

І.М. Школа, ст. викл.
Чернігівський державний технологічний університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ – СКЛАДОВА ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*В даній статті проведено аналіз проблеми теплоенергозбереження в Україні.
Запропоновано систему автоматизації і диспетчеризації технологічних процесів.*

Проблема енергозбереження на межі тисячоліть перетворилась в одну з найважливіших загальнолюдських проблем. Раціональне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу та ефективне використання електричної і теплової енергії набувають надзвичайно великої ролі в сучасному суспільстві. Від ефективності функціонування систем енергозабезпечення безпосередньо залежить рівень економічного та соціального розвитку країни та її енергетична безпека.

Питання ефективного використання енергії, розробки і реалізації довгострокових комплексних програм, проведення в життя державної політики енергозбереження, створення і впровадження конкурентоздатних нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії уже багато років цілком обґрунтовано знаходяться в центрі уваги органів влади, керівників і фахівців-експлуатаційників, науково-технічного персоналу і громадськості України. Про це, зокрема, свідчить прийняття Законів України "Про енергозбереження" [1], "Про електроенергетику", досить численних спеціальних Постанов Кабінету Міністрів України з питань енергозабезпечення й ефективного енерговикористання [3], проведення виставок-ярмарок "Енергофорум. Україна", "Тепло. Теплий дім", "Енергетика. Електротехніка. Енергоефективність", на це спрямовані також докладні наукові дослідження і розробки по найактуальнішим аспектам дуже багатопланової проблеми енергозбереження. Комплексною Програмою енергозбереження України (КДПЕ), Програмою державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) та малої гідро- і теплоенергетики визначені заходи з енергозбереження в провідних галузях та терміни їхнього впровадження [5].

Серед основних положень державної політики енергозбереження відповідно до Закону України "Про енергозбереження" на одному з перших місць знаходяться принципи стандартизації в сфері енергозбереження, нормування використання паливно-енергетичних ресурсів та дотримання енергетичних стандартів і нормативів використання палива та енергії [7].

За даними Інституту загальної енергетики України потенціал енергозбереження України оцінюється на рівні 42–48% [5]. Вирішення проблеми енергозбереження та ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в Україні є не лише одним із чинників її енергетичної незалежності, але й одним з факторів зниження собівартості вітчизняної продукції та підвищення її конкурентоспроможності, а в кінцевому підсумку – подолання економічної кризи в державі і забезпечення соціально-політичної стабільності суспільства [4].

Центральною складовою вирішення проблеми енергозбереження є облік витрат паливно-енергетичних ресурсів, автоматизоване управління енергоспоживанням та диспетчеризація технологічних процесів. Реалізація цих заходів та виконання державних, галузевих і місцевих програм з енергозбереження дозволить зменшити дефіцит електричної і теплової енергії та паливних ресурсів взагалі.

На сьогодні в системах теплоенергозабезпечення накопичилося різноманітне обладнання виміру та контролю, яке встановлювалося на протязі кількох десятиріч в основному на центральних пунктах енергозабезпечення. Це обладнання має низький рівень дискретності виміру енерговитрат – неможливість розділу витрат енергії по окремих споживачах, не дозволяє виконати моментальне знімання інформації, неможливість обробки динаміки споживання енергії, вимагає великого обсягу ручної праці по обліку та обслуговуванню. Для візуалізації та обробки інформації використовуються застарілі і неефективні засоби (самописці та ін.). Практично на всіх ланках теплозабезпечення відсутній або неналежний контроль за станом та якістю теплоносія, що надходить до споживача, а також комерційний облік споживання.

Сучасні задачі управління процесами теплоенергозбереження потребують принципово нових технологій обліку та управління енергопостачанням. А це вимагає застосування нових інформаційних технологій – використання засобів обчислювальної техніки, телекомунікацій та ін.

