

References

1. SO 34.37.306-2001 (RD 153-34.1-37.306-2001) Metodicheskie ukazaniya po kontrolyu sostoyaniya osnovnogo oborudovaniya teplovyih elektricheskikh stantsiy. Opredelenie kolichestva i himicheskogo sostava otlozheniy. (Rus.)
2. RD 34.37.403-91. Metodicheskie ukazaniya po ekspluatatsionnoy himicheskoy ochistke energoblokov sverhkriticheskogo davleniya (Rus.)
3. Anipko O.B., Arseneva O.P. Nadezhnost plastinchastyyh teploobmennyih apparatov sistem otopeniya i goryachego vodosnabzheniya s uchetoм obrazovaniya zagryazneniy na teploperedayushey poverhnosti, *Integririvannyie tehnologii i energosberezhenie*, 2003, (4), pp. 9–13. (Rus.)
4. Margulova T.H. Himicheskie ochistki teploenergeticheskogo oborudovaniya, Moscow : Energiya, 1969, 317 p. (Rus.)
5. Galikeev A.R., Aminev F.M. Udalenie nakipnyih i shlamovyih otlozheniy ih kotel'nogo oborudovaniya himicheskim putem, *Energosberezheniye i vodopodgotovka*, 2004, (1), pp. 21–24. (Rus.)
6. Kupreev P.F., Korotkevich V.A. Opyit himicheskoy ochistki kotlov ot nakipi v agropromyshlennom komplekse Belorussii, *Promyshlennaya energetika*, 1990, (5), pp. 16–17. (Rus.)

Received November 4, 2017

УДК 621.312.04

Мисак Й.С., докт. техн. наук, проф.,
Заяць М.Ф., Рymar Т.І., канд. техн. наук
 Національний університет «Львівська політехніка», Львів
 вул. С. Бандери, 12, 79013 Львів, Україна, e-mail: tan_ru@ukr.net

Дослідження економічних показників роботи модернізованого РПП-98

Аналіз існуючих способів та схем підігрівання повітря продуктами згоряння палива у хвостових поверхнях нагрівання котла вказує на те, що такі заходи дають можливість підвищити економічність та надійність енергоустановок, а також підвищити ККД котельних установок. Наведено результати дослідження економічних показників роботи модернізованого РПП-98 котла ТГМП-314А енергоблоку 300 МВт на природному газі в діапазоні зміни навантаження енергоблоку 160–260 МВт та на мазуті у діапазоні зміни навантаження енергоблоку 200–260 МВт. Досліди проводилися при стабільному режимі роботи котла у два етапи: за відключеної та за включеної схемами відсмоктування середовища з ущільнень РПП. Середнє збільшення ККД котла бруто складає 0,35 % під час роботи котла на природному газі та на мазуті у зазначеному діапазоні навантажень. Присмоктки повітря у РПП за навантажень енергоблоку 160–260 МВт за включеної схеми зменшуються порівняно з відключеною схемою у середньому на 7 %. *Бібл. 10, рис. 5.*

Ключові слова: регенеративний повітропідігрівник, схема відсмоктування середовища, присмоктки повітря, рециркуляція димових газів, ККД котла.

Підвищення економічності роботи потужних енергоблоків діючих ТЕС та ТЕЦ за рахунок підвищення початкових параметрів пари з урахуванням вимог маневреності є на сьогоднішній день надзвичайно складною технічною задачею. Тому важливим напрямом удосконалення економічних показників роботи енергоблоків ТЕС та ТЕЦ є підігрівання повітря, яке подається як окислювач палива у паливню котла, в поєднанні з системою утилізації теплоти відхідних газів.

Використання підігрівання повітря продуктами згоряння палива в останніх по ходу газів конвективних поверхнях нагрівання дає можливість суттєво знизити температуру відхідних газів та підвищити ККД котлів.

Підігрівання повітря у повітропідігрівнику котла теплотою продуктів згоряння палива виконує функції підвищення температури горіння палива, зростання температурного рівня газів у конвективних поверхнях нагрівання, покращен-

ня умов запалювання та вигорання палива, підвищення ККД котла за рахунок утилізації теплоти відхідних газів, підвищення якості палива за рахунок його попереднього підсушування, тощо [1]. Однак, особливості процесу підігрівання повітря у повітропідігрівниках не дає можливості досягти зниження температури відхідних газів. Це пов'язано із несприятливим співвідношенням теплоємностей димових газів та повітря, а також з корозією та забрудненням поверхонь нагрівання повітропідігрівників.

Чисельні роботи науково-дослідних та налагоджувальних колективів [1–7] направлені на подолання вказаних проблем та створення способів та схем підігрівання повітря, які дадуть можливість підвищити економічність та надійність енергоустановок.

