

УДК 622.48

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ШАХТИ З ТОПКАМИ КШ

Гавриленко Б.В., канд. тех. наук., доц., Ткаченко Г.Є. аспірант  
Донецький національний технічний університет

*Досліджені особливості комплексу теплопостачання шахти з топками КШ як об'єкта автоматизації. Визначені вимоги до системи автоматичного керування комплексом.*

*The features of the mine heat-supply system with air-fluidized bed furnaces as the object of automation was researched. The requirements for the automatic control system were determined.*

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами.** В наш час актуальною є проблема економії та зберігання теплової енергії. Особливе занепокоєння викликають факти значних втрат тепла, у першу чергу, в мережах теплопостачання, а також через її нераціональне виробництво та розподілення між споживачами, і, значною мірою, через аварійний стан тепломереж. Це призводить не лише до значного перевиробництва теплової енергії та неекономічного використання паливних ресурсів, але й веде до складання аварійних ситуацій, як в житлових комплексах, так і на виробничих об'єктах при виникненні надзвичайних ситуацій, коли наявні джерела теплової енергії не можуть задовольнити підвищений тепловий попит.

Вказана проблематика є актуальною і для шахт, оскільки наслідком незадовільного стану систем теплопостачання є, зокрема, обморожування стволів в зимовий період, що небезпечно і неприйнятно. Забезпечення нормального функціонування гірничих підприємств є пріоритетним напрямком науки, оскільки сприятиме позбавленню країни енергозалежності.

Сучасні джерела теплопостачання шахт (здебільшого, це котли з шаровими топками) показують недостатню спроможність забезпечення необхідної кількості теплової енергії при різкому підвищенні попиту. Вони не дають змоги повною мірою використовувати тепловий потенціал паливних ресурсів, що тягне великий недопал, не дозволяють використовувати низькосортне паливо.

Впровадження технології спалювання палива в киплячому шарі (КШ) забезпечує найповніше використання теплового потенціалу па-

лива, та дозволяє ввести в промислове використання раніше неприйнятне для енергетики вугілля із вмістом попелу до 70%. Досвід експлуатації топок КШ при температурі навколишнього середовища, нижче - 30<sup>0</sup>С, (ДП «Шахта 4-21» та шахта «Южнодонецька №1») показав їх достатню ефективність.

Вирішенням проблем теплопостачання шахт є забезпечення погодженої роботи між теплоспоживачами, тепловими мережами, та ефективними джерелами теплової енергії – котлоагрегатами з топками КШ. Велика кількість зовнішніх та внутрішніх факторів впливу, що діють на комплекс теплопостачання, у своїй сукупності спроможні призвести до нераціональних режимів його роботи [1]. Це вимагає вирішення питання автоматизації процесу, визначення відповідних критеріїв та на їх основі розробки відповідної багаторівневої системи керування об'єктом.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Відомі дослідження вказаної проблематики стосуються, здебільшого, питань раціонального розподілу теплової енергії та автоматизації комплексів теплопостачання. Але, здебільшого, дослідження стосуються проблем теплозабезпечення житлового комплексу і не враховують специфічних питань теплозабезпечення промислових підприємств, зокрема, гірничих [2].

Рівень розкриття питань щодо регулювання відпуску тепла та визначення параметрів системи керування теплоенергетичними процесами не дозволяє встановити певні критерії та прийняти відповідні технічні рішення. А специфіка одночасного взаємопов'язаного регулювання режимів роботи усіх складових комплексу теплопостачання шахти не розглянута зовсім.

Технологія спалювання вугілля в КШ визначена результатами досліджень, виконаних в Інституті вугільних технологій НАН України (О.Ю. Майстренко, Ю.П. Корчевой та інш.), а проблематика керування системами теплопостачання висвітлена у розробках Вінницького національного технічного університету (Ю.М.Паночишин). Але актуальним є наукове обґрунтування параметрів автоматизованого управління виробництвом теплової енергії засобами котлоагрегатів з топками КШ та її раціонального розподілу.

**Задачею дослідження** є визначення особливостей теплопостачання шахт, як об'єктів автоматизації та обґрунтування вимог до процесу автоматичного керування комплексом теплопостачання шахт з топками КШ.