З переходом до ринкових відносин в Україні намірилася потреба в масовому впровадженні технологій енергозбереження на рівні окремих будівель, мікрорайонів та міст. На сьогодні частково розпочата робота по впровадженню систем обліку, управління та диспетчеризації енергозабезпечення. Для цього використовується обладнання відомих закордонних фірм (таких як Advantech, Honeywell, Motorola) та ряд вітчизняних розробок.

Основними недоліками систем, що пропонуються закордонними фірмами є їх висока вартість і непристосованість до умов експлуатації в нашій країні (часте відключення електроенергії, відсутність спеціальних приміщень та ін.). Тому їх використання принципово не може забезпечити масове впровадження технологій енергозабезпечення.

Більша частина вітчизняних розробок будується на основі готових модулів, що не виключає дублювання каналів виміру і обробки інформації. Це приводить до великої вартості спроектованих систем. Прикладом таких систем може бути автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП), що розроблена київською фірмою "ЕСТА" [2].

Вирішення задач повсемісного обліку, управління та диспетчеризації енергозабезпечення потребує створення вітчизняних недорогих, універсальних систем, що відповідають сучасним світовим вимогам, максимально використовують існуюче обладнання технологічного процесу, пристосовані до умов експлуатації в нашій країні і побудовані на сучасній елементній базі.

Для реалізації вищезазначених задач призначена система автоматизації та диспетчеризації технологічних процесів (САД ТП).

Загальні характеристики САД ТП

САД ТП побудована як розподілена система збору і обробки даних з відкритою архітектурою, що може використовуватись для автоматизації ТП в різноманітних галузях промисловості: енергетиці, газовій, нафтовій, легкій, харчовій, теплопостачанні та ін. Перехід від середовища до середовища потребує змін тільки в окремих програмних та апаратних модулях.

Основними відмінними характеристиками розробленої системи є:

- **Універсальність.** САД ТП є універсальною системою, що гнучко налагоджується на будь-які енергоносії, а також веде збір, архівацію та обробку даних про технологічні процеси.
- **Сумісність та відкритість.** Зовнішній інтерфейс САД ТП є сумісним з широко розповсюдженим протоколом Modbus-RTU, що дозволяє використати його в одній мережі з іншими Modbus-контролерами.
- **Модульність.** САД ТП – проектно-компонована модульна система, в якій модулі введення аналогових сигналів, термопар і термоопорів, частотних, дискретних і число-імпульсних сигналів, а також комунікаційні модулі містяться в будь-яких технічно доцільних комбінаціях. Користувач самостійно має можливість конфігурувати систему, додавати або скорочувати склад модулів.
- **Функціональність.** САД ТП надає користувачу широкий набір функціональних можливостей для автоматизації великого кола технологічних процесів. В систему можуть бути додатково введені функції телеуправління та телесигналізації.
- **Надійність.** Висока надійність САД ТП досягається використанням компонент добре відомих фірм, що сертифіковані по міжнародному стандарту якості ISO-9001. В САД ТП використовується елементна база таких фірм, як Texas Instruments, Atmel, Burr-Brown, Analog Devices та інших. Крім того, в розробленій системі застосовано декілька архітектурних рішень для автоматичного резервування напруги живлення.
- **Економічність.** Відсутність дублювання каналів вимірів, окремих вузлів і блоків САД ТП зменшує вартість системи в цілому. Таке дублювання характерне для систем, що будуються зі стандартних блоків (теплोलічильників, регуляторів, блоків автоматики, вимірювачів рівнів і т.п.).
- **Ергономічність.** Використання мнемосхем у САД ТП полегшує сприймання інформації персоналом, що обслуговує ТП [6].

Функції САД ТП

В САД ТП реалізовані такі основні функції:

- дистанційне вимірювання і контроль параметрів ТП;
- регулювання параметрів ТП (ПІД-регулювання та ін.);
- захист обладнання від пошкодження (захист двигунів, засувок);
- комерційний і технічний облік ресурсів;
- інформування оператора про стан системи (нормальний, запобіжний та аварійний);
- введення команд управління виконавчими приладами та механізмами;
- передача інформації;
- архівування інформації;
- друк інформації.

