

УДК 621.3

Й.С. Мисак, д.т.н.
Т.Ю. Кравець, к.т.н.
Т.І. Римар, к.т.н.

ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО ЗАБРУДНЕННЯ КОТЛІВ ТП-100 ТА ТП-92 ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Національний університет «Львівська політехніка»

У даній статті представлені результати дослідження по зменшенню абсолютних втрат тепла з поверхні котлів ТП-100 та ТП-92 за допомогою використання термоелектричних генераторів.

Постановка проблеми

Інженерний захист навколишнього середовища є одним з пріоритетних напрямків екологічної безпеки, спрямований на підвищення якості життя. Не дивлячись на тенденцію підвищення ККД всіх технологій генерування енергії, низькопотенційні теплові викиди зростають пропорційно до зростання виробництва теплової та електричної енергії.

Подальший розвиток інженерного захисту навколишнього середовища спрямований на вдосконалення основних технологій виробництва та мінімізації їх дії на навколишнє середовище, що потребує подальшого розвитку і підвищення якості технічних і екологічних методів та засобів.

Сьогодні залишаються невирішеними та досить актуальними задачі пов'язані із зниженням теплових викидів в потужних енергетичних котлах. Адже зниження тепловтрат приводить до підвищення таких важливих на сьогодні факторів для котлів, як економічність, екологічність та конкурентноздатність.

В даній публікації увагу приділено зниженню теплового забруднення приміщення котельні, тобто зниженню втрат теплоти в навколишнє середовище з поверхні котлів за рахунок використання термоелектричних елементів. Хоча ця втрата теплоти в потужних котлах не є найбільшою, проте варто зауважити, що для котла паропродуктивністю 640 т/год. пари (котел ТП-100 Бурштинської ТЕС) вона складає 0,25% (400÷600 кВт залежно від величини поверхні котла), а це, в свою чергу, складає значну величину.

Отже, зменшивши цю втрату ми підвищуємо ККД котельної установки (її рентабельність), досягаємо значної економії палива та зменшуємо негативний вплив на екологію, що є досить актуальною задачею на сьогодні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Згідно з [1, 2] основні дослідження останнім часом проводились по вдосконаленню методів визначення втрат теплоти з поверхні котлів (q_5). Всі попередні публікації по зниженню вищевказаної втрати теплоти зупинилися на рекомендаціях із збільшення товщини теплоізоляції, визначення її оптимальної величини, застосуванню більш ефективної теплоізоляції корпусів котлів [3, 4] і носили теоретично-рекомендаційний характер.

Мета статті

Знизити викиди теплоти з поверхні (q_5) потужних енергетичних котлів та використати цю теплоту за рахунок використання термоелектричних елементів.

Виклад основного матеріалу

Втрата тепла в навколишнє середовище (q_5) виникає тому, що температура зовнішньої поверхні котла (обмурівки, трубопроводів) перевищує температуру навколишнього середовища. Основним чином q_5 залежить від сумарної площі зовнішніх тепловиділяючих поверхонь котла, температури зовнішньої поверхні теплоізоляції, температури повітря в котельні і величини наявної теплоти, яка внесена в топку котла. Ця втрата теплоти важко піддається експериментальному обліку, проте в середньому для сучасних котлів вона лежить в межах 150÷400 Вт/м² [1, 4]. Для котлів різної продуктивності був рекомендований нормативний графік (рис.1) для визначення q_5 [4].

Таким чином, ми отримуємо втрати на рівні 0,2 – 0,3% для потужних котельних агрегатів і 3 – 0,8% для менш потужних (наявність економайзера в котлі збільшує q_5 на 0,5- 1 %), а в

переведенні на абсолютні величини це значна кількість енергії. Зменшивши цю втрату ми підвищуємо ККД котельної установки (її рентабельність) і досягаємо значної економії палива зі зменшенням негативного впливу на оточуюче середовище, що покращує умови праці.

