

*Розглянуті питання забезпечення потреб українських споживачів енергоресурсами країни. Досліджується система централізованого теплопостачання. Запропонована система автоматизованого управління тепловим пунктом із підсистемою технічного діагностування використовується як ефективний метод енергозбереження*

*Ключові слова: енергозбереження, технічне діагностування, алгоритми розпізнавання*

*Rассмотрены вопросы обеспечения нужд украинских потребителей в энергоресурсах страны. Исследуется система централизованного теплоснабжения. Предложенная система автоматизированного управления тепловым пунктом с подсистемой технической диагностики используется в качестве эффективного метода энергосбережения*

*Ключевые слова: энергосбережение, техническое диагностирование, алгоритмы распознавания*

*Considered questions of providing of necessities of the Ukrainian users by power resources of country. The system of centralized heating is probed. The offered system of the automated management of thermal point with the subsystem of the technical diagnosing is used as an effective method of energy-savings*

*Keywords: energy-savings, technical diagnosing, algorithms of recognition*

# ІННОВАЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ – ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

**К. Ю. Федоренко\***  
Контактний тел.: 063-730-58-11

**В. Ф. Мисак**  
Кандидат технічних наук, доцент, заступник декана по  
учбово-методичній роботі\*  
Контактний тел.: (044) 406-80-70  
\*Кафедра автоматизованого управління  
теплоенергетичними процесами  
Теплоенергетичний факультет  
Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут»  
вул. Політехнічна, 6, 5 корпус, м. Київ, Україна, 03056

## 1. Вступ

Україна не є енергонезалежною державою, так як тільки на 40% забезпечена власними енергоресурсами. В умовах постійного зростання цін на енергоносії на світовому ринку забезпечення їх економії в структурі централізованого теплопостачання вкрай актуально, особливо зважаючи на рівень абсолютних величин енергоспоживання цією галуззю.

Централізоване теплопостачання було і залишається стратегічною концепцією забезпечення теплом споживачів України. Потреби міст в тепловій енергії задовольняються ТЕЦ на 40%, районними котельними приблизно на 30%. Житлово-комунальне господарство в цілому споживає близько 25% паливних ресурсів країни (що оцінюється величиною 75 млн.т. умовного палива), з них 80% складає опалення. Вартість енергоресурсів тільки по газу та теплу, що використовується за рік, становить майже 3,5 млрд. грн. Тому питання оснащення цієї галузі засобами обліку споживання теплової енергії та ефективного її використання стає особливо важливим.

Дослідження і впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій дають можливість реалі-

зувати великі обсяги заощадження енергоресурсів в Україні і підвищити показники енергоефективності до рівнів провідних країн світу [1]. Конкретні рішення в побудові енергозберігаючої системи опалення можуть складатися як на основі розробки і проектування нової промислової, адміністративної або житлової будівлі, так і на основі модернізації вже існуючих.

Технічне діагностування в системі опалення є одним з інноваційних методів енергозбереження. Модернізація діючих систем теплопостачання повинна виконуватися із врахуванням впровадження сучасних систем діагностування, що значно підвищить надійність теплопостачання.

## 2. Дослідження технічного діагностування в системах теплопостачання

Впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами в практику централізованого теплопостачання дозволяє різко підвищити технічний рівень експлуатації цих систем та забезпечити значну економію палива. Окрім цього, автоматизація цих систем дозволяє поліпшити якість опалю-

вання будівель, підвищити рівень теплового комфорту та ефективність промислового та сільськогосподарського виробництва в приміщеннях та будівлях, а також надійність теплопостачання, зменшити кількість обслуговуючого персоналу [2].

Потрібно зазначити, що структура теплопостачання будівель має складний та ієрархічний характер, існує вплив багатьох випадкових факторів на режим роботи. Тому, в залежності від кількості та типу опалюваних будівель застосовуються теплові пункти.

Схема ТП залежить з одного боку від особливостей споживачів теплової енергії, що обслуговуються тепловим пунктом, з іншого боку від особливостей джерела, яке забезпечує ТП тепловою енергією. Для того щоб забезпечити ефективне теплопостачання необхідно розпізнати стан технічної системи в умовах обмеженої інформації. Це є основним завданням технічного діагностування. Технічне діагностування завдяки ранньому виявленню дефектів та несправностей дозволяє усунути відмови в процесі технічного обслуговування, що збільшує надійність та ефективність експлуатації. Структура технічного діагностування характеризується двома взаємопроникаючими та взаємопов'язаними напрямками: теорією розпізнавання та теорією контролездібності. Теоретичним фундаментом для вирішення основної задачі діагностування слід вважати загальну теорію розпізнавання. Алгоритми розпізнавання в технічній діагностиці частково базуються на діагностичних моделях, що встановлюють зв'язок між станами діагностичної системи та їх відображеннями в просторі діагностичних сигналів. Властивість засобу забезпечити якісну оцінку його технічного стану і заздалегідь виявити несправності та відмови називається контролездібністю. Вона відтворюється конструкцією виробу та прийнятою системою технічного діагностування [3]. Типова структура технічного діагностування наведена на рис. 1.