Структура САД ТП

САД ТП складається з наступних підсистем:

- система збору та обробки даних (СЗОД);
- система комерційного обліку (СКО);
- система управління об'єктом (СУО);
- система регулювання (СР) параметрів ТП;
- система відображення інформації (СВІ).

Структура САД ТП представлена на рисунку 1.

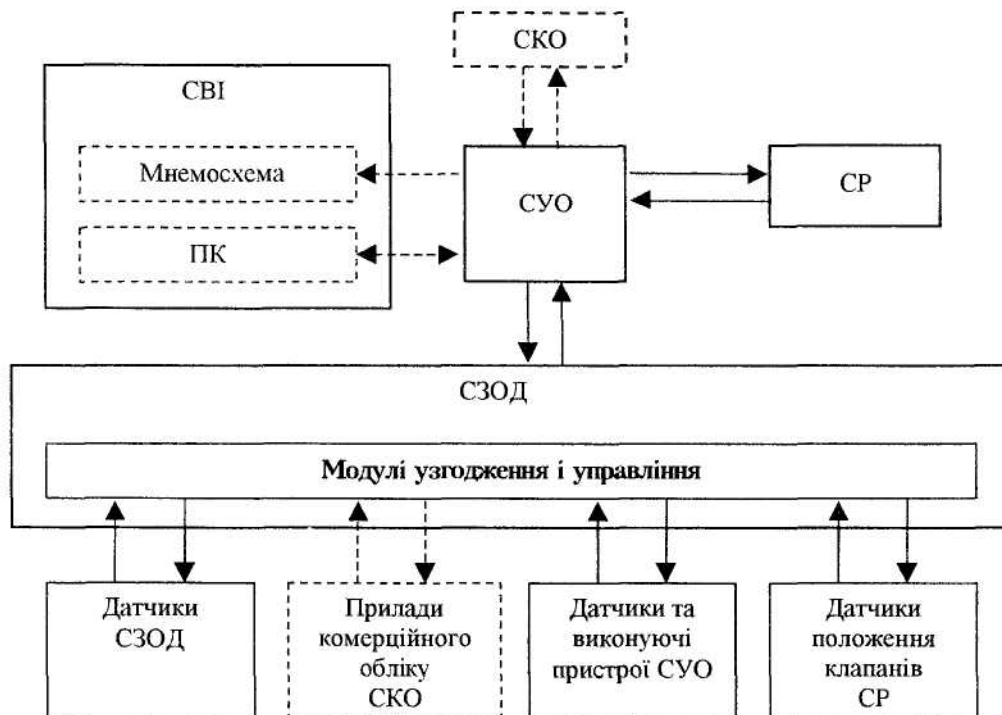


Рис. 1. Структура САД ТП

Система збору та обробки даних

Система СЗОД забезпечує збір даних з аналогових та дискретних вимірювальних приладів (датчиків температури, тиску, витрати, положення клапанів та засувок, наявності напруги, несанкціонованого доступу і т.п.). В систему можуть бути включені засоби комерційного обліку, регулювання та інші реєструючі і керуючі прилади, що мають стандартні вихідні сигнали. Інформація про стан об'єкту може бути відображена на табло-мнемосхемі або передана за допомогою інтерфейсу RS-232, RS-485 або USB в центральну диспетчерську. Для передачі інформації на великі відстані застосовується модемний зв'язок по виділенім і комутованим телефонним лініям або радіотракт з використанням сертифікованих радіостанцій фірми Motorola. В диспетчерській відображення інформації виконується на мнемосхемі комп'ютера або на виносних табло-мнемосхемах. Опитування приладів, розташованих на об'єктах,

забезпечується в циклічному режимі або по спеціальному алгоритму замовника. Передача інформації в центральну диспетчерську здійснюється в циклічному режимі, а також, при необхідності, по запиту оператора. Можливе введення додаткових режимів на вимогу замовника.

