

Л. О. КЕСОВА, Т. В. ШЕЛЕСЕЙ

### ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ КОТЛІВ ВІД ЗМІНИ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТЕЦ

**АНОТАЦІЯ** Одним з ефективних методів маловитратної модернізації ТЕЦ є зниження температури відхідних газів котлів ( $t_{\text{відх}}$ ). Намагання знизити температуру відхідних газів для підвищення ККД котлів обмежується впливом  $t_{\text{відх}}$  на довговічність поверхонь нагріву як конвективної шахти, так і всього газоповітряного тракту з урахуванням точки роси ( $t_p$ ). На базі аналізу експлуатаційних показників парових котлів типу ТГМП-314А складено рівняння регресії. Результати досліджень підтверджують, що найбільший вплив на температуру димових газів у всьому діапазоні зміни електричного навантаження блоку має температура живильної води.

**Ключові слова:** котел, змінний режим експлуатації, температура відхідних газів, електрична потужність, теплове навантаження, температура та витрата живильної води.

L. KESOVA, T. SHELESHEY

### DEPENDENCE OF THE TEMPERATURE OF EFFLUENT GASES OF THE BOILERS ON A CHANGE IN THE LOADING OF THERMAL POWER PLANTS

**ABSTRACT** One of the efficient methods of inexpensive modernization of thermal power plant is to reduce the temperature of effluent gases of the boilers ( $t_{\text{exh}}$ ). The purpose of this paper was to carry out the experimental computation investigation of a degree of influence of the operation mode and performance factors (feed water flow rate and temperature, electric and thermal power) on the temperature of effluent gases of the boilers with the retention of the longevity of gas escape ducts. The attempts made to reduce the temperature of effluent gases in order to increase an efficiency factor of the boilers are restricted by the influence of ( $t_{\text{exh}}$ ) on the longevity of heating surfaces both of the convective ducts and the entire gas-air duct (air heaters, gas-air mains, and the smoke pipe), taking into consideration the dew point ( $t_d$ ) at which the combustion gas moisture condensation is possible. Based on the analysis of performance indices of the steam boilers of a TGMP-314A type the regression equation was formed. The research data prove that the feed water temperature produces the greatest influence on the temperature of combustion gases in the entire range of variation in the electric load of the unit. The analysis of obtained data showed that the temperature of exhaust gases is increased with an increase in the electric power to 130 °C. This allows us to decrease the temperature of combustion gases on average by 20 °C taking into consideration the reliability of convective heating surfaces. Computations of the influence of  $t_{\text{exh}}$  on  $q_2$  showed that with the 1°C drop in the temperature of combustion gases an increase in the efficiency factor of the boiler reaches 0,035 % for the natural gas burning and 0,06 % for the fuel oil burning. Thus, we can come to a conclusion that the efficiency factor of the boiler of a TGMP-314A type can be increased by 0,7 % with no degradation of the reliability of the heating surfaces of convective duct for the natural gas burning. The specific consumption of standard fuel will be reduced by 1,61 g.s.f. (grams of the standard fuel)/(kw·h).

**Key words:** boiler, variable operation mode, effluent gas temperature, electric power, thermal load, feed water flow rate and the temperature.

#### Вступ

Згідно «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» одним з основних завдань енергетичної галузі є використання низькопотенційного тепла та впровадження «маловитратних» технологій з метою підвищення надійності, економічності та екологічності діючих енергоустановок [1].

Сьогодні стан теплоелектроцентралей та теплових мереж України є критичним: фізичний знос основного і допоміжного обладнання знижує надійність і економічність та потребує модернізації, реконструкції або повної заміни; труднощі забезпечення теплоелектроцентралей (ТЕЦ) вітчизняним газовим паливом і значні витрати при купівлі його за кордоном; недостатність фінансових можливостей країни для швидкої модернізації та реконструкції обладнання. В зв'язку з цим, нагальним є пошук шляхів підвищення надійності та економічності діючих ТЕЦ шляхом вдосконалення

процесів спалювання газу, зниження теплових виходів в навколишнє середовище, витрат електроенергії на власні потреби.

