

ДОСВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті йдеться про модернізацію водогрійних котлів систем централізованого теплопостачання шляхом заміни пальників та систем автоматизації і управління роботою котлів. Проведено аналіз проблем, що виникають при заміні пальників, наведено досвід закордонних фірм по модернізації котлів, вироблених у СРСР. Наведені конкретні показники роботи модернізованих котлів.

Системи централізованого теплопостачання міст України не відповідають сьогоднішнім вимогам з енергоефективності. Викликано це тим, що вони були спроектовані і побудовані, в кращому випадку, сорок років тому. Відповідно, технічні рішення закладені в них та технічні засоби їх реалізації у більшості випадків застарілі і досить часто не відповідають сьогоднішньому рівню розвитку техніки в цій галузі.

Будучи єдиним технічним організмом система централізованого теплопостачання для аналізу перспективи її модернізації або реконструкції з метою підвищення енергоефективності може бути розкладена на три основні підсистеми: джерело теплоти, система трубопроводів для передачі теплоти споживачу (теплова мережа) та пристрої перетворення теплоти у її споживача (абонентські вводи або індивідуальні теплові пункти). Для кожної з підсистем можна знайти свої напрямки модернізації. При цьому для розробки шляхів підвищення ефективності роботи основних підсистем їх можна розкласти на більш дрібні елементи. Так, джерела теплоти – водогрійні котельні – можна розкласти на ряд підсистем: власне котли та допоміжні підсистеми (насосні групи, система паливоподачі, водопідготовка, електропостачання) хоча, безумовно, найбільший ефект дає модернізація саме котлів. Для аналізу використаємо загальноприйняте рівняння теплового балансу котла [1]:

$$q_p^p = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \quad (1)$$

Аналіз проводимо тільки для газомазутних котлів, тому q_4 та q_6 з аналізу виключаємо.

Для зменшення q_2 є два відомих шляхи зменшення температури газів, що доходять навіть до організації конденсаційного режиму роботи котлів та зменшення присосів. Другий спосіб пов'язаний зі зменшенням q_5 , чого можна досягнути шляхом вдосконалення конструкції обмуровки та використання більш ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Особливу цікавість викликає проблема зменшення q_3 , яка пов'язана з якістю організації процесів горіння в топках котлів. Рівень організації цього процесу, а відповідно і теплова ефективність топки котла залежить як від

ступеня досконалості пальника, так і від відповідності пальника геометричній конфігурації та конструктивним особливостям топки [2].

Водогрійні котли, які використовуються в котельних централізованих систем тепlopостачання середньої та великої потужності – це, в основному, котли серій КВГМ та ПТВМ. В них використовуються пальники типу ГМГ та РГМГ, які розроблені півстоліття тому. На момент розробки вони цілком відповідали існуючим тоді уявленням вимог до пальників і за деякими параметрами випереджали навіть зарубіжні аналоги. Однак, наразі вони вже не задовольняють жорстким вимогам, висунутим зараз до пальників і поступаються за своїми характеристиками аналогічним виробам таких світових лідерів у цій області, як Weishaupt, Pillard, SAACKE, RAY, Oilon, Riello, проте як і стандарту, вимогам якого останні відповідають [3].