**Викладення матеріалу і результати.** Вирішення поставлених питань базується на аналізі схем теплопостачання шахти. Слід зазначити, що вироблена тепла енергія йде на опалення, вентиляцію, га-

ряче водопостачання та технологічні потреби. Також певна її кількість непродуктивно втрачається в процесі її виробництва в топках КШ; процесі її транспортування до споживачів; в самих споживачах [1]. Тепловий баланс комплексу тепlopостачання шахти, таким чином, може бути представлений, як:

$$\sum_{i=1}^{i=n} Q_{C_{om.i}} + \sum_{i=1}^{i=m} Q_{C_{e.i}} + \sum_{i=1}^{i=k} Q_{C_{z.en.i}} + \sum_{i=1}^{i=l} Q_{C_{m.n.i}} + \sum_{i=1}^{i=r} Q_{em.c.i} =$$

$$= \sum_{i=1}^{i=q} Q_{K.O_i} - \sum_{i=1}^{i=q} Q_{em.m.i} - \sum_{i=1}^{i=d} Q_{em.mn.i} \quad (1)$$

де складові лівої частини – це суми тепла, споживаного теплоспоживачами на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, технологічні нужди, відповідно, та сума втрат тепла у споживачах. Складовими правої частини є, відповідно, – сума тепла виробленого котлоагрегатами КШ, та сума втрат тепла у тепловиробниках та трубопроводах.

Кількість теплоспоживачів на шахті може досягати 50 об'єктів, в залежності від розвиненості допоміжного господарства. Однак, наявними споживачами є калоріферні установки, АБК та інші об'єкти поверхні. При цьому один й той же об'єкт може бути як споживачем опалення, так і одночасно споживачем вентиляції та гарячого водопостачання (наприклад, АБК, пральня). Тому більш зручно кількість споживачів на шахті визначати не по кількості будівель, а по кількості різнорідних потреб у тепlopостачанні, що визначено коефіцієнтами  $n, m, k, l, r$  виразу (1). При цьому,  $r$  – це наявна фактична кількість об'єктів тепlopостачання (будівель, до яких підводиться тепло).

Оскільки потреба у тепловій енергії для кожного споживача є змінною в часі, залежить від його режиму роботи, часу року, терміну служби та інш., кожний із складових (1) змінюється в функції часу. Проте, змінними є кількість споживаного тепла та кількість споживачів окремих його видів. Це залежить, наперед усе, від пори року:  $n=f(t), m=f(t), k=f(t), l=f(t)$ .

В залежності від потреб споживачів змінюється і кількість працюючих котлоагрегатів  $q=f(n, m, k, l)$ , а також кількість втрат тепла. Розмір втрат тепла залежить, у першу чергу, від температури навколишнього середовища, та є змінним в часі [1]. Проте, кількість втрат тепла в споживачах  $r$  залежить безпосередньо від кількості об'єктів тепlopостачання, а кількість втрат в трубопроводах залежить безпосереднього від кількості споживачів різних видів теплової енергії. Це обумовлено окремими тепловими мережами, які застосовуються для

гарячого водопостачання, опалення, вентиляції та технологічних нужд. Таким чином, кількість трубопроводів, в яких відбуваються втрати тепла  $d = f(n, m, k, l)$ .

Отже верхня підсистема проектованої системи автоматичного керування комплексом теплопостачання повинна:

1. Забезпечувати підтримання наступного теплового балансу:

$$\sum_{i=1}^{i=q} Q_{к.о.i} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_{с.ом.i} + \sum_{i=1}^{i=m} Q_{с.в.i} + \sum_{i=1}^{i=k} Q_{с.з.вн.i} + \sum_{i=1}^{i=l} Q_{с.т.н.i} + \sum_{i=1}^{i=r} Q_{вм.с.i} + \sum_{i=1}^{i=q} Q_{вм.м.i} + \sum_{i=1}^{i=d} Q_{вм.мн.i}, \quad (2)$$