Одним з ефективних методів маловитратної модернізації ТЕЦ є зниження температури відхідних газів котлів ( $t_{\text{відх}}$ ). Відомо, що в котлах з камерним спалюванням втрати з фізичною теплотою відхідних газів  $q_2$  є найбільш істотними і складають (5–12) % [2]. Однак в наш час утилізація теплоти відхідних газів вимагає значних капіталовкладень та спеціальних випробувань на діючих об'єктах з урахуванням змінних електричних та теплових навантажень ТЕЦ [3–6].

#### Мета роботи

Метою даної роботи є експериментально-розрахункові дослідження ступеню впливу режимних та експлуатаційних факторів (температура і витрати живильної води; електрична і теплова потужність) на температуру відхідних газів котлів зі

© Л. О. Кесова, Т. В. Шелесей, 2017

збереженням довговічності газовідвідних трактів.

### Огляд літератури

Першою спробою визначення доцільного рівня підігріву повітря в котельному агрегаті слід вважати роботи Л. К. Рамзіна, В. І. Толубінського, О. А. Рубінштейна і Р. В. Петеліна, Н. В. Кузнецова, І. Б. Варавицького, Л. Б. Кроля та ін. [7–12].

Пошук найбільш раціональної компоновки хвостових поверхонь нагріву котельних агрегатів поділяється на два напрямки: 1) найвигідніший розподіл теплосприйняття між ступенями нагріву – економайзера і повітропідігрівника, включаючи спільне визначення оптимальних температур живильної води і відхідних газів; 2) раціональні схеми попереднього та основного підігріву повітря для запобігання низькотемпературної корозії поверхонь нагріву, підвищення економічності спалювання палива, з врахуванням впливу температури гарячого повітря на утворення шкідливих речовин в топках котлів [13–14].

Встановлено, що одним з основних факторів, які впливають на оптимальну температуру димових газів, є температура живильної води. Як показали дослідження А. В. Андрущенко, вибір оптимальної температури живильної води повинен проводитися з урахуванням залежності втрат теплоти з димовими газами [15, 16].

Огляд та аналіз досліджень щодо найвигіднішого розподілу теплосприйняття між ступенями нагріву економайзера і повітропідігрівника, включаючи спільне визначення оптимальних температур живильної води і відхідних газів, показує, що названим питанням приділяється велика увага і їх слід вважати достатньо обґрунтованими для стаціонарних режимів експлуатації ТЕЦ. Однак для реальних експлуатаційних умов характерна робота обладнання електростанцій на змінних режимах за завданням енергосистеми. Наукові дослідження зміни температури відхідних газів при нестаціонарних режимах роботи ТЕС в літературі майже відсутні.

### Основний виклад матеріалу

В умовах експлуатації можливе часткове відключення регенеративних підігрівачів та зниження підігріву в них внаслідок забруднення поверхонь нагріву. На блочних установках температура живильної води тісно пов'язана з тепловим та електричним навантаженням блоків. Таким чином, вирішення поставленої задачі потребує оцінки впливу на температуру відхідних газів, не тільки температури живильної води, а і умов експлуатації.

Розрахунки проводились методом планування експерименту з математичною обробкою результатів і отриманням математичної моделі

процесу [17]. Для характеристик теплоенергетичного обладнання, як правило, використовують поліном другого ступеня [17, 18]

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

де  $y = t_{\text{відх}}$ ,  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  – оцінки коефіцієнтів рівняння регресії;  $x$  – змінні фактори (витрата живильної води; температура живильної води; електрична потужність; тепла потужність).