Аналіз конструкцій та умов роботи ущільнень різних типів регенеративних обортових повітропідігрівників (РПП) [2–7] показує, що найбільш досконалі конструкції ущільнень не дає можливості забезпечити перетікання повітря менше 15 % від загальної витрати димових газів. Тому розробки технічних заходів, що направлені на зменшення присмоктів повітря та раціональне використання перетікаючого повітря в РПП, є актуальними.

Ефективність радіаційного та конвективного теплообміну у хвостових поверхнях котельних агрегатів потужних енергоблоків ТЕС є низькою, із значними втратами теплоти під час спалювання у паливних котлів органічного палива, зокрема непроєктних його видів. В існуючих котельних агрегатах з РПП присутні значні втрати теплоти з відхідними газами, для зменшення яких пропонуються принципово нові схеми раціонального використання перетікаючого середовища та присмоктів повітря у них. З метою підвищення економічності котлів з РПП та з рециркуляцією газів у паливну камеру була запропонована схема [2] більш раціонального використання перетікаючого повітря, яка полягає в тому, що перетікає повітря через радіальні, аксіальні та периферійні ущільнення РПП направляється на всмоктування димотягу рециркуляції газів (ДРГ) за його направляючий апарат через короб, який розміщений всередині газоходу до РПП.

Така схема не потребує встановлення спеціальних додаткових вентиляторів перетікаючого повітря. Перетікає повітря через ущільнення РПП подається у паливну камеру котла димотягами рециркуляції газів. У цьому випадку з метою підвищення економічності перетікає повітря відсмоктується з-під радіальних ущільнень гарячої сторони РПП, а пе-

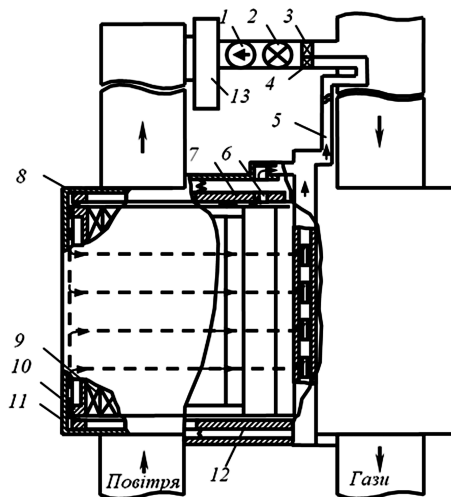


Рис.1. Схема відсмоктування перетікаючого повітря РПП-98: 1 – димотяг рециркуляції газів; 2 – його направляючий апарат; 3 – шибер у коробі газів рециркуляції; 4 – шибер у коробі перетікаючого повітря; 5 – короб відсмоктування перетікаючого повітря з ущільнень РПП; 6 – отвори в радіальних плитах; 7 – верхня радіальна плита; 8 – периферійні ущільнення РПП; 9 – набивання ротора; 10 – ротор РПП; 11 – кожух РПП; 12 – нижня радіальна плита; 13 – паливня.

ретікає повітря периферійних ущільнень відсмоктується з простору між ротором та кожухом РПП за аксіальними плитами.

На рис.1 представлена установка, змонтована на ТЕЦ, з новою схемою використання перетікаючого повітря потужного енергоблоку 300 МВт з котлом ТГМП-314А. Одним з недоліків схеми, змонтованої на котлі ТГМП-314А, є те, що короб перетікаючого повітря від РПП до ДРГ розміщений паралельно до коробу гарячого газу (ззовні газоходу) та тільки у нижній частині за економайзером проходить всередині газоходу, що забезпечує тільки часткове підігрівання перетікаючого повітря відхідними газами котла.

Повітря, яке перетікає через зазор між верхньою радіальною плитою гарячої сторони РПП та ротором, надходить через отвори плити коробом відсмоктувального повітря через ступінь шибера перетікаючого повітря та через направляючий апарат подається димотягом рециркуляції газів у паливну камеру, де перетікає повітря приймає участь у процесі горіння. Переміщення перетікаючого повітря з ущільнень забезпечується за рахунок різниці розрідження газів за направляючим апаратом димотягу рециркуляції газів та перетікаючого повітря під радіальними плитами та за периферійними ущільненнями.

На котлі ТГМП-314А під час проведення експериментальних досліджень схеми відсмок-

тування перетікаючого повітря модернізованого РПП-98 регулювання рециркуляції газів здійснюється шибером. У цьому випадку спрощується конструктивне виконання схеми, за допомогою частини ступок шибера регулюється ступінь рециркуляції димових газів та за допомогою решти ступок здійснюється регулювання витрати перетікаючого повітря. Таким чином, проектний шибер на всмоктуванні розділяється на два шибери: один з яких застосовується для регулювання продуктивності димотягу рециркуляції димових газів, другий — для включення та відключення схеми перетікаючого повітря з РПП. Таке рішення є більш простим порівняно з іншими рішеннями [4]. Витрата електричної енергії на привід ДРГ дещо збільшується під час регулювання продуктивності його шибером порівняно з регулюванням направляючим апаратом через великий аеродинамічний опір шибера.