2. Зводити до мінімуму непродуктивні витрати тепла:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{i=r} Q_{вм.с.i} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^{i=q} Q_{вм.м.i} \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^{i=d} Q_{вм.мн.i} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (3)$$

З огляду на технологічні особливості КШ [3], необхідно підтримувати параметри кожної топки КШ на рівні відповідно до отримання максимального ККД котельної, та забезпечення безаварійного її функціонування. До визначених вимог (2) та (3) необхідно додати наступні щодо нижньої підсистеми проектованої системи керування:

- 3) Загальний ККД  $\eta_{общ}$  топок КШ прямує до максимуму:

$$\eta_{общ} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_q}{q} \rightarrow \text{Max}. \quad (4)$$

- 4) Значення технологічних параметрів кожної топки КШ ( $T$  – температура КШ,  $H$  – висота КШ,  $V$  – швидкість дуттєвого повітря,  $P$  – розрідження) лежить в нормі за умов:

$$\begin{cases} T_{1\min} < T_1 < T_{1\max} & T_{2\min} < T_2 < T_{2\max} \dots T_{q\min} < T_q < T_{q\max} \\ H_{1\min} < H_1 < H_{1\max} & H_{2\min} < H_2 < H_{2\max} \dots H_{q\min} < H_q < H_{q\max} \\ V_{1\min} < V_1 < V_{1\max} & V_{2\min} < V_2 < V_{2\max} \dots V_{q\min} < V_q < V_{q\max} & H, \\ P_{1\min} < P_1 < P_{1\max} & P_{2\min} < P_2 < P_{2\max} \dots P_{q\min} < P_q < P_{q\max} \end{cases} \quad (5)$$

Огляд сучасних технічних рішень з позиції врахування умов (2) – (5) стосувався систем теплопостачання, широко представлених у промисловості (продукція виробників «Аква Україна», «Термакс», «Солітон», «Технолайф», «Союз-Прибор», Siemens, Dunfoss, OBEH, Kumstrup) і дав наступні результати.

Розглянута апаратура різниться як за областю застосування, так і за кількістю та складністю функцій. Поряд з пристроями локального управління одним технологічним параметром запропоновані системи що здійснюють багатоконтурне взаємопов'язане регулювання декількох параметрів відповідно до передбачених алгоритмів (регулюючі прилади РС29 підприємства «Союз-прибор» та регулятори серії МЛ фірми Microlog Systems).

Проте, жодна з досліджених систем управління теплопостачанням не враховує умови (2) - (5) в комплексі. Тому найбільш важливим в цьому напрямку є обґрунтування і розробка технічних рішень щодо взаємопов'язаного регулювання теплопродуктивності джерела тепла – котлоагрегатів котельної із змінними потребами теплоспоживачів. Практично актуальним є, також, адаптація прийнятних засобів автоматизації до існуючих локальних технічних об'єктів.

**Висновки і напрями подальших досліджень.** Аналіз стану питання щодо автоматизації технологічного процесу керування системами теплопостачання з використанням топок КШ виявив відсутність комплексного урахування діючих зовнішніх та внутрішніх факторів впливу. Це не дозволяє повною мірою запровадити промислове застосування таких систем. Обґрунтовані вимоги до параметрів управління враховують специфіку теплопостачання промислових підприємств, зокрема, гірничих, і можуть бути адаптовані до існуючих локальних технічних об'єктів.

Напрямом подальшого дослідження є наукове обґрунтування критеріїв управління згідно з встановленими вимогами з урахуванням специфіки експлуатації комплексів теплопостачання гірничо-технологічних виробництв.

**Перелік посилань.**

1. Гавриленко Б.В., Ткаченко Г.С. Критерії керування шахтною системою теплопостачання з топками НТКШ.//Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-механічна». Випуск 83-Донецьк: ДонНТУ, 2004, с. 58 – 63.
2. Адрианов Д.Е., Штыков Р.А. Экономия энергии путем управления тепловыми сетями на промышленном предприятии.//Промышленная энергетика № 6, 2003, с. 2 – 5.
3. Ж.В. Вискин и др. Сжигание угля в кипящем слое и утилизация его отходов. – Донецк: «Новый мир», 1997 г. – 284 с.