Оцінку адекватності уявлення дає коефіцієнт множинної кореляції

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_1^n (\hat{y}_j - \bar{y}_i)^2}{\sum_1^n (y_j - \bar{y}_i)^2}}, \quad (2)$$

де  $y_j$  – поточне значення вихідної величини в  $j$ -м досліді;  $\hat{y}_j$  – розрахункове значення вихідної величини за отриманим рівнянням в  $j$ -м досліді;  $\bar{y}_i$  – середнє значення вихідної величини в досліді,

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_1^k y_i.$$

На базі аналізу експлуатаційних показників парових котлів типу ТГМП-314А Київської ТЕЦ-5 складено рівняння регресії трьох типів (лінійне, степеневе, квадратичне) і встановлено ступені впливу режимів роботи енергоблоку (навантажень при виробітку електроенергії та теплоти, температури та витрати живильної води) на  $t_{\text{відх}}$ . Встановлено, що найбільш адекватною до експлуатаційних умов є квадратична залежність виду

$$\begin{aligned} \frac{t_{\text{відх}}}{t_{\text{відх}}^0} = & -985,61 - 0,005 \frac{D}{D_0} + 8,09 \frac{t_{\text{ж.в.}}}{t_{\text{ж.в.}}^0} - \\ & - 0,048 \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} + 2,03 \frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}} - 6,42 \cdot 10^{-5} \left( \frac{D}{D_0} \right)^2 - \\ & - 0,0174 \left( \frac{t_{\text{ж.в.}}}{t_{\text{ж.в.}}^0} \right)^2 - 0,00025 \left( \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \right)^2 - 0,006 \left( \frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}} \right)^2 + \\ & + 6,42 \cdot 10^{-9} \frac{D}{D_0} \frac{t_{\text{ж.в.}}}{t_{\text{ж.в.}}^0} \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}}, \quad (3) \end{aligned}$$

де  $D_0, D$  – витрати живильної води, т/год;  $Q_{\text{ном}}, Q$  – теплові навантаження, МВт;  $N_e^{\text{ном}}, N_e$  – електричні потужності, МВт;  $t_{\text{ж.в.}}^0, t_{\text{ж.в.}}$  – температури живильної води, °С;  $t_{\text{відх}}^0, t_{\text{відх}}$  – температури відхідних газів, °С в номінальному та змінних режимах експлуатації, відповідно.

Намагання знизити температуру відхідних газів для підвищення ККД котлів обмежується впливом  $t_{\text{відх}}$  на довговічність поверхонь нагріву як конвективної шахти, так і всього газоповітряного тракту (повітропідігрівачі, газоповітропроводи,

димова труба) з урахуванням точки роси ( $t_p$ ), при якій можлива конденсація вологи димових газів. При спалюванні газу конденсат містить розчинені оксиди вуглецю і азоту ( $pH = 4-6$ ); при спалюванні мазуту в конденсаті розчиняються ще і оксиди сірки ( $pH < 4$ ), що призводить до корозії і ерозії внутрішніх поверхонь газоходів котла.

Температура точки роси димових газів залежить від їх вологості і може бути розрахована за формулою [19, 20]

$$t_p = F(X) = 16,129 \ln \frac{X10^4}{0,847\alpha + 3,67}, \quad (4)$$

де  $X$  – вологовміст димових газів;  $\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря.

В даній роботі розрахункові дослідження, виконані для залежностей  $t_{\text{відх}} = f(t_{\text{ж.в}}, N_E, Q_T, D_{\text{ж.в}})$ . Як приклад, на рис. 1 наведено залежності температури димових газів від електричної потужності при сталих значеннях теплового навантаження та температури живильної води для енергоблоку потужністю 250 МВт (ТГМП-314 А – Т-250/300-240).

Результати досліджень підтверджують, що найбільший вплив на температуру димових газів у всьому діапазоні зміни електричного навантаження блоку має температура живильної води (при збільшенні  $t_{\text{ж.в}}$  на  $5^\circ\text{C}$  температура димових газів зростає, в середньому, на  $2^\circ\text{C}$ ).