Застосуємо запропоновану структуру технічного діагностування для системи опалення. Об'єктом управління постає типовий індивідуальний тепловий

пункт, що виконує функції розподілення теплової енергії із контрольованими параметрами до споживачів.

Принципова схема теплопункту із залежною схемою приєднання з системою автоматичного регулювання зображена на рис. 2.

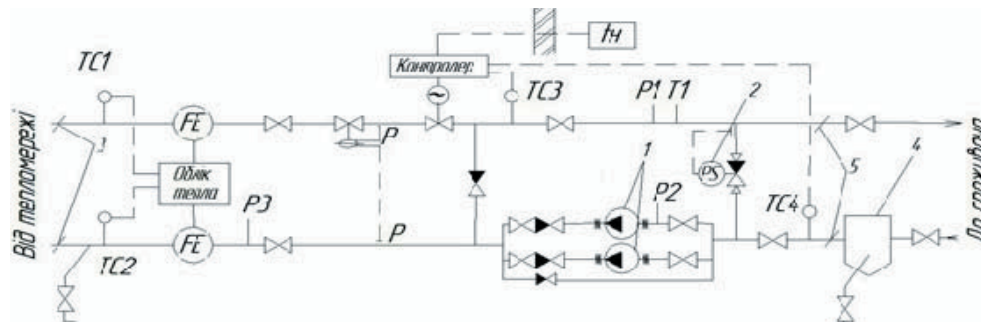


Рис. 2. Функціональна схема теплопункту

Основними елементами системи автоматизації є: контролер, датчі температури, тиску, циркуляційні насоси (1), лічильник тепла, регулятор тиску (2), регулятор перепаду тиску, електричні засувки (3,5).

В процесі роботи технологічного процесу автоматичною системою регулювання виконуються наступні функції:

- регулювання температури теплоносія, що йде до споживача;
- регулювання перепаду тиску перед контролером;
- регулювання тиску прямої води перед розподіленням між споживачами;
- регулювання роботи циркуляційних насосів;
- ведення комерційного обліку тепла;
- забезпечення захисту та блокування устаткування.

З метою оптимізації витрат теплової енергії в системах опалення передбачається автоматичне регулювання температури теплоносія по температурі води в подавальному та зворотному трубопроводах за температурним графіком з корекцією по температурі зовнішнього повітря за допомогою регулювального клапану, встановленому на подачі тепломережної води до вузла змішування. Циркуляційні насоси працюють постійно під час всього опалювального сезону.

Контролер реалізує перераховані вище управлінські функції, а також здійснює цифрову та світлову індикацію параметрів, уставок.

Регулятор перепаду тиску, що знаходиться перед вузлом змішування, призначений для підтримання допустимого перепаду тиску для безпечної роботи контролера. Регулятор тиску, що встановлений у вузлі змішування, забезпечує врівноваження тиску у випадку його різкої зміни в магістральних гілках споживачів.



Рис. 1. Структура технічного діагностування

Функцію обліку теплоспоживання виконує тепловий лічильник. Крім основної функції він дозволяє архівувати результати вимірів, щоб надалі можна було аналізувати режими роботи системи теплопостачання, фіксувати позаштатні та аварійні ситуації і тому подібне. Таким чином, тепловий лічильник виконує одразу два завдання: забезпечує комерційний облік, результати якого використовуються при розрахунках між поставачальником і споживачем тепла, а також є засобом технологічного контролю в системах теплопостачання.

Для отримання діагностичної інформації про стан системи опалення було проведено дослідження по двом напрямкам:

- Вивчення непередбачуваних змін технологічних параметрів. Цей напрямок важливий тим, що незалежно від виду технологічного процесу, в ньому в будь-який момент можуть виникнути збурення, які викликаються зовнішніми та внутрішніми чинниками.

- Виявлення несправностей в технічних засобах теплопостачання. Надійність автоматичної системи регулювання забезпечується насамперед безпечними та надійними засобами вимірювання та автоматизації. Тому важливо контролювати їх роботу та застосовувати необхідні виправні заходи у випадку виходу з ладу кожного з них, щоб не зашкодити нормальному протіканню технологічного процесу.