Схема експериментального контролю з розташуванням точок замірів відсмоктувальної установки та РПП наведена на рис.2. Величини, необхідні для визначення ККД котла бруто, вимірювалися за методиками [8, 9].

Точка заміру температури відхідних газів та аналізу димових газів на вміст RO_2 та O_2 під час проведення дослідів була вибрана в балансовому перетині з умов рівномірності температурного поля за складом димових газів. Перетин для налагодження та контролю режиму горіння вибраний в газоході до водяного економайзера. Вміст кисню в димових газах визначався газоаналізаторами в балансовому перетині та в тракті відсмоктувального середовища РПП.

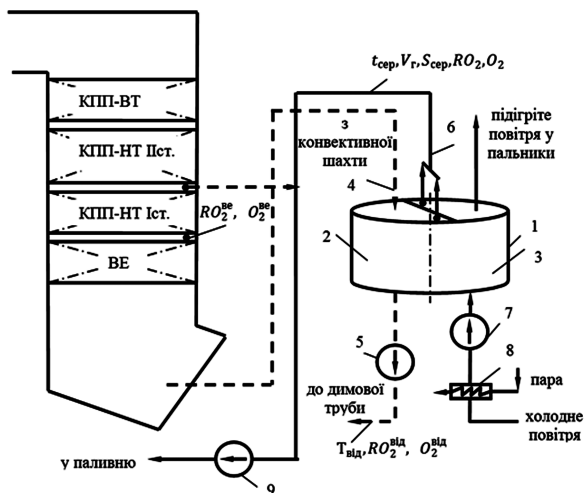


Рис.2. Схема відсмоктування перетікаючого повітря з ущільнень РПП: 1 — корпус РПП; 2 — газова сторона РПП; 3 — повітряна сторона РПП; 4 — короб гарячих димових газів; 5 — димотяг; 6 — короб відсмоктуваного середовища; 7 — дуттьовий вентилятор; 8 — калорифер; 9 — димотяг рециркуляції газів.

Температури середовища по коробах відсмоктування перетікаючого повітря з РПП вимірювалися ртутними термометрами, температури перед шибером на всмоктуванні ДРГ перетікаючого повітря вимірювалися за допомогою термопар градування хромель-копель та вторинних приладів. Розрідження по коробах відсмоктування перетікаючого повітря за РПП вимірювалися за допомогою мікроманометрів та U-подібних манометрів. Крім того, проводився замір витрати відсмоктуваного середовища з ущільнень РПП за допомогою трубок Прандтля.

Ступінь рециркуляції димових газів визначався за опором конвективної шахти котла.

Дослідження економічних показників роботи модернізованого РПП-98 виконувалися разом з фахівцями ПрАТ «ЛьвівОРГРЕС». Основні дослідження з визначення ефективності роботи схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП та економічності котлоагрегату ТГМП-314А проводилися за навантаження 160, 190, 260 МВт під час роботи котла на природному газі, а також за навантаження 200, 230, 260 МВт під час роботи котла на мазуті.

Включення схеми (див. рис.1) у роботу здійснювалося наступним чином. За будь-якого експлуатаційного навантаження енергоблоку, за повністю відкритих шиберів та частково відкритих направляючих апаратів ДРГ послідовно прикривали шибери ДРГ та відкривали направляючі апарати ДРГ на 100 %, потім встановлювали вміст кисню в режимному перетині відповідно до режимної карти та відкриттям шиберів рециркуляції встановлювали необхідний ступінь рециркуляції за умови підтримання розрахункових параметрів температури пари проміжного перегріву. Відкривали шибери відсмоктування середовища з ущільнень РПП та встановлювали вміст кисню в режимному перетині до водяного економайзера відповідно режимної карти.

Досліди проводилися за стабільного режиму роботи котла в два етапи: за відключеної схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП; за включеної схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП. Для визначення економічності роботи котла у цих етапах фіксувалися основні параметри.

Для порівняння дослідних даних з відключеною та включеною схемою відсмоктування середовища з ущільнень РПП за постійного теплового навантаження котла незмінними підтримувалися коефіцієнт надлишку повітря, ступінь рециркуляції димових газів, витрата пари на калориферну установку. Тривалість проведення ос-

новних дослідів визначалася стабільністю роботи котла та складала 30–50 хв без урахування часу на стабілізацію режиму.

Під час проведення дослідів котел знаходився у задовільному стані. Діапазон навантажень, на якому працював енергоблок, склав 150–270 МВт. Під час дослідження схеми перетікаючого повітря з ущільнень РПП була перевірена робота котла ТГМП-314А з включеною схемою відсмоктування на надійність та економічність у вказаному діапазоні навантажень під час спалювання природного газу та мазуту.

