

СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА В ГАЗОМАЗУТНИХ КОТЛАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено математичну модель для теплового розрахунку парогенератора для спалювання вугілля та пелетів. Розглянуто особливості переведення газомазутних енергетичних котлоагрегатів на спалювання твердого палива. Виконано співставлення розрахункових результатів та реальних показників роботи котла.

На основі теплового розрахунку виявлено основні показники роботи котлів та оцінено ефективність роботи котлів на різних паливах.

Ключові слова: парогенератор, вугілля, тепловий розрахунок, паровидатність, ефективність, пеллети з біомаси

Abstract

A mathematical model for the thermal calculation of a steam generator for burning coal and pellets has been developed. The features of conversion of gas-oil power boilers to solid fuel combustion are considered. Comparison of the calculated results and actual performance of the boiler is performed.

Based on the heat calculation, the main indicators of boiler operation were determined and the efficiency of boiler operation on different fuels was evaluated.

Keywords: steam generator, coal, thermal calculation, steam capacity, efficiency, biomass pellets

Вступ. Постановка задачі

Багаторічна залежність від постачання природного газу призвела до енергетичної кризи в Україні. Дефіцит широко доступної інформації з альтернативних джерел енергії, відсутність державної програми підтримки «зеленого» палива, відносно газове благополуччя - ось основні чинники, що перешкоджали до недавнього часу реалізації економічно і соціально обґрунтованих програм з переведення на альтернативне теплопостачання об'єктів як муніципального підпорядкування, так і підприємств промислового і аграрного сектора.

Світова економіка перелаштовується на використання енергії відновлюваних та екологічно чистих джерел, в тому числі, органічні відходи та біомаса, яких Україна має вдосталь [1].

Переважає кількість промислових та енергетичних котлів, встановлених в котельнях та ТЕЦ, мають камерну топку і розроблені для спалювання газового або рідкого палива. Для переведення таких котлів на спалювання твердого палива можна або розмелювати паливо до пилоподібного стану або змінити конструкцію топки [2].

Мета роботи – оцінка показників парогенераторів при спалюванні в них різних видів палива для підвищення їх економічної, енергетичної та екологічної ефективності.

Результати досліджень

Топки твердопаливних пиловугільних котлів в 2...3 рази більше ніж у газових котлів і в 1,5...2 рази більші, ніж для мазутних котлів. Таким чином, для досягнення задовільних показників по ККД та шкідливих викидах необхідно збільшувати об'єм топки шляхом реконструкції котла або влаштування передтопок для спалювання вугілля або біомаси.

Технічне переоснащення газомазутних парогенераторів для спалювання вугілля та біомаси передбачає влаштування в існуючих котлах шарових топок киплячого шару, системи подачі палива і золовидалення, газоочистки, реконструкція системи подавання дуттєвого повітря.

Переведення газомазутних парогенераторів із застосуванням сучасних, апробованих в Україні, технологій спалювання твердого палива в шарі дозволяє значно знизити собівартість виробленої теплової енергії, забезпечує достатньо високий ККД котла і екологічну безпеку роботи ТЕЦ. Недоліком

використання твердого палива в газомазутних котлах є суттєве зниження потужності їх роботи.

Нами розроблена математична модель для теплового розрахунку газомазутного парогенератора при спалюванні вугілля або пеллетів. Модель побудована на рівняннях Нормативного методу теплового розрахунку котлоагрегатів та рекомендацій [3].

Під час виконання даного дослідження проведено оцінювання показників роботи котла на таких твердих паливах: пеллети з соняшникового лушпиння вологістю 8,6% з теплою згорання 13,7 МДж/кг; кам'яне вугілля марки АС вологістю 8,0% з теплою згорання 27,3 МДж/кг; щепи деревини вологістю 20,0% з теплою згорання 12,4 МДж/кг; суміші пеллет та вугілля з вологістю 8,4% з теплою згорання 17,1 МДж/кг; вугілля марки ДГ з вологістю 11% і теплою згорання 23 МДж/кг. Слід зазначити що на всіх паливах парогенератор забезпечував сталі параметри пари, а саме, 39 атм. та 440°C.