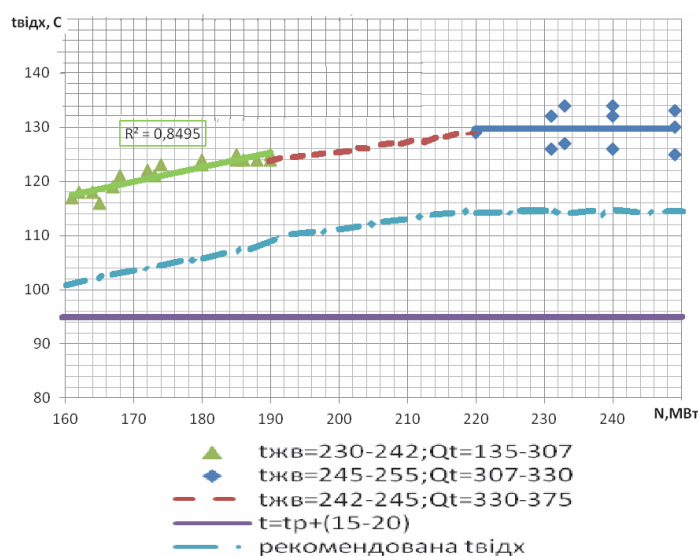


Рис. 1 – Залежність температури димових газів від електричної потужності для  $t_{\text{ж.в}} = 230-255^\circ\text{C}$ ,  $Q_m = 135-375 \text{ МВт}$ ,  $N_E = 163-250 \text{ МВт}$

Результати аналізу отриманих даних показують, що температура відхідних газів зростає з ростом електричної потужності на  $12^\circ\text{C}$  ( $t_{\text{ж.в}} = 230-242^\circ\text{C}$ ), майже сталою є в діапазоні  $N_E = 220-250 \text{ МВт}$  і складає  $130^\circ\text{C}$ , яка вище  $t_p = 80^\circ\text{C}$  (за даними ТЕЦ-5). Це дозволяє, з урахуванням надійності конвективних поверхонь нагріву, знизити температуру димових газів в середньому на  $20^\circ\text{C}$ .

Найменший вплив на  $t_{\text{відх}}$  дає зміна витрати живильної води (при збільшенні витрати живильної води  $t_{\text{відх}}$  зростає на  $\approx 1^\circ\text{C}$  у всьому інтервалі зміни режимних параметрів).

Розрахунки впливу  $t_{\text{відх}}$  на  $q_2$  показали, що при зниженні температури димових газів на  $1^\circ\text{C}$  приріст ККД котла складає  $0,035\%$  при спалюванні природного газу і  $0,06\%$  при спалюванні мазуту. Таким чином, можна зробити висновок, що підвищення ККД котла типу ТГМП-314А без зни-

ження надійності поверхонь нагріву конвективної шахти при спалюванні природного газу може скласти до  $0,7\%$ . При цьому питомі витрати умовного палива зменшаться на  $1,61 \text{ г.у.л.}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$ .

## Висновки

1 Літературний огляд показав, що утилізація теплоти димових газів дає можливість: підвищити коефіцієнт використання палива, зменшити шкідливі викиди, збільшення теплопродуктивності котла з підвищенням ККД, зменшення перепадів температур газів і повітря.

2 Результати досліджень експлуатаційних факторів показали, що найбільший вплив на температуру димових газів має температура живильної води (в інтервалі електричної потужності  $160-190 \text{ МВт}$  температура димових газів зростає в середньому на  $2^\circ\text{C}$  на кожні  $5^\circ\text{C}$  збільшення температури живильної води).

3 В діапазоні навантажень  $N_E = 220\text{--}250$  МВт температура димових газів не змінюється і складає  $130^\circ\text{C}$  для енергоблоку потужністю 250 МВт.

4 Підвищення ККД котла типу ТГМП-314А без зниження надійності поверхонь нагріву конвективної шахти при спалюванні природного газу може скласти до 0,7 %. При зменшенні питомої витрати умовного палива на  $1,61$  г.у.п/(кВт·год).