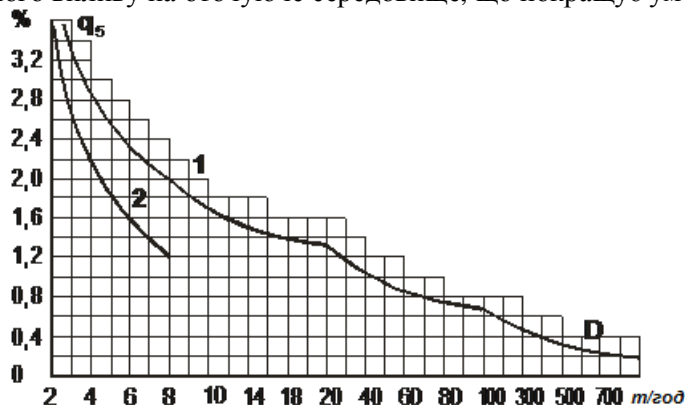


Рис. 1. Залежність втрат тепла з поверхні котла від паропроодуктивності котла.

1 – котельний агрегат (з хвостовими поверхнями); 2 – котельний агрегат (без хвостових поверхонь)

Для зниження тепловтрати q_5 ми пропонуємо нанести на поверхню котла паралельно або послідовно з'єднані термоелектричні генератори модульного типу. Це допоможе корисно використати тепло втрат, перетворивши його в електроенергію, а також буде додатковим шаром теплоізоляції.

Термоелектричні генератори (ТЕГ) являють собою напівпровідникові термопари і призначені для прямого перетворення теплової енергії в електричну.

Переваги ТЕГ: великий термін служби, висока надійність, стабільність параметрів, вібростійкість, безшумність, можливість функціонування в екстремальних умовах, при великих механічних навантаженнях, в умовах космічного простору та ін.

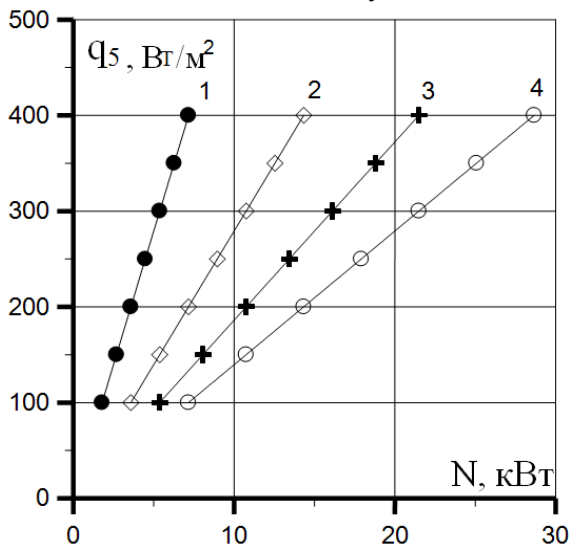


Рис. 2. Залежність абсолютної втрати тепла q_5 з поверхні котла ТП-100 від ККД термоелектричного генератора та потужності отриманої від ТЕГ.

1 – $\eta_{ТЕГ} = 0,01$; 2 – $\eta_{ТЕГ} = 0,02$; 3 – $\eta_{ТЕГ} = 0,03$;
4 – $\eta_{ТЕГ} = 0,04$.

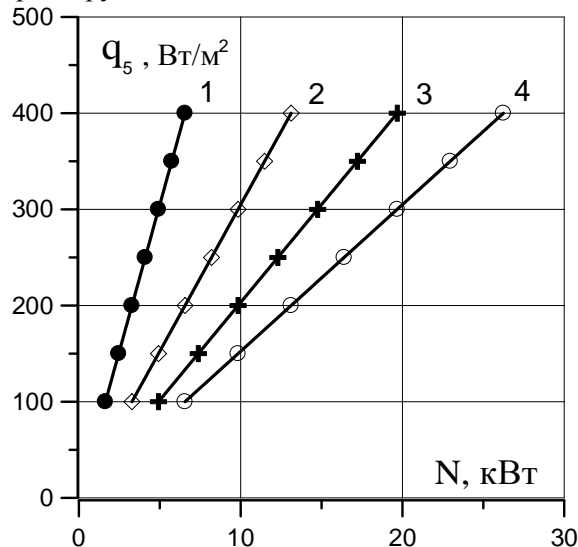


Рис. 3. Залежність абсолютної втрати тепла q_5 з поверхні котла ТП-92 від ККД термоелектричного генератора та потужності отриманої від ТЕГ.

1 – $\eta_{ТЕГ} = 0,01$; 2 – $\eta_{ТЕГ} = 0,02$; 3 – $\eta_{ТЕГ} = 0,03$;
4 – $\eta_{ТЕГ} = 0,04$.

