

УДК 621.3: 658.26

Безродний М.К. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»)

Варламов Г.Б. – НТУУ «КПІ»

Тімакова Т.В. – інженер, ТОВ «Роберт Бош»

Шовкалюк Ю.В. – ас., НТУУ «КПІ»

Шовкалюк М.М. – ас., НТУУ «КПІ»

НАВЧАЛЬНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ СХЕМИ ДжЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДОПАЛИВНОГО ТА КОНДЕНСАЦІЙНОГО КОТЛА

Завдяки впровадженню нових форм співробітництва провідних організацій виробників теплоенергетичного обладнання і ВНЗ для якісної підготовки спеціалістів-теплоенергетиків передбачається створення спільного навчально-наукового центру «КПІ»-Бош».

Розроблено проект навчально-експериментального стенду для дослідження характеристик роботи сучасного теплоенергетичного обладнання та моделювання режимів роботи, проведення аналізу отриманих результатів експериментальних даних, виконання різних наукових робіт, вдосконалення керування енергоустановками.

Ключові слова: експериментальний стенд, конденсаційні котли, твердопаливні котли.

Постановка проблеми

Основним видом палива в Україні є природний газ, вартість якого різко збільшується щорічно з 2006 р. і продовжує зростати. Зважаючи на енергетичну залежність України, ефективне та заощадливе використання енергії стає стратегічним напрямком розвитку нашої країни. Як альтернативу газу, все частіше розглядають теплові насоси, сонячну енергію та альтернативні види палива. Одним з напрямків підвищення економічності спалювання органічного палива є також використання сучасних ефективних конденсаційних котлів. Оцінка енергоефективності впровадження того чи іншого обладнання потребує великої кількості дослідів і експериментів.

Завдяки впровадженню нових форм співробітництва провідних організацій виробників теплоенергетичного обладнання і ВНЗ для дослідження характеристик роботи сучасного енергетичного обладнання і якісної підготовки спеціалістів-теплоенергетиків передбачається створення спільного навчально-наукового центру «КПІ»-Бош».

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В науковій літературі велика кількість робіт різних авторів приділяється використанню нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії [1–3]. В [4] розроблено проект стенду з використанням сонячних колекторів та теплового насосу, створеного для наочного вивчення принципів роботи сонячних колекторів різних типів, дослідження та порівняння їх ефективності в різні періоди року, вивчення роботи теплового насосу та експериментального дослідження режимів його роботи. Приведена тепла схема з використанням різного обладнання, яка дозволяє в якості джерела теплоти, крім теплового насосу та сонячних колекторів, приєднувати будь-які інші види теплогенеруючого обладнання, зокрема, твердопаливного, газового конденсаційного і т.п.

Впровадження конденсаційних котлів має великі перспективи [5]. Сьогодні практично кожна організація, що є постачальником опалювального обладнання, має декілька моделей конденсаційних котлів, до чого виробників підштовхнуло підвищення цін на енергоносії [6]. Конденсаційні котли дають змогу економити до 17 % палива у порівнянні з традиційними і до 33 % – у порівнянні із застарілими конструкціями газових котлів. Низькі викиди забруднюючих речовин в атмосферу (зменшення до 70 %), збільшений на 14–18 % ККД в порівнянні з традиційними не конденсаційними котлами створюють комплексні переваги при їх застосуванні.

Зважаючи на зростання вартості природного газу, все більша увага приділяється використанню нетрадиційних видів палив [7], зокрема, використанню у якості джерел тепlopостачання котлів, які працюють на твердому паливі [8–10]. Для України це стає актуальним питанням.

Проведений огляд вказує на обмежену кількість публікацій щодо досліджень роботи комбінованих схем теплоенергетичного обладнання з використанням новітніх науково-технічних розробок та екологічної безпеки об'єктів теплоенергетики.

Крім того, в технічній і науковій літературі дуже мало відомостей щодо засобів та методів підготовки кваліфікованих спеціалістів в цій галузі. Зокрема, теоретична підготовка інженерів-теплоенергетиків не підкріплюється практичними навичками. Тому створення навчальних стендів для ознайомлення з сучасним енергетичним обладнанням, виконання досліджень характеристики роботи при різних параметрах дасть змогу значно підвищити ефективність навчання та підвищення кваліфікації енергетиків, проводити аналіз результатів експериментальних даних, виконувати різні наукові роботи, вдосконалювати керування енергоустановками.