На основі отриманої інформації по цим двом пунктам було забезпечено контроль стану за рахунок удосконалення системи автоматичного регулювання технологічним процесом.

Результати досліджень щодо можливих типових несправностей в тепловому пункті зведені у таблиці 1 разом із переліком виправних дій, що необхідні для їх усунення або запобігання виникненню більш серйозних аварійних ситуацій.

Перші дві неполадки пов'язані із невідповідністю технологічних параметрів (тиску) припустимим значенням: а саме, тиск перед циркуляційними насосами менше 0,3 атм (характерно для ситуації витoku теплоносія із системи і можливого виходу з ладу насосів), перевищення тиску у зворотному трубопроводі більше 5,7 атм (може привести до руйнування елементів системи опалення). Задля усунення цих неполадок необхідно в першому випадку припинити циркуляцію

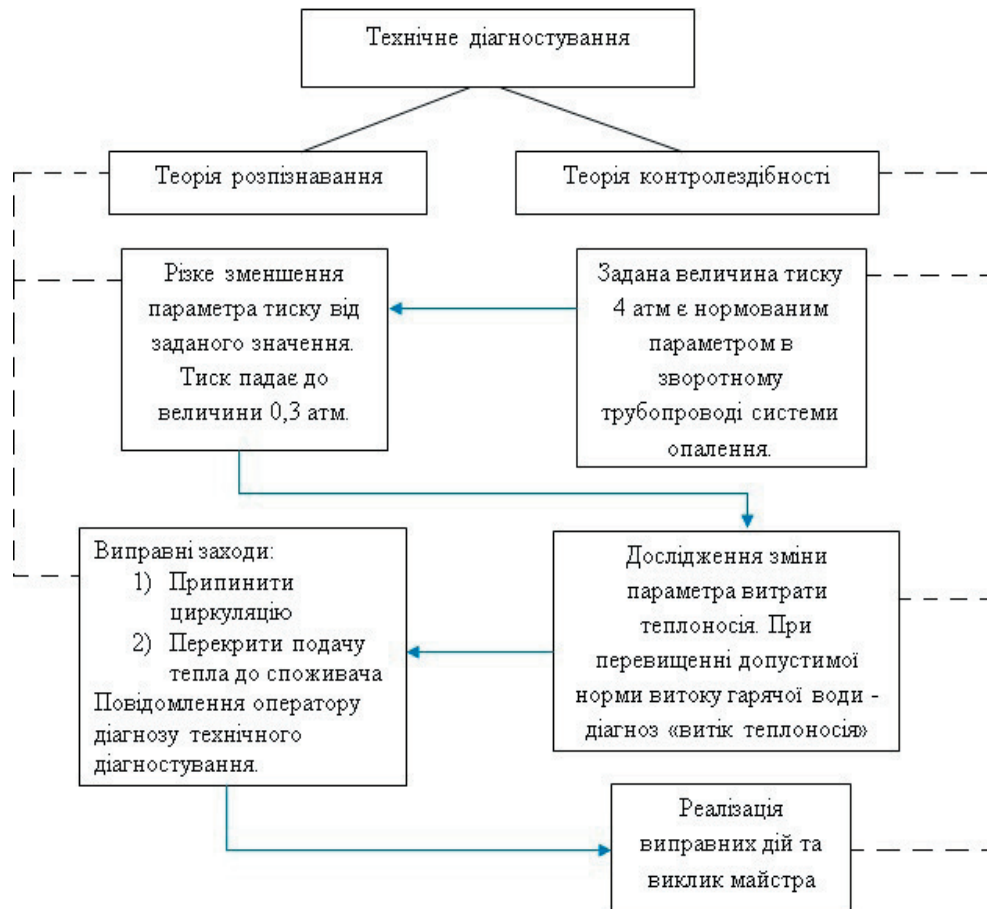


Рис. 3. Фрагмент схеми застосування технічного діагностування для виявлення витoku теплоносія в циркуляційній магістралі системи опалення

теплоносія (відімкнути циркуляційні насоси), у другому-знижити тиск за рахунок спускання теплоносія в дренаж.