Результати експериментальних даних показують, що за незмінного завантаження ДВ вміст кисню в димових газах у перетині до водяного економайзера збільшується за включеної схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП у цілому діапазоні експлуатаційних навантажень котла, оскільки під час включення схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП у діапазоні 160–260 МВт збільшення кисню в перетині до водяного економайзера відповідно змінювалося від 0,7 до 0,8 %.

На рис.3 представлено зміну вмісту трьохатомних газів та кисню в коробах відсмоктування перетікаючого повітря залежно від електричного навантаження енергоблоку. Під час роботи котла на мазуті в діапазоні навантажень 200–260 МВт вміст трьохатомних газів по коробах відсмоктування перетікаючого повітря РПП змінювався від 1 до 5 %, вміст кисню — від 14 до 19 %. У випадку роботи котла на природному газі в діапазоні навантажень 170–260 МВт вміст трьохатомних газів по коробах відсмоктування перетікаючого повітря РПП змінювався від 1 до 5 %, вміст кисню — від 13 до 19 %.

Під час досліджень роботи котла ТГМП-314А на природному газі та мазуті залежно від

електричного навантаження енергоблоку фіксувалися такі параметри: зміна розрідження по коробах відсмоктування середовища з ущільнень РПП, його температури, а також ступінь рециркуляції димових газів.

Розрідження в коробах відсмоктування перетікаючого повітря в діапазоні навантажень 160–260 МВт змінювалося від 150 до 320 кг/м², а його температура знаходилася на рівні 190–210 °С.

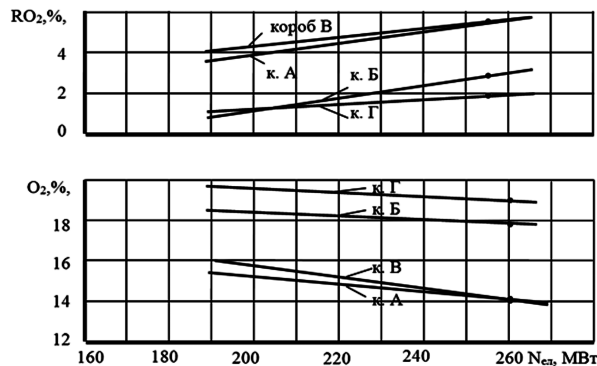
Під час роботи котла на мазуті в діапазоні навантажень 190–260 МВт ступінь рециркуляції димових газів змінювався від 24 до 10 %, однак його величина за включеної та відключеної схеми відсмоктування середовища підтримувалася сталою у кожному конкретному випадку. Об'єм відсмоктувального середовища у цьому випадку змінювався від 40·10³ до 48·10³ м³/год.

При роботі котла на природному газі в діапазоні навантажень 160–260 МВт ступінь рециркуляції димових газів зменшився від 15 до 5 %, об'єм відсмоктувального середовища змінювався від 45·10³ до 51·10³ м³/год.

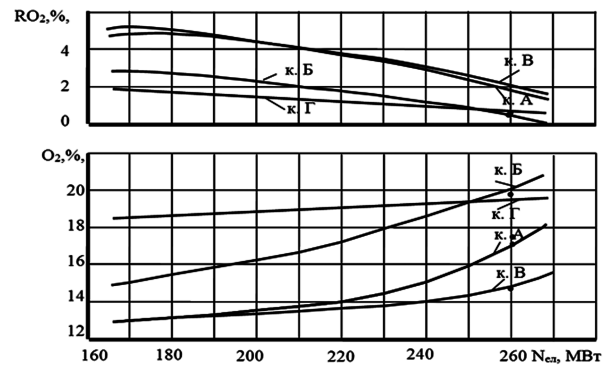
Температура відсмоктувального середовища перед ДРГ під час роботи котла на мазуті та на природному газі у зазначеному вище діапазоні навантажень складала 210–260 °С, температура відсмоктувального середовища по коробах відсмоктування з ущільнень РПП відповідно складала 190–218 °С.

Нагрівання середовища в коробі відсмоктування з ущільнень РПП за рахунок відхідних газів на ділянці «повітропідігрівник — водяний економайзер» — приблизно 30 °С, що удвічі менше, ніж на аналогічних енергоблоках [10].

Підвищення температури відхідних газів за включеної схеми відсмоктування середовища відбувається внаслідок підвищення температури



а



б

Рис.3. Зміна вмісту RO₂ та кисню O₂ в коробах відсмоктування перетікаючого повітря залежно від електричного навантаження енергоблоку під час роботи котла на мазуті (а) та на природному газі (б).