#### Список літератури

- 1 Енергетична стратегія України на період 2030 р. від 15 березня 2006 р. № 145-р Київ : Розпорядження // Кабінет міністрів України. – 2006. – С. 166.
- 2 **Елсуков, В. К.** Оценка возможности утилизации теплоты уходящих газов котлов на примере сжигания канско-ачинских углей / **В. К. Елсуков** // Промышленная энергетика. – 2007. – № 11. – С. 21–27.
- 3 **Медведев, В. А.** Эффективность комплексной модернизации хвостовой части действующих пылеугольных котлов / **В. А. Медведев, А. У. Липец, Н. В. Пономарева, Г. Д. Бухман, С. М. Кузнецова** // Теплоэнергетика. – 1999. – № 8. – С. 43–47.
- 4 **Берсенева, А. П.** О повышении эффективности теплоэнергетического оборудования / **А. П. Берсенева, Н. Ф. Немировский, В. Г. Овчар, В. В. Гордеев, А. У. Липец** // Теплоэнергетика. – 1998. – № 5. – С. 51–54.
- 5 **Кругликов, П. А.** Выбор принципиальных схемных решений угольного энергоблока на суперкритические параметры пара / **П. А. Кругликов, Ю. В. Смолкин, К. В. Соколов** // Теплоэнергетика. – 2011. – № 9. – С. 9–17. – ISSN 0040-3636.
- 6 **Овчар, В. Г.** Опыт заводских разработок энергоблоков повышенной эффективности / **В. Г. Овчар, В. В. Гордеев, И. А. Сотников, А. У. Липец** // Теплоэнергетика. – 1999. – № 9. – С. 2–5.
- 7 **Рамзин, Л. К.** К расчету котельных установок / **Л. К. Рамзин** // Известия Киевского общества для надзора за паровыми котлами. – Киев, 1914.
- 8 **Толубинский, В. И.** Компоновка конвективных элементов котельного агрегата / **В. И. Толубинский** // Сб. Киевского индустриального института. – Харьков, 1934
- 9 **Рубинштейн, Я. М.** Расчет влияния изменений в тепловой схеме на экономичность электростанций / **Я. М. Рубинштейн, М. И. Щепетильников.** – Москва : Энергия, 1969. – 224 с.
- 10 **Липец, А. У.** Перспективы развития трубчатых воздухоподогревателей для мощных парогенераторов / **А. У. Липец, Ю. И. Лафа, С. М. Кузнецова** и др. // Теплоэнергетика. – 1976. – № 7. – С. 25–29.
- 11 **Кроль, Л. Б.** Применение регенеративных воздухоподогревателей с кольцевым разделением потоков воздуха и продуктов сгорания в крупных котельных агрегатах / **Л. Б. Кроль, С. И. Зарайский** // Электрические станции. – 1974. – № 7. – С. 59–64.
- 12 **Кроль, Л. Б.** Предварительный подогрев воздуха в разделенном регенеративном воздухоподогревателе / **Л. Б. Кроль, С. И. Зарайский** // Электрические станции. – 1974. – № 9. – С. 49–54.
- 13 **Смышляев, А. А.** Новые разработки пылеугольных котлов / **А. А. Смышляев, В. И. Щелоков, С. А. Евдокимов** и др. // Электрические станции. – 2010. – № 5. – С. 10–16. – ISSN 0201-4564.
- 14 **Ногин, В. И.** Разработка оптимальных технических решений по реконструкции тепломеханического оборудования ТЭС АО Мосэнерго / **В. И. Ногин** // Электрические станции. – 1998. – № 6. – С. 39–48
- 15 **Андрющенко, А. И.** Зависимость к.п.д. проектируемого котлоагрегата от температуры питательной воды / **А. И. Андрющенко** // Сборник научных сообщений. Саратовский автомобильный-дорожный институт. – Саратов, 1956. – Вып. 4. – 46 с.
- 16 **Андрющенко, А. И.** О показателях эффективности циклов теплотехнических установок / **А. И. Андрющенко** // Изв. вузов СССР. Энергетика. – 1981. – № 9. – С. 36–39.
- 17 **Адлер, Ю. П.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / **Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский.** – Москва : Наука, 1976. – 279 с.
- 18 **Гиршвельд, В. Я.** Режимы работы и эксплуатации ТЭС / **В. Я. Гиршвельд, А. М. Князев, В. Е. Куликов.** – Москва : Энергия, 1980. – 179 с.
- 19 **Жидович, О. В.** Охлаждение газов в дымовых трубах / **О. В. Жидович, В. Н. Альшевский, Ф. П. Дужих** // Теплоэнергетика. – 1977. – № 9. – С. 44–47.
- 20 **Безлюдный, П. П.** Определение температуры точки росы продуктов сгорания природного газа / **П. П. Безлюдный, Л. Г. Семенюк, В. Н. Николаев, М. И. Пересичный** // Известия вузов СССР. Энергетика. – 1986. – № 12. – С. 89–91.