Здавалось б, є простий вихід – зробити заміну застарілих пальників разом з системою автоматики, які не задовольняють навіть деяким вимогам СНиП на проектування котельних установок [4]. Однак, таке спрощене уявлення часто призводить до великої витрати коштів без досягнення позитивного ефекту, а найчастіше і до негативних результатів. Таке стає можливим, якщо попередньо не зробити моделювання температурного поля в топці котла, в якому планується заміна встановлених пальників на інші, оскільки самий найкращий пальник, призначений для використання в котлах (наприклад, при використанні пальників для котлів з глибокими топками в котлах з короткою топкою), може призвести до негативних результатів. Тому світові лідери в виготовленні промислових пальників досить обережно підходять до пропозицій використовувати їх пальники для модернізації котлів, що використовуються в котельнях централізованих систем тепlopостачання в Україні та інших державах СНД. Результати моделювання роботи топок котлів, що використовуються у нас, з імпортованими пальниками часто призводять до необхідності вносити певні корективи в конструкції пальників і не всі виробники легко на це погоджуються. Аналіз проведених модернізацій, які здійснювались в основному на водогрійних котлах серій КВГМ та ПТВМ в країнах бувшого СЕВ, Прибалтики та частково РФ показує, що простіше пройшла модернізація котлів серії КВГМ. Так, фірма SAACKE ГмВН має досвід прямої заміни пальників для КВГМ–10, 20, 30, 50. Фірма Five Pillard має досвід прямої заміни пальників на котлах КВГМ–100. Фірма Elko при модернізації котла КВГМ–20 у Латвії була вимушена використовувати два пальники меншої потужності замість одного штатного, оскільки конструкції її пальників необхідної потужності передбачались для жаротрубних котлів, що мають більш глибоку топку. Складніше справа йде з котлами серії ПТВМ. Ці котли мають вертикальну топку і за проектом оснащені великою кількістю пальників відносно невеликої потужності – від шести для ПТВМ–30 до двадцяти для ПТВМ–180.

Різні виробники показали різні підходи до модернізації котлів цієї серії. Так, Fives Pillard в Литві та Естонії для котлів ПТВМ–50 провели заміну 12 штатних пальників на 12 своїх пальників. При цьому в одному випадку для кожного пальника був передбачений власний дуттьовий вентилятор, а в іншому

випадку використовувались два дуттьових вентилятора – по одному на кожні шість пальників.

Фірма RAY GmbH для модернізації такого котла використала два газомазутні пальники, розташовані на одній стінці топки одна над другою.

Для котлів ПТВМ–100 фірма SAACKE GmbH використала 6 пальників замість 16 штатних. Ці 6 пальників були розташовані у два яруси на одній стінці по 3 пальника в ярусі. Фінським Oilon у Софії при реконструкції котлів ПТВМ–100 використано 6 пальників, розташованих по різні боки топки по 3 на стіні, розміщені на різних рівнях та напрямлені під кутом в сторону поду топки. Необхідно відмітити, що в цьому випадку мова йшла про реконструкцію котла зі збільшенням розмірів топки з відповідним збільшенням площ поверхонь нагріву для досягнення потужності 128 Гкал/год. Пальники використані зі зниженим рівнем генерування NO_x.

Фірма Weishaupt в Угорщині при модернізації котла ПТВМ–30 використала замість шести штатних пальників, розташованих по три штуки на двох протилежних бічних стінах котла, всього три блочних пальника, що розташовані в поду котла.

Таким самим шляхом пішло підприємство «Спецінжбуд», розташувачи два пальника фірми SAACKE GmbH в поду котла ПТВМ-30, залишивши штатні вентилятори.

У Латвії котли ПТВМ–100 модернізовані з використанням пальників фірми «Todd», які в кількості чотирьох штук розташовані на одній стінці котла. При цьому використовується один дуттьовий вентилятор на всі пальники.

В Естонії два котла ПТВМ–100 модернізовані різними способами. Один котел модернізовано шляхом оснащення всіх 16 штатних пальників індивідуальними дуттьовими вентиляторами та автоматикою, що забезпечує автоматичне розпалювання кожного пальника та їх почергове включення. Другий котел оснащений пальниками фірми Hamworthy, розташованими на двох протилежних стінах під кутом в напрямку поду і на різних рівнях.

Аналіз результатів досліджень показав, що при роботі на природному газі підвищувався середньозважений ккд, тобто середній по всьому діапазону навантажень, у всіх випадках покращились екологічні показники роботи котлів. Нижче приведено значення викидів для деяких котлів після заміни пальників:

- для котлів ПТВМ–100 з пальниками SAACKE NO_x менше 150 мг/м³ викидів NO_x та CO біля 50 мг/м³;
- з пальниками Hamworthy NO_x 180 мг/м³ і CO 50 мг/м³;
- з пальниками РГМГ з індивідуальними дуттьовими вентиляторами та автоматикою NO_x 140 мг/м³ і CO 80 мг/м³;
- з пальниками Oilon (з врахуванням збільшення потужності котла до 120 Гкал/год) – NO_x 200 мг/м³ і CO 200 мг/м³.