За результати математичного моделювання роботи котла паровидатністю 75 т/год виявлено, що на мазуті він може забезпечити 75 т/год пари з раціональними показниками по ККД котла. При спалюванні вугілля марки АС та пеллетів з лушпиння соняшника 60 т/год [5].

Для парогенератора паровидатністю 35 т/год виявлено, що на природному газі він може виробляти 35 т/год пари при забезпеченні раціонального ККД. При спалюванні вугілля 24...25 т/год, пеллетів з соняшнику – 19 т/год, а при спалюванні щепи 15 т/год [6].

Для оцінки економічної ефективності переведення газомазутних парогенераторів на спалювання твердого палива виконано техніко-економічну оцінку. За весь сезон потрібно спалити 14774,4 тис. м³ природного газу, або 22075,2 т вугілля, або 44020,8 т відходів деревини.

Таким чином, сезонні витрати на паливо складуться: для природного 177,3 млн. грн., для вугілля 110,4 млн. грн., для відходів деревини 88,0 млн. грн.

Отже, техніко-економічні показники роботи котла на твердому паливі підтверджують ефективність реконструкції котла, оскільки не дивлячись на зменшення ККД котла досягається значна економія коштів за рахунок нижчої в 2...4 рази ціни палива в порівнянні з природним газом.

В той же час використання вугілля призводить до погіршення екологічної ситуації [7] і тому вимагає запровадження додаткових заходів по очищенню відхідних газів. Використання біомаси – пеллет з соняшникового лушпиння, не дивлячись на необхідність очищувати відхідні гази, дозволяє значно зменшити викиди парникових газів і скоротити темпи вичерпання традиційних паливних корисних копалин.

Висновки

Аналіз особливостей переведення газомазутних котлів на спалювання твердого палива показав можливість та доцільність такої роботи.

На основі Нормативного методу розроблено математичну модель для розрахунку показників роботи газомазутних парогенераторів, реконструйованих для спалювання твердого палива. Виконано моделювання роботи та оцінка ефективності котла паровидатністю 75 т/год на вугіллі та пеллетах з соняшникового лушпиння. Розрахункова паровидатність котла при спалюванні твердого палива зменшується на 20%, а ККД котла на 6...10%.

Виявлено, що котел паровидатністю 35 т/год стабільно працює на вугіллі АС, вугіллі ДГ, пеллетах з лушпиння соняшника, щепі деревини. При цьому відбувається зменшення паровидатності в порівнянні із роботою на природному газі, а також зниження ККД котла.

Оцінено техніко-економічні показники переведення енергетичних парогенераторів на тверде паливо. Виявлено, що використання вугілля або біомаси дозволяє зменшити витрати на паливо на 25...50%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Переведення ТЕЦ з газу на вугілля. Режим доступу: <https://www.rbc.ua/rus/news/-naftogaz-privlechet-u-kitaya-kredit-na-3-6-mlrd-doll-dlya-perevoda-27082012082200>
2. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.
3. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2010. - 117 с.
4. Майстренко О.Ю., Чернявський М.В., Василенко С.М. Перспективи використання твердого палива в цукровій промисловості України // Цукор України. – 2006. – №3. – С.16-20.

5. Степанов Д.В. Ефективність переведення парогенератора БКЗ-75-39ФБ на тверде паливо / Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ, м. Вінниця, 2019. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/6996/5676>
6. Степанов Д.В. Ефективність роботи котла БГМ-35М при спалюванні різних видів палива / Д. В. Степанов, Л.В. Скоро-дзієвська, І.В. Левадський // Збірник матеріалів МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України» (12-14 листопада 2019 р., Вінниця). – Вінниця : ВНТУ, 2019. – С. 428 – 430.
7. Степанов Д.В., Боднар Л.А. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія –Вінниця: ВНТУ, 2011.– 136 с.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Левадський Ілля Васильович, студент групи ТЕ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, levadskiy.illya@gmail.com

Дяченко Павло Олександрович, студент групи ТЕ-19б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, DyachenkoP@gmail.com

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Levadskiy Ilya, student of Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, levadskiy.illya@gmail.com

Dyachenko Pavlo, student of Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, DyachenkoP@gmail.com