Система комерційного обліку

Система обліку може включати в себе наявні у споживача лічильники тепла, газу, гарячого водопостачання (ГВП), холодного водопостачання (ХВП), що мають стандартний вихід (наприклад, RS-232, RS-485, USB) і можуть бути включені в систему СЗОД. В цьому випадку інформація про енергоспоживання виводиться на комп'ютер центральної диспетчерської і може бути використана для розрахунків з постачальниками та споживачами, а відомості про витрати і температури теплоносія включаються в поточну інформацію, що відображується на мнемосхемах об'єкту і центральної диспетчерської. По бажанню замовника можливо виконання системи по самостійному врахуванню спожитої енергії без використання додаткових лічильників (функція комерційного і технічного обліку ресурсів). Для реалізації такої можливості необхідно включити в склад системи вимірювальний прилад витрат і ввести функцію обліку в програмне забезпечення.

Система управління об'єктом

СУО за допомогою апаратних і програмних засобів забезпечує управління об'єктом як з диспетчерської, так і по місцю в ручному або автоматичному режимі. Управління з диспетчерської здійснюється за допомогою центрального комп'ютера або окремого пульта диспетчера, що проектується з урахуванням побажань замовника. На об'єкті система СЗОД доповнюється модулями узгодження і управління силовими ланцюгами, а процесор СЗОД програмним забезпеченням, що включає в себе логіку автоматичного управління. З метою запобігання відмови апаратури, модулі мають гальванічну розв'язку по ланцюгам управління. Крім того, у системі передбачена функція резервування по окремим особливо важливим ланцюгам.

Система регулювання параметрів

Система регулювання включає в себе програмні і апаратні засоби, що дозволяють забезпечити задані по графіку постачання або оптимальні (ПІД-регулювання, Fuzzy-логіка управління та ін.) параметри теплоносія як по подачі, так і по звороту з урахуванням температури зовнішнього повітря. Передбачена можливість вступу ощадливого режиму по годинах доби в межах тижня, а також технологічних команд, наприклад, "прогін клапану". Ручний і автоматичний режим управління регулюванням може задаватися як на самому об'єкті, так і з центральної диспетчерської. В позаштатній ситуації (наприклад, несправність вимірювального приладу і виконавчих механізмів, відхилення параметрів і т.п.) система виробляє сигнал "Аварія", котрий СЗОД передає в диспетчерську. Для зменшення випадків виходу з ладу насосів в системі використовується плавний запуск електричних двигунів.

СР передбачає використання процесора, вимірювального приладу СЗОД, перетворювача сигналів, що надходять від приладу управління положенням клапанів та модулів силового управління клапанами та засувками.

Система відображення інформації

Мнемосхема (інформаційне табло) служить для відображення інформації про стан об'єкту і призначена як для самостійної роботи, так і для роботи в складі системи збору, передачі, обробки і відображення інформації в диспетчерській або теплопунктах. Приклад виконання мнемосхеми представлено на рисунку 2.

В САД ТП відображення інформації може бути виконане як на виносній мнемосхемі, так і на мнемосхемі персонального комп'ютера. В залежності від функціонального призначення мнемосхеми може бути виконана в двох варіантах – з внутрішньою обробкою інформації і без неї.

Конструктивне виконання САД ТП

Основним елементом системи є модуль, що складається з однієї або двох плат. Кожна плата має своє призначення і функціональні можливості, що наведені нижче:

- плата перетворення R-U – 3 канали (вимірювальний прилад ТСМ, ТСП, резистори положення та ін.);

- плата перетворення I-U – 4 канали (вимірювальний прилад з виходом струму 4-20 мА, 0-5 мА);
- плата мультиплексора і АЦП – 24 аналогових каналів (вихід - послідовний);
- плата дискретних вхідних сигналів – 8 каналів (можливо використання двох каналів для забезпечення функцій пожежної та охоронної сигналізації);
- плата дискретних вихідних сигналів – 8 каналів (вихід для управління силовими навантаженнями – клапанами, засувками та ін.);
- процесорна плата управління, обробки та передачі інформації.