Постановка задачі

Для підвищення якості підготовки висококваліфікованих спеціалістів в галузі енергетики пропонується використання навчально-дослідного стенду сучасного теплоенергетичного обладнання з використанням конденсаційного газового та твердопаливного котлів.

Основні матеріали дослідження

Авторами статті розроблений проект спільного навчально-дослідного стенду з використанням сучасного обладнання фірми Бош. Призначення стенду - вивчення характеристик роботи високотехнологічного обладнання для спалювання природного газу з використанням скритої теплоти пароутворення та обладнання для спалювання твердого палива.

Теплова схема стенду показана на рис. 1.

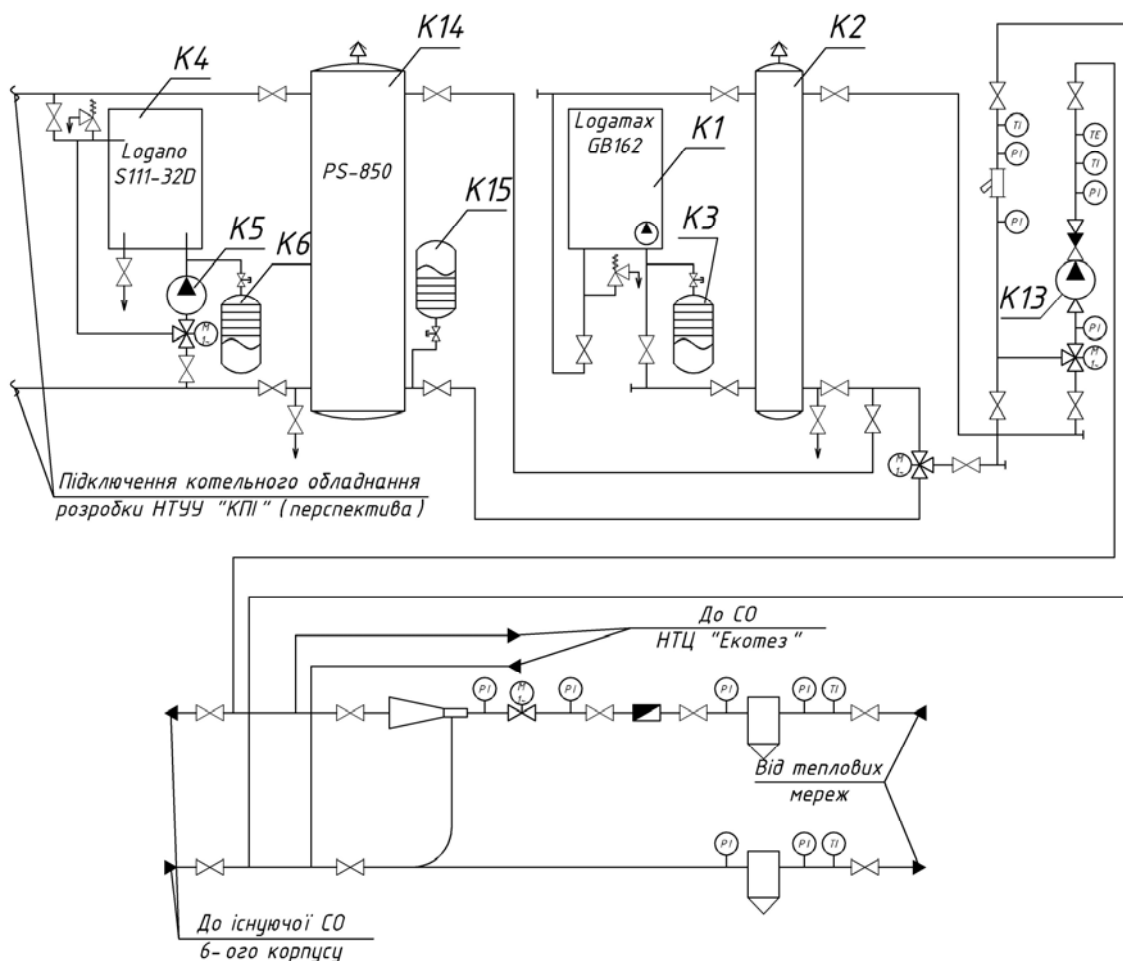


Рис. 1. Теплова схема навчально-дослідного стенду:

K1 – конденсаційний газовий котел; K2 – гідравлічна стрілка; K3, K15, K6 – розширювальні баки закритого типу; K4 – твердопаливний котел;

K5 – насос котлового контуру твердопаливного котла; K13 – циркуляційний насос системи опалення; K14 – бак-накопичувач

Основним завданням створення навчально-наукового центру є ознайомлення студентів та магістрів з високоефективним передовим обладнанням, підняття рівня підготовки спеціалістів і наукових кадрів для подальшого розвитку теплоенергетики за рахунок отримання практичних навичок роботи та дослідження теплообмінних, гідравлічних та аеродинамічних процесів на сучасному теплоенергетичному високоефективному обладнанні.

Основними складовими стенду є настінний конденсаційний котел типу Logamax plus GB162 тепловою потужністю 80 кВт та твердопаливний котел типу Logano S111 тепловою потужністю 32 кВт.

Режим роботи твердопаливного котла при тепlopостачанні 6-го навчального корпусу НТУУ «КПІ» та проведенні лабораторних і дослідницьких робіт – періодичний та «інерційний», що пов'язано зі специфікою процесу спалювання твердого палива, тому для згладжування температурних режимів роботи твердопаливного котла і приєднаної системи опалення передбачається встановлення баку-акумулятору. В порівнянні з надто «інерційним» твердопаливним котлом газовий конденсаційний котел є «мобільним». Автоматика конденсаційного котла дозволяє плавно регулювати теплову потужність в діапазоні від 19 до 100 % з підтриманням оптимальної температури як для «конденсаційного» режиму котла, так і для приєднаної системи опалення.

Зворотна мережна вода з контуру системи опалення через 3-ходовий перемикаючий клапан подається до нижньої частини баку накопичувача (K14) твердопаливного котла (K4), а далі насосом котлового контуру (K5) твердопаливного котла теплоносієм подається до котла, де нагрівається та надходить до верхньої частини баку-накопичувача. Для захисту поверхонь нагріву твердопаливного котла від сірчаної корозії передбачається встановлення лінії рециркуляції з подачею частини нагрітої води з виходу на вхід котла.

З верхньої частини баку-накопичувача через нижню частину термогідравлічного розподільвача (K2) вода вбудованим циркуляційним насосом подається до конденсаційного котла, де нагрівається, а далі через гідравлічну стрілку мережним насосом (K13) подається до системи опалення. Для регулювання температури подавальної мережної води системи опалення в залежності від температури зовнішнього повітря перед мережним насосом передбачається встановлення 3-ходового клапану з підмішуванням зворотної мережної води.

Конденсаційний котел поставляється на загальній рамі з насосною групою, подавальним та зворотнім колекторами та гідравлічною стрілкою. Загальний вигляд конденсаційного котла наведено на рис. 2.

Інженерне рішення технологічної схеми конденсаційного котла передбачає включення в конструкцію теплообмінника з ребристими

трубами зі значною поверхнею нагріву, де відбувається охолодження продуктів згорання нижче точки роси, утворення конденсату водяної пари та утилізація додаткової теплоти.

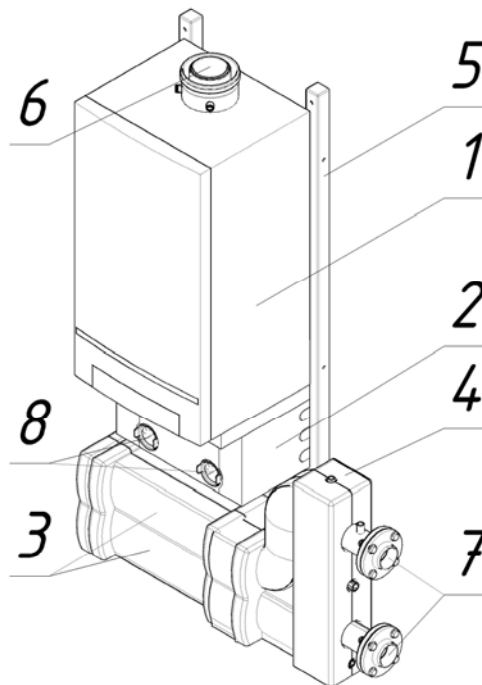


Рис. 2. Конденсаційний котел:

1 – котел; 2 – насосна група; 3 – подавальний та зворотній колектори;
4 – гідравлічна стрілка; 5 – рама котла; 6 – димохід; 7 – фланці під’єднання контуру системи опалення; 8 – термоманометри

Максимальне використання вищої питомої теплоти згорання палива та робота з низьким рівнем шуму забезпечується завдяки експлуатації з циркуляційним насосом з регулюванням по різниці тисків або по продуктивності. Котел обладнаний газовим керамічним пальником плоского полум’я з попереднім змішуванням, що дозволяє досягати низької емісії шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Одним із напрямків дослідження є створення математичних моделей встановленого устаткування з комп’ютерним моделюванням теплових, гідравлічних та аеродинамічних режимів його роботи, що дозволить проаналізувати роботу обладнання в більш широкому діапазоні і, можливо, буде передумовою для удосконалення і підвищення ефективності обладнання.

Високий рівень автоматизації дозволяє гнучко програмувати різні режими роботи теплової схеми стенду, крім того, наявні перехідні інтерфейси для під’єднання обладнання до ЕОМ дають змогу «знімати» показники з усіх датчиків і слідкувати за роботою стенду, як у статичному режимі, так і у динамічному, що надає можливість дослідити роботу кожного елемента та всієї схеми в цілому.

Висновки

Розроблено проект навчально-експериментального стенду для дослідження характеристик роботи сучасного теплоенергетичного обладнання з використанням конденсаційного газового котла та твердопаливного котла фірми «Buderus»; приведена теплова схема, що передбачає можливість підключення в перспективі котельного обладнання, розробленого за участю науковців НТУУ «КПІ».

Створення стенду дозволить проводити детальні експериментальні дослідження комбінованої схеми джерела тепlopостачання з використанням твердопаливного та газового конденсаційного котла на різних режимах, оптимізувати параметри, наочно вивчати різні режими навантаження, що дасть змогу значно підвищити якість підготовки спеціалістів для галузі енергетики.

Список літератури

1. Гершкович В. Ф. Всегда ли эффективен тепловой насос / В. Ф. Гершкович // СОК. – 2009. – № 10. – С. 40–43.
2. Гликсон А. Л. Гелиосистемы и тепловые насосы в системах автономного тепло- и холодоснабжения / А. Л. Гликсон, А. В. Дорошенко // АВОК: Вентиляция. Отопление. Кондиционирование. – 2004. – № 7. – С. 18–22.
3. Джалилов А. Х. Технические аспекты использования соломы для автономного энергоснабжения / А. Х. Джалилов, А. А. Левин, И. Э. Мильман // Науч. тр. ВИЭСХ. – 1998. – Т. 84. – С. 147–152.
4. Варламов Г. Б. Впровадження передових технологій в енергетиці через навчання / Г. Б. Варламов, М. К. Безродний, Т. В. Тімакова, Ю. В. Шовкалюк, М. М. Шовкалюк // Вісник Харківського нац. техн. унів-ту сільськ. госп-ва ім. П.Василенка. – Вип. 87. : міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми енергозбереження та енергозабезпечення в АПК України», 8-10 жовтня 2009 р. – Х. : ХНТУСГ. – 2009. – С. 30–33.
5. Белов В. В. Перспективы конденсационных котлов / В. В. Белов // ЖКХ: технол. и оборуд. – 2007. – № 2. – С. 28–30.
6. Захаренко-Березьянская Ю. А. Украинский рынок конденсационных котлов. Тенденции и перспективы / Ю. А. Захаренко-Березьянская // СОК. – 2005. – № 9. – С. 10–16.
7. Долинский А. А., Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива / А. А. Долинский, Г. Г. Гелетуха // Энергетическая политика Украины. – 2006. – № 3–4. – С. 60–65.
8. Олейник Е. А. Европейский опыт использования древесины для теплоснабжения / Е. А. Олейник // Коммунальное хозяйство. – 2008. – № 2(10). – С. 30–33.

9. Дрозд К. В. Впровадження котельень, що працюють на деревині / К. В. Дрозд // М+Т. – 2007. – № 2. – С. 54–56.

10. Автономная котельная на древесных отходах / Энергослужба предприятия. – 2008. – № 4(34). – С. 26–28.

Рукопис надійшов 01.10.2009 р.