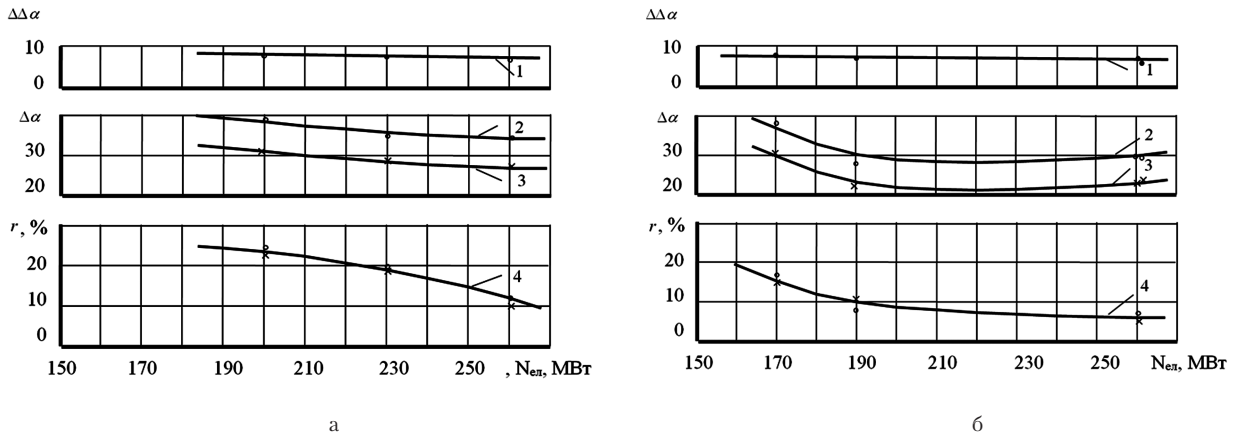


Рис.4. Залежність зміни присмоктів повітря на ділянці «водяний економайзер — димотяг» та експлуатаційного ступеня рециркуляції димових газів від електричного навантаження енергоблоку під час роботи котла на мазуті (а) та природному газі (б): 1 — зміна присмоктів у РПП за відключеної та включеної схеми відсмоктування; 2, 3 — присмокти в РПП відповідно за відключеної та включеної схеми відсмоктування; 4 — рециркуляція димових газів.

стілки набивання повітропідігрівника приблизно на величину підвищення температури відхідних газів. Для підвищення економічності котла та збереження однакової надійності за включеної та за відключеної схеми доцільно знизити підігрівання повітря у калориферах через зменшення кількості подавання пари на калорифери та тим самим знизити температуру відхідних газів до рівня, що відповідає значенню за відключеної схеми відсмоктування.

На рис.4 представлена залежність зміни присмоктів повітря на ділянці «водяний економайзер — димотяг» та експлуатаційного ступеня рециркуляції димових газів від електричного навантаження енергоблоку під час роботи котла на мазуті та природному газі. У діапазоні навантажень 200–260 МВт за роботи на мазуті присмокти повітря на цій ділянці склали для відключеної схеми 40–37 % (крива 2), для включеної схеми перетікаючого повітря вони зменшилися до 32–29 % (крива 3).

При роботі котла на природному газі в діапазоні навантажень 170–260 МВт за відключеної схеми відсмоктування присмокти повітря на цій ділянці склали 38–30 % (крива 2), за включеної схеми перетікаючого повітря вони зменшилися до 30–23 % (крива 3). У середньому під час роботи котла на мазуті та на природному газі зниження присмоктів у вказаному діапазоні навантажень складає 7 % (крива 1).

На рис.5 представлені залежності зміни ККД котла бруто, втрат теплоти з відхідними газами та втрат теплоти у навколишнє середовище від електричного навантаження енергоблоку за роботи котла на мазуті та на природ-

ному газі. Видно, що під час включення схеми перетікаючого повітря з ущільнень РПП відбувається підвищення ККД котла бруто за рахунок зменшення присмоктів у РПП за приведених однакових температурах відхідних газів. Під час роботи котла на мазуті та експлуатаційних навантаженнях 200, 230, 260 МВт приріст ККД відповідно рівний 0,27; 0,47; 0,32 % (рис.5, б, крива 1), за роботи котла на природному газі та експлуатаційних навантаженнях 170, 190, 260 МВт приріст ККД склав відповідно 0,46; 0,39; 0,2 % (рис.5, а, крива 1). Середнє збільшення ККД котла бруто під час роботи котла на природному газі та на мазуті складає 0,35 % у цілому експлуатаційному діапазоні навантажень.