Таблиця 1

Основні відхилення та несправності	Необхідні заходи
1. Тиск $P_2$ перед циркуляційними насосами (поз.1) менше 0,3 атм.	На абонентському вводі споживача закривають клапан та припиняють циркуляцію.
2. Тиск $P_2$ у зворотному трубопроводі більше 5,7 атм.	Вмикання електричних засувок (поз.3) та спускання води в дренаж.
3. Забруднення грязьовика (поз.4) на зворотному ході від споживачів (внаслідок чого сильно падає тиск).	Відкрити клапан на циркуляційних насосах (поз.1) та прочистити грязьовик (поз.4), вмикаючи електричні засувки (поз.5) і спускаючи промивну воду в дренаж.
4. Невідповідність положення штоку клапана.	Підтримувати температуру за рахунок зменшення швидкості циркуляції.

Третя неполадка пов'язана із забрудненням грязьовика та ідентифікується за величиною низького тиску у зворотному трубопроводі. Усунення цієї несправності вимагає промивки грязьовика при ввімкненні електричних засувок та спусканні води в дренаж.

Невідповідність положення штоку клапана в залежності від величини регулюючої дії контролера та температури теплоносія на вході в систему опалення свідчить про поломку штоку клапана, що вимагає переходу на ручне регулювання процесом та заміни штоку.

Отже, відштовхуючись від типової структурної схеми системи технічної діагностики, зображеної на рис. 1, була створена власна структурна схема технічного діагностування системи опалення, фрагмент якої наведений на рис. 3.

Для кожної з розглянутих ситуацій розроблені алгоритми розпізнавання ситуацій, правила пошуку і виправлення неполадок, повідомлення оперативному персоналу. Обов'язковою процедурою системи технічною діагностики є перевірка діагностичної інформації на достовірність:

- задання граничних меж технологічних параметрів;
- слідкування за зміною параметрів впродовж декількох кроків опитування;
- співставлення даних, отриманих з різних джерел;
- фіксування точного часу виникнення негативних ситуацій.

На рис. 4 наведений фрагмент загального алгоритму діагностики, який ілюструє діагностування витoku теплоносія та формування повідомлення щодо усунення неполадки.



Рис. 4. Алгоритм виправних дій при можливому витoku гарячого теплоносія та пошкодження насосів

Підсумувавши все вищесказане, можна стверджувати, що підсистема технічного діагностування разом

із системою автоматичного регулювання системи опалення створюють найкращі умови для протікання технологічного процесу, забезпечуючи одночасно його надійність та економічність.

Ведеться розробка програмного забезпечення на основі складеного алгоритму і реалізація його в контролерах та виводом у СКАДА-системи для зручного використання операторами.

### 3. Висновки

Рациональне оснащення приладами та засобами автоматизації обладнання та агрегатів системи теплопостачання забезпечує економію паливно-енергетичних ресурсів завдяки підтриманню найбільш економічних режимів роботи та обліку тепла (майже 65% економії тепла та 20-25% економії електроенергії). [4].

Для виправлення негативного впливу відхилення технологічних параметрів від норми, попередження виходу з ладу елементів систем теплопостачання для усунення аварійних ситуацій у житловому будинку рекомендовано створити разом із системою автоматичного регулювання тепловим пунктом підсистему технічного діагностування, що дозволяє значно підвищити надійність роботи системи опалення.

На підставі аналізу технічного стану об'єкта, недоліків існуючої системи управління розроблено спеціальну структуру технічного діагностування, яка дозволяє вирішити низку проблем, що виникають в процесі функціонування автоматизованої системи управління. Запропонована система забезпечує підвищення надійності системи теплопостачання та довготривалу роботу обладнання завдяки попередженню наступних неполадок:

- можливий збій режиму опалення внаслідок витoku теплоносія;
- поломки циркулярних насосів;
- вихід з ладу регулюючого клапану;
- можливі відхилення режимних параметрів внаслідок забруднення грязьовика.

Визначено основні методи їх виправлення недоліків за допомогою засобів автоматизації на основі складеного алгоритму. Алгоритм під час розпізнавання стану об'єкта працює в режимі «порадника», тобто видає діагностичні повідомлення для оператора, визначаючи вид несправності та пропонуючи виправні дії.

### Література

1. Офіційний сайт Національної Академії Наук України <http://www.nas.gov.ua/>.
2. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления [Текст]: /С.А. Чистович, В.К. Аверьянов, Ю.Я. Темпель, С.И. Быков.–Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. - 248 с.
3. Биргер, И.А. Техническая диагностика [Текст] / И.А. Биргер. - М.: «Машиностроение», 1978. – 240с.
4. Рекомендації по модернізації існуючих та впровадженню нових енергозберігаючих засобів обліку витрат енергоресурсів. Правовий портал України <http://lawua.info/bdata2/ukr2935/pg-2.htm>.