Принциповою перевагою термоелектричних перетворювачів енергії є можливість їх функціонування при невеликих перепадах температури. Це дозволяє застосовувати їх для використання відновлювальних джерел низькопотенційного тепла: перепадів температури в океані, в повітрі та між повітрям і поверхнею ґрунту тощо [4].

Ця особливість дає можливість використовувати їх і на ТЕС, оскільки тепло з поверхні котлів малої середньої і великої потужності, яке втрачається є низькопотенційним і зупинити його іншими методами або не можливо, або економічно недоцільно. І лише використання ТЕГ,

завдяки їх унікальним характеристикам є виправданим в цьому випадку для зменшення q_5 .

Недоліки ТЕГ: невисокі відносні енергетичні показники (питома маса 10 - 15 кг/кВт, поверхнева густина потужності 10 кВт/м² (на одиницю поперечного перетину елементу), об'ємна густина потужності 200-400 кВт/м³ і порівняно низький ККД перетворення енергії (1 - 10%) в залежності від перепаду температури на його поверхнях).

Так нами було проведено теоретичні дослідження для котлів ТП-100 (Бурштинська ТЕС) та ТП-92 (Добротвірська ТЕС). В розрахунках використовувались площа поверхні обмурівки (з врахуванням площ лючків, труб, що входять в котел тощо) для вказаних котельних установок та перепад температури стінки і навколишнього середовища $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$. Залежності абсолютної втрати тепла q_5 з поверхні від ККД термоелектричного генератора та потужності отриманої від ТЕГ для котлів ТП-100 і ТП-92 відповідно зображені на рис. 2, рис. 3.

Також нами було визначено коефіцієнт теплопровідності термоелектричних елементів, який складає $\lambda=0,3 \div 1,4$ Вт/(м·град). Таким чином, покривши поверхню котла ТЕГ ми зможемо зменшити втрати тепла з поверхні та знизити температуру стінки в середньому на $0,5 \div 6,6^{\circ}\text{C}$, що сприяє зниженню теплового забруднення в приміщенні котельні.

Використання ТЕГ можливе також для зменшення втрат тепла з вихідними газами (q_2) та втрат з фізичною теплотою жужелю (q_6) в котельних установках, що також дозволить оптимізувати їх роботу.

Варто зауважити й те, що в даній статті не враховано такий економічний фактор, як вартість ТЕГ, який теж відіграє важливу роль при розрахунку собівартості.

Висновки

1. Застосування ТЕГ дозволяє досить ефективно використовувати тепловтрати, перетворюючи їх безпосередньо в електроенергію, тобто ефективно знижувати теплове забруднення в приміщеннях котельні. Так для котла ТП-100 з їх допомогою можна отримати біля 30 кВт електричної енергії, яку можна використати для власних потреб, а для котла ТП-92 - 26 кВт.

2. В результаті використання ТЕГ плоского типу можна знизити втрати теплоти за рахунок додавання ще одного шару ізоляції (з ТЕГ) та зменшити теплове забруднення в приміщенні котельні. Так у котлі ТП-100 та ТП-92 можна понизити температуру стінки на $6,6^{\circ}\text{C}$.

3. Використання ТЕГ дозволить підвищити ККД котельної установки і не спричинить (не потягне за собою) ніяких додаткових специфічних (викликаних встановленням ТЕГ) умов чи особливостей в обслуговуванні котельної установки, оскільки останні можуть працювати навіть у складних умовах і з мінімальним технічним обслуговуванням з боку персоналу, який займається експлуатацією котла.

Список літературних джерел

1. Марчак И.И., Гольшев Л.В., Мысак Й.С. Результаты исследования по определению потери тепла в окружающую среду водогрейными котлами. //Электрические станции. - 2000. - №7.
2. Марчак И.И., Голишев Л.В., Мисак Й.С. Метод контролю втрати тепла технологічним устаткуванням котельні. //Енергетика и электрификация. - 2000. - №5.
3. Немцев З.Ф., Арсеньев Г.В., Белоногов Е.Н. Определение тепловыделений в котельном цехе//Электрические станции. - 1958. - №5.
4. Тепловой расчёт котлов (нормативный метод) Издание третье, переработанное и дополненное Издательство НПО ЦКТИ, СПб, 1998р.
5. Алиевский Б. Л. Специальные электрические машины. М.: Энергоатомиздат, 1994р.