У випадку зниження навантаження котла нижче 50 % від номінального значення за включеної схеми перетікаючого повітря під час роботи котла на природному газі температура пари проміжного перегріву знижується приблизно на 5–15 °С. Зазначене зниження температури пари проміжного перегріву є наслідком обмеженої продуктивності ДРГ. Для підтримання температури пари проміжного перегріву в розрахункових межах необхідно збільшити ступінь рециркуляції димових газів за рахунок повного відкриття шиберів рециркуляції газів, у випадку подальшого обмеження підвищення температури пари проміжного перегріву — за рахунок прикриття шиберів схеми відсмоктування середовища з РПП. У цьому випадку продуктивність схеми відсмоктування середовища з РПП частково знизиться. Для можливості підтримання розрахункових температур пари проміжного перегріву у цілому регульовальному

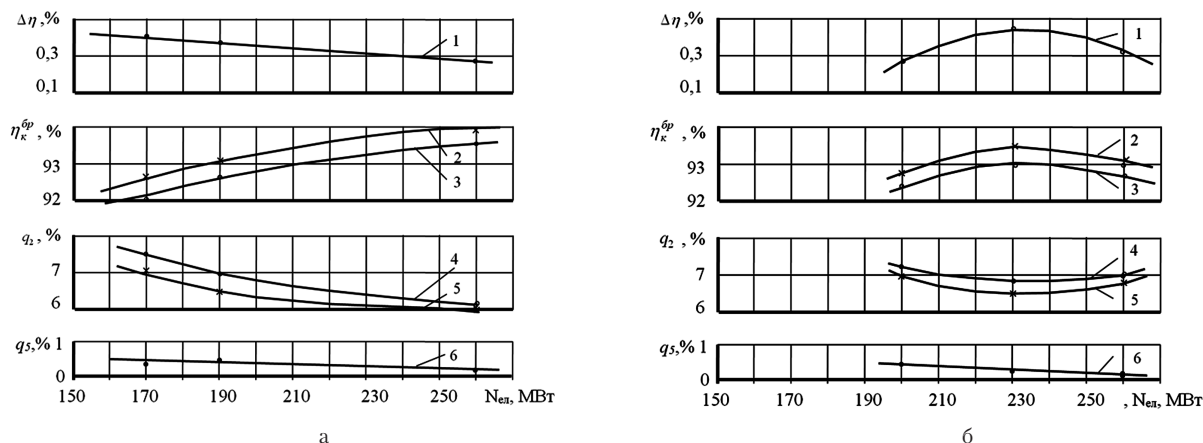


Рис.5. Зміна ККД котла бруто та втрат теплоти залежно від електричного навантаження енергоблоку за роботи котла на природному газі (а) та на мазуті (б): 1 – збільшення ККД котла за включеної схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП; 2, 3 – ККД котла бруто за включеної та відключеної схеми відсмоктування середовища з ущільнень РПП; 4, 5 – втрати теплоти з відхідними газами за включеної та відключеної схеми відсмоктування; 6 – втрати теплоти у навколишнє середовище.

діапазоні навантажень (50–100 % від номінального) у перспективі необхідно електродвигуни ДРГ замінити на більш потужні.

Під час проведення дослідів зауважили, що за номінального навантаження котла та роботи його на природному газі у випадку, коли необхідний ступінь рециркуляції складає всього 2–4 %, температура пари проміжного перегріву дещо збільшується (на 5–15 °С). Вказане збільшення температури пари проміжного перегріву є наслідком збільшення ступеня рециркуляції димових газів через нещільності шиберів на всмоктуванні ДРГ. Для усунення вказаного явища необхідно ущільнити шиברי. Це дасть можливість підтримувати у розрахункових межах температуру проміжного перегріву за номінального навантаження. Для підтримання номінальної температури пари проміжного перегріву в період роботи енергоблоку до ущільнень шиберів рекомендується дещо збільшити витрату води на впорски або частково прикривати направляючі апарати ДРГ. В останньому випадку ефективність роботи схеми відсмоктування середовища дещо знизиться.

Так, в одному з дослідів під час роботи котла на природному газі за навантаження енергоблоку 260 МВт через нещільності шиберів температура пари проміжного перегріву збільшилася від 545 до 562 °С, але подальшим прикриванням направляючих апаратів на 60 % температуру енергоблоку було знижено до 545 °С. У цьому випадку ефективність схеми зменшується на 2 % за рахунок зниження присмоктів.

Для покращення експлуатації схеми відсмоктування перетікаючого повітря РПП-98 необхідно передбачити на блочному щиті керування встановлення вказівників положення стулоч-

шиберів рециркуляції димових газів на всмоктуванні ДРГ, виконати дистанційне управління стулками перетікаючого повітря на всмоктуванні ДРГ з фіксацією ричагів управління «відкрито-закрито», ущільнити стулочки рециркуляції димових газів на всмоктуванні ДРГ. Для більш удосконаленої роботи схеми відсмоктування перетікаючого повітря РПП-98 необхідно розмістити короб відсмоктуваного середовища повністю у газоході [6, 7]. Це дасть змогу додатково знизити температуру відхідних газів приблизно на 5–7 °С, підвищити підігрівання повітря до температури 320 °С, тим самим покращити процес горіння в паливні та збільшити ККД котла на 0,2–0,3 %.