Модулі об'єднуються в одно-, трьох-, чотирьох-, шестисекційні блоки, кожен з яких має свою материнську плату. При побудові системи визначається необхідна кількість плат та вибирається відповідний тип корпусу. Локальна частина системи САД ТП, встановлена на віддаленому об'єкті, конструктивно виконана у вигляді настінного пульта в шале- та вологозахисному виконанні, в якому містяться блоки всієї системи. На передній панелі можуть бути розміщені органи ручного управління, а також мнемосхема ТП. Для забезпечення візуального спостереження за функціонуванням блоків частина передньої панелі може бути виконана прозорою. Пульт обладнано замком і охоронною сигналізацією. Кріплення блоків в пульті забезпечується швидкороз'ємними сполученнями за допомогою DIN-рейки. Вихідними контактами блоків є рознімання та клемні колодки (фірми Wago та ін.), що передбачають розділ проводів безпосередньо в блоці. Міжблокові сполучення здійснюються за допомогою шлейфів. Інформація про параметри об'єкта та стан самої системи може відображатися або на вбудовані в блоки ЖКІ та світлодіоди, або виводиться на місцеву мнемосхему (на вимогу замовника).

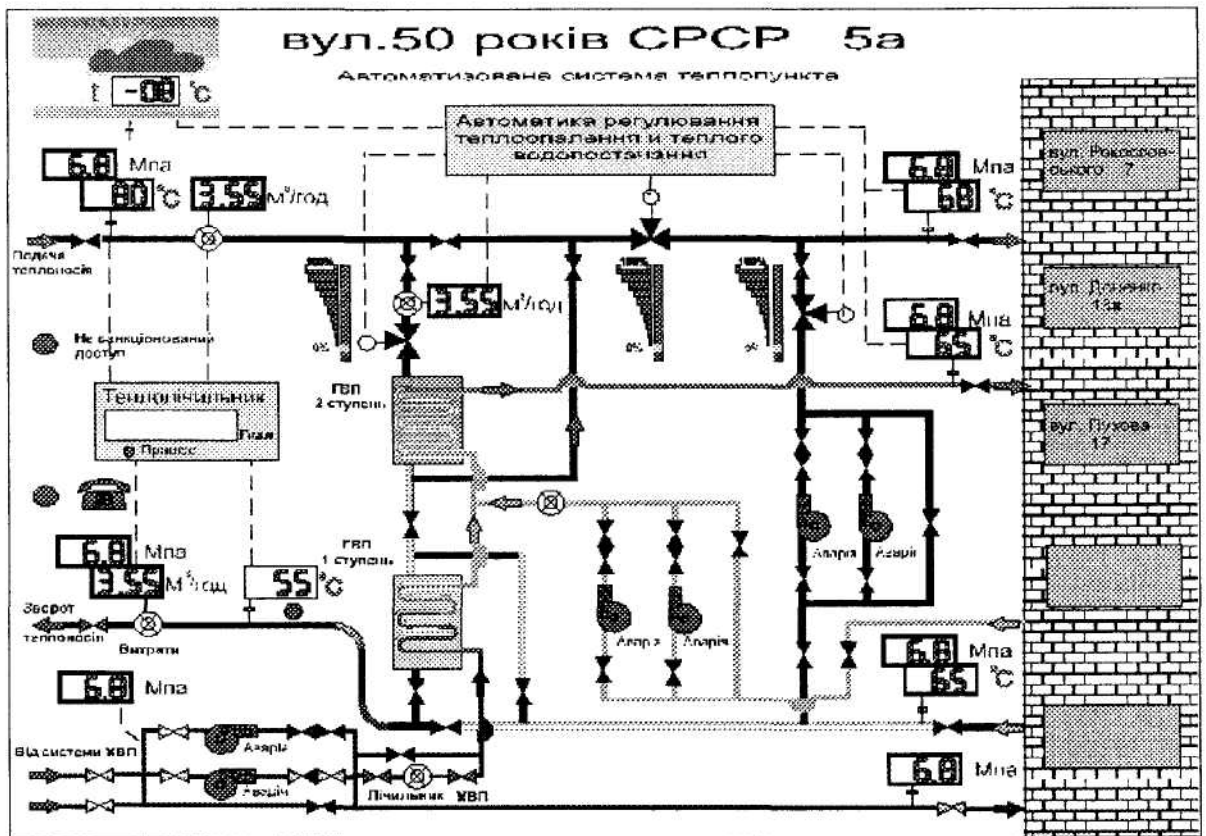


Рис. 2. Мнемосхема автоматизованої системи тепло пункту

Реалізація

Розроблена САД ТП здійснює повну автоматизацію та диспетчеризацію котельних, центральних та індивідуальних теплопунктів. Елементи САД ТП використані для автоматизації та диспетчеризації теплопостачання комплексу будівель Національного банку України по вулиці Інститутській та Проспекту Науки в місті Києві. Автоматизація проводилась АТЗТ

“ТЕРА” (м. Чернігів) спільно з НТІП “ЕСТА” (м. Київ). Також САД ТП використана для автоматизації та диспетчеризації газової котельні в місті Чернігові по вулиці 50 років СРСР.

Висновки

САД ТП спроектована на сучасній елементній базі, передбачає можливість розширення і використання для автоматизації різних технологічних процесів.

Основними можливостями розробленої системи є:

- Облік паливно-енергетичних ресурсів, що споживаються, можливість комерційного обліку.