#### Bibliography (transliterated)

- 1 **The Cabinet of Ministers of Ukraine** (2006), The energy strategy of Ukraine for the period 2030 of 15 March 2006, No. 145-d Kiev, Kiev, Ukraine.
- 2 **Yelsukov, V. K.** (2007), "Evaluation of the possibility of utilization of exhaust gases heat the boilers at the example of burning Kansk-Achinsk coals", *Promyshlennaya Energetika*, No. 11, pp. 21–27.
- 3 **Medvedev, V., Lipiec, A., Ponomarev, N., Buchman, G. and Kuznetsova, S.** (1999), "And the Effectiveness of the comprehensive modernization of the tail section of the existing coal-fired boilers", *Teplenergetika*, No. 8, pp. 43–47.
- 4 **Bersenev, A., Nemirovsky, N., Ovchar, V., Gordeev, V. and Lipiec, A.** (1998), "Improving the efficiency of thermal power equipment", *Teplenergetika*, No. 5, pp. 51–54.
- 5 **Kruglikov, P., Smolkin, V. and Sokolov, K.** (2011), "Choice of principle schematics of a coal power unit for supercritical steam parameters", *Teplenergetika*, No. 9, pp. 9–17, ISSN 0040-3636.
- 6 **Ovchar, V., Gordeev, V., Sotnikov, I. and Lipiec, A.** (1999), "Experience of development of factory units with increased efficiency", *Teplenergetika*, No. 9, pp. 2–5.
- 7 **Ramzin, L. K.** (1914), "To the calculation of boiler plants", *Proceedings of the Kiev society for the surveillance of steam boilers*, Kiev, Ukraine.
- 8 **Tolubinsky, V. I.** (1934), "Arrangement of convective cells the boiler unit.", *Proc. Kiev industrial Institute*, L 8, GONTI, Kharkov, Ukraine.
- 9 **Rubenstein, J. M.** (1969), *Calculation of the impact of changes in the thermal circuit on the efficiency of power plants*, Energiya [Energy], Moscow, Russian.