Висновки

Запропонована схема знижує присмокти в РПП та підвищує економічність котла ТГМП-314А у всьому експлуатаційному діапазоні навантажень.

Димотяг рециркуляції газів за включеної схеми відсмоктування середовища з РПП в основному забезпечує підтримання розрахункових параметрів свіжої пари та пари проміжного перегріву за експлуатаційних навантажень енергоблоку. З метою більш високого підігрівання повітря рекомендується короб відсмоктування середовища з РПП повністю розмістити всередині газоходу.

Об'єм відсмоктуваного середовища з РПП залежить від ступеня рециркуляції димових газів, розрідження перед ДРГ, та навантаження котла. У діапазоні навантажень 160–260 МВт об'єм відсмоктуваного повітря відповідно складає $(40\text{--}60)\cdot 10^3$ м³/год, вміст кисню у відсмок-

туваному середовищі знаходиться у межах 14–19,5 %. Присмоктки повітря у РПП за навантажень енергоблоку 160–260 МВт та за включеної схеми зменшуються порівняно з відключеною схемою від 6 до 8 %, тобто у середньому на 7 %.

За рахунок зменшення присмоктків у РПП за однакових температур відхідних газів приріст ККД котла бруто склав під час роботи котла на мазуті за навантажень 200, 230, 260 МВт — 0,27; 0,47; 0,32 % відповідно; під час роботи котла на природному газі за навантажень 170, 190, 260 МВт — 0,46; 0,39; 0,20 %. Середнє збільшення ККД котла бруто складає 0,35 % під час роботи котла на природному газі та на мазуті у вказаному діапазоні навантажень.

Список літератури

1. Апатовский Л.Е., Фомина В.Н., Халупович В.А. Подогрев воздуха на тепловых электростанциях. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 120 с.
2. Мисак Й.С., Заяць М.Ф. Дослідження ефективності роботи котлів за рахунок вдосконалення РПП // Вісник інженерної академії України. — 2017. — № 1. — С. 235–238.
3. Заяць М.Ф., Римар Т.І. Підвищення ефективності роботи РПП котлів енергоблоків // Міжнарод. наук.-техн. конф. «Современная практика проведения реконструкций, капитальных ремонтов и текущей эксплуатации основного и вспомогательно-го оборудования ТЭС», Львів, 10–12 бер. 2015 р. — Львів, 2015. — С.
4. Заяць М.Ф., Мисак Й.С. Дослідження ефективності роботи котлів, які працюють з регенеративними повітропідігрівниками // XI Междунар. науч.-практ. конф. «Угольная теплоэнергетика: проблемы реабилитации и развития», Киев, 16–20 сент. 2015 г. — Киев, 2015. — С. 22–24.
5. Мигаль В.К., Назаренко В.С., Новожилов И.Ф., Добряков Т.С. Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели. — Л. : Энергия. 1971. — 168 с.
6. Мисак И.С., Заяц М.Ф. Повышение экономичности работы котлов за счет модернизации РВП // VII Междунар. науч.-практ. конф. «Угольная теплоэнергетика: проблемы реабилитации и развития», Алупшта, 2012.
7. Мисак Й.С., Заяць М.Ф. Підвищення економічності роботи котлів за рахунок модернізації РПП // Современная наука: идеи, исследования, результаты, технологии : Сб. науч. ст. — 2012. — Вып. 3. — С. 101–106.
8. Трёмбля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. — М. : Энергоатомиздат, 1991. — 416 с.
9. ГДК 34.09.103-96. Розрахунок звітних техніко-економічних показників електростанцій про теплову економічність устаткування. Методичні вказівки. — Київ, 1996.
10. Реконструкция и испытание схемы перетечного воздуха РВП котла ТГМП-314 блока 300 МВт (Технический отчет) / Предприятие «Южтех-энерго», Крук М.Т., Наумчик В.С., Ильчишин М.Ф. — Инв. № 10161. — Львов, 1981. — 24 с.

Надійшла до редакції 28.11.17

Мисак Й.С., докт. техн. наук, проф.,

Заяц М.Ф., Римар Т.И., канд. техн. наук

Национальный университет «Львовская политехника», Львов
ул. С. Бандеры, 12, 79013 Львов, Украина, e-mail: tan_ru@ukr.net

Исследование экономических показателей работы модернизированного РВП-98

Анализ существующих способов и схем подогрева воздуха продуктами сгорания топлива в хвостовых поверхностях нагрева котла показал, что такие мероприятия дадут возможность повысить экономичность и надежность энергоустановок, а также повысить КПД котельных установок. Приведены результаты исследования экономических показателей работы модернизированного РВП-98 котла ТГМП-314А энергоблока 300 МВт на природном газе в диапазоне изменения нагрузки энергоблока 160–260 МВт и на мазуте в диапазоне изменения нагрузки энергоблока 200–260 МВт. Опыты проводились при стабильном режиме работы котла в два этапа: при отключенной и при включенной схеме отсоса среды из уплотнений РВП. Среднее увеличение КПД котла бруто составляет 0,35 % во время работы котла на природном газе и на мазуте в указанном диапазоне нагрузок. Присосы воздуха в РВП при нагрузках энергоблока 160–260 МВт при включенной схеме уменьшаются по сравнению с отключенной схемой в среднем на 7 %. Библ. 10, рис. 5.