- Висока точність регулювання параметрів технологічного процесу за наявності використання алгоритмів ПІД-регулювання та Fuzzy-логіки управління.
- Максимальне використання існуючого обладнання технологічного процесу, що автоматизується.
- Повна сумісність з новими приладами та системами. Підтримка міжнародних та національних стандартів.
- Ефективна візуалізація інформації про стан технологічного процесу.
- Висока надійність та пристосованість до умов експлуатації в нашій країні.

Використання даної системи забезпечує значну економію енергоресурсів, а також дозволяє зменшити витрати на автоматизацію технологічного процесу та експлуатацію системи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Закон України “Про енергозбереження” // Энергосберегающие технологии и автоматизация. – К.: ЭСТА, 2000. – № 7-8. – 66 с.
2. За словом – дело // Энергосберегающие технологии и автоматизация. – 2000. – № 1. – 66 с.
3. Жовтянський В.А. Нормативно-правова база енергозбереження // Энергосберегающие технологии и автоматизация. – К.: ЭСТА, 2000. – № 7-8. – 66 с.
4. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Энергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 1998. – 512 с.
5. Пороський М. Політика енергозбереження // Энергозберігаючі технології та автоматизація. – К.: ЕСТА, 2001. – № 6-7. – 66 с.
6. Эргономика: Учебник / Под ред. Крылова А.А., Суходольского Г.В. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1988. – 184 с.; ил.
7. Эффективное энергопользование и альтернативная энергетика / Криволапов А.Н., Классен И., Островский Э.П., Резцов В.Ф., Стоянова; И.И. Под ред. Шидловского А.К. – К: Українські енциклопедичні знання, 2000. – 302 с.; ил. – Библиограф.: с. 269-290. – Рус.

ШКОЛА Ігор Миколайович – старший викладач кафедри інформаційних та комп’ютерних систем Чернігівського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- розробка приладів на мікроконтролерах сімейств 8051 та MSP430, ПЛІС (фірми Altera);
- прикладне програмування (C, Builder C++).

E-mail: ShkolaIgor@mail.ru, sin@cstu.cn.ua, tera@gls@cn.ua

Подано 8.08.2002