- 10 Lipiec, A., Lafayette, J. and Kuznetsov, S. (1976), "A. prospects of development of tubular air preheaters for powerful steam generator", *Heat Power engineering*, No. 7, pp. 25–29.
- 11 Kroll, L. and Zraisky, S. (1974), "Application of regenerative air preheaters with an annular separate flow of air and products of combustion in large boilers", *Electric power stations*, No. 7, pp. 59–64.
- 12 Kroll, L. and Zraisky, S. (1974), "Preheating the air in the split regenerative air heater", *Electric power stations*, No. 9, pp. 49–54.
- 13 Smyshlyaev, A., Shchelokov, V. and Evdokimov, S. (2010), "New developments of coal-fired boilers", *Electric station*, No. 5, pp. 10–16, ISSN 0201-4564.
- 14 Nugin, V. (1998), "Development of optimal technical solutions for the reconstruction of thermal and mechanical equipment thermal power plant of JSC Mosenergo", *Electric station*, No. 6, pp. 39–48.
- 15 Andryushchenko, A. (1956), "The Dependence of the efficiency of the boiler design temperature of feed water", *Collection of scientific reports. SADI*, Vol. 4, Saratov, Russia.
- 16 Andryushchenko, A. (1981), "On the performance indicators of cycles of thermal installations", *Izv. universities of the USSR. Energy*, No. 9, pp. 36–39.
- 17 Adler, Y. P., Markova, E. V. and Granovsky, Y. V. (1976), *Planning an experiment when searching for optimal pors'k optimalnyh conditions*, Nauka [Science], Moscow, Russian.
- 18 Hirshfeld, V. Ya., Knyazev, A. M. and Kulikov, V. E. (1980), *Operation Modes and operation*, Energiya [Energy], Moscow, Russian.
- 19 Zhdovich, O. V., Alshevsky, V. N. and Dugih, F. P. (1977), "Cooling of gases in chimneys", *Teploenergetika*, No. 9, pp. 44–47.
- 20 Besludniy, P. P., Semeniuk, L. G., Nikolaev, V. N. and Peresichna, M. I. (1986), "Determination of the dew point temperature of the combustion products of natural gas", *Izvestiya vuzov of the USSR. Energy*, No. 12, pp. 89–91.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Кесова Любов Олександрівна** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплоенергетичних установок теплових і атомних електростанцій, Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»; м. Київ, Україна; e-mail: sheleshey\_tanya@ukr.net.

**Kesova Lubov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Cogeneration Installations of Thermal and Nuclear Power Plants, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kiev, Ukraine.

**Шелешей Тетяна Вікторівна** – асистент кафедри теплоенергетичних установок теплових і атомних електростанцій, Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»; м. Київ, Україна; e-mail: sheleshey\_tanya@ukr.net.

**Sheleshey Tanya** – assistant, Head of the Department of Cogeneration Installations of Thermal and Nuclear Power Plants, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kiev, Ukraine.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Кесова, Л.О.** Залежність температури відхідних газів котлів від зміни електричного навантаження ТЕЦ / **Л. О. Кесова, Т. В. Шелешей** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – № 9(1231). – С. 96–100. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2017.09.16.

*Please cite this article as:*

**Kesova, L. and Sheleshey, T.** (2016), "Dependence of the Temperature of Effluent Gases of the Boilers on a Change in the Loading of Thermal Power Plants", *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, No. 9(1231), pp. 96–100, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2017.09.16.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Кесова Л. А.** Зависимость температуры уходящих газов котлов от изменения электрической нагрузки ТЭЦ / **Л. А. Кесова, Т. В. Шелешей** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – № 9(1231). – С. 96–100. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2017.09.16.

**АННОТАЦИЯ** Одним из эффективных методов малозатратной модернизации ТЭЦ является снижение температуры отходящих газов котлов ( $t_{\text{вдох}}$ ). Попытки снизить температуру отходящих газов для повышения КПД котлов ограничивается влиянием  $t_{\text{вдох}}$  на долговечность поверхностей нагрева как конвективной шахты, так и всего газо-воздушного тракта с учетом точки росы ( $t_p$ ). На базе анализа эксплуатационных показателей паровых котлов типа ТГМП-314А составлено уравнение регрессии. Результаты исследования подтверждают, что наибольшее влияние на температуру дымовых газов во всем диапазоне изменения электрической нагрузки блока имеет температура питательной воды.

**Ключевые слова:** котел, переменный режим эксплуатации, температура отходящих газов, электрическая мощность, тепловая нагрузка, температура и расход питательной воды.

Надійшла (received) 10.02.2017