Ключевые слова: регенеративный воздухоподогреватель, схема отсоса среды, присосы воздуха, рециркуляция дымовых газов, КПД котла.

Mysak Yo.S., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Zayats M.F., Rymar T.I., Candidate of Technical Sciences
 Lviv Polytechnic National University, Lviv
 12, S. Bandery Str., 79013 Lviv, Ukraine, e-mail: kravetst@ukr.net

Researches of Economic Indicators of Work Modernized RAH-98

An analysis of the existing methods and schemes of heating the air by combustion products in the tailings of the heating boiler indicates that such measures provide an opportunity to increase the efficiency and reliability of power plants, as well as increase the efficiency of boiler plants. This paper considers the results of the study of the economic performance of the modernized RAH-98 boiler TGMP-314 A 300 MW on natural gas in the range of load variation of the power unit 160–260 MW and on the fuel oil in the range of load variation of the power unit 200–260 MW. Experiments were carried out at a stable mode of operation of the boiler in two stages: for the off and for the included scheme of suction environment from the seals of RAH. The average increase in the efficiency of the boiler is 0.35 % gross during operation of the boiler, both on natural gas and on fuel oil in the specified range of loads. Absorption of air in RAH for loads of the power unit 160–260 MW for the included circuitry is reduced by 7 % on average compared to the disconnected circuit. *Bibl. 10, Fig. 5.*

Key words: regenerative air heater, air extraction scheme, air suction, flue gas recirculation, boiler efficiency.

References

1. Apatovskij L.E., Fomina V.N., Halupovich V.A. Heating of air at thermal power plant, Ed. L.E.Apatovskij, Moscow : Energoatomizdat, 1986, 120 p. (Rus.)
2. Mysak Yo.S., Zayats M.F. Research of efficiency of boilers at the expense of improvement of RAH, *Visnyk inzhenernoyi akademiyi Ukrainy*, 2017, (1), pp. 235–238. (Ukr.)
3. Zayats M.F., Rymar T.I. [Increase the efficiency of the operation of the RAH boilers of power plant], *Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferenciya «Sovremennaya praktyka provedenyja rekonstrukcij, kapytalnyh remontov y tekushhej tkspluatacij osnovnogo i vspomogatel'nogo oborudovanyja TES»*, Lviv, 10–12 March 2015, Lviv, 2015. (Ukr.)
4. Zayats M.F., Mysak Yo.S. [Research of efficiency of boilers, which work with regenerative air heater], *XI Mezhdunarodnaya nauchno-praktycheskaya konferenciya «Ugolnaya teploenergetyka: problemu reabyltatsyy i razvytyia»*, Kiev, 16–20 Sept., 2015, Kiev, 2015, pp. 22–24. (Ukr.)
5. Mugal V.K., Nazarenko V.S., Novozhylov Y.F., Dobryakov T.S. [Regenerative rotary airheaters], Leningrad : Energy, 1971, 168 p. (Rus.)
6. Mysak Yo.S., Zayats M.F. [Increasing the efficiency of boilers by modernizing the RAH], *VII Mezhdunarodnaia nauchno-praktycheskaia konferentsiya «Uholnaia teploenerhetyka: problemu reabyltatsyy u razvytyia»*, Alushta, 2012. (Rus.)
7. Mysak Yo.S., Zayats M.F. [Increasing the efficiency of boilers by modernizing the RAH], *Sovremennaiia nauka: idey, isledovanyia, rezultatu, tekhnolohyy*, Kiev : Tryakon, 2012, Iss. 3, pp. 101–106. (Ukr.)
8. Trembovlya V.I., Finger E.D., Avdeeva A.A. [Thermal testing of boiler plants], Moscow : Energoatomizdat, 1991, 416 p. (Rus.)
9. HDK 34.09.103-96. Calculation of reported technical and economic indicators of power plants for the thermal efficiency of equipment. *Metodychni vkazivky*, Kiev, 1996. (Ukr.)
10. [Reconstruction and testing of the transiting air flow system of the RAH of the boiler TGMP-314 of the block 300 MW] (Tekhnicheskyy otchet), Predpriiatye «Juzhtekheneryho», Kruk M.T., Naumchyk V.S., Ylchysyn M.F., Inv. № 10161, Lvov, 1981, 24 p. (Rus.)

Received November 28, 2017