Для котлів ПТВМ–50 існує три варіанта:

- два пальника фірми RAY GmbH показники NO_x 160 мг/м³ і CO 40 мг/м³

- дванадцять пальників Fives Pillard з двома дуттьовими вентиляторами по одному на шість пальників дали NO_x 200 мг/м^3 і CO 50 мг/м^3
- для котлів ПТВМ–30 з трьома пальниками фірми Weishaupt маємо NO_x 140 мг/м^3 і CO 30 мг/м^3
- з двома пальниками SAACKЕ отримані викиди дали NO_x 150 мг/м^3 і CO 10 мг/м^3

У Російській Федерації також є досвід модернізації котлів серії ПТВМ. Однак російські спеціалісти не обмежуються заміною пальників зі зменшенням їх кількості, але й пропонують реконструювати конвективну частину з заміною труб на труби 38x4 із зовнішнім оребренням, замінити штатні вентилятори на сучасні більшої одиничної потужності [5]. Багато уваги в РФ приділяють збільшенню потужності котлів шляхом збільшення площі поверхонь нагріву, при цьому для зменшення викидів NO_x та підвищення надійності експлуатації системи повітропостачання пропонується застосовувати рециркуляцію димових газів, подаючи їх на всмоктування дуттьовими вентиляторами [6]. Стверджується, що концентрація викидів азоту може впасти до 80 мг/м^3 при роботі на природному газі.

Таким же шляхом в 2010 році в Німеччині вже вдруге були модернізовані котли ПТВМ-100 з пальниками фірми SAACKЕ після п'ятнадцяти років експлуатації, оскільки з моменту першої модернізації у 1995 році у Європі були введені більш жорсткі норми з викидів NO_x та CO .

В усіх випадках була повністю замінена система автоматизації і управління роботою котлів, без чого заміна пальників втрачає сенс.

Література

1. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. – М.: Энергия, 1973. – 295 с.
2. Гурвич А. М., Блох А. Г. О температуре топочного пространства // Энергомашиностроение, 1956. – № 6. – С. 11 – 15.
3. Hansen M., Jeschar R. Verbrennung bei gleichzeitiger Wärmeübertragung // Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. – № 7. – P. 397 – 406.
4. Поляк Г. Л., Шорин С. Н. О теории теплообмена в топках. – Изв. АН СССР. ОТН, 1949. – № 12. – С. 1832 – 1847.
5. Щелоков В. М., Ладыщев В. В., Лисейкин И. Д., Тодорович А. В. Модернизация водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ <http://pk-imperia.ru/articles/modernizacia-vodogreinyx.htm>
6. Щелоков В. М., Ладыщев В. В., Лисейкин И. Д., Тодорович А. В. Модернизация водогрейных водотрубных котлов типа ПТВМ и КВГМ // Новости теплоснабжения, 2011. – № 4.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

П. М. Гламаздин, Д. П. Гламаздин

В статье идет речь о модернизации водогрейных котлов систем централизованного теплоснабжения путем замены горелок и систем автоматизации и управления работой котлов. Проведен анализ проблем, возникающих при замене горелок, приведен опыт зарубежных фирм по модернизации котлов, произведенных в СССР. Приведены конкретные показатели работы модернизированных котлов.

AN EXPERIENCE OF MODERNIZATION OF GREAT CAPACITY'S WATER-HEATING BOILERS

Pavel M. Glamazdin, Dmitry P. Glamazdin

In the article the speech goes about modernization of the boilers of district heating systems by replacing the burners and automation and control systems of boilers. The article analyzes problems arising during the replacement of the burners, an experience of foreign companies with modernization of the boilers, manufactured in the USSR is given. Specifications of the upgraded boilers are given.