

Технічні науки

УДК 536.24:621.184.5

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Навродська Раїса Олександрівна

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Navrodska Raisa

*Candidate of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Гнедаш Георгій Олександрович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Gnedash Georgii

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Шевчук Світлана Іванівна

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Shevchuk Svitlana

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Новаківський Максим Олександрович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Novakivskii Maksym

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНИХ
УСТАНОВОК З ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЄЮ ДИМОВИХ ГАЗІВ
INCREASING THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF BOILER
INSTALLATIONS WITH THE FLUE GAS HEAT-RECOVERY**

Анотація. Запропоновано для газоспоживальних котельних установок з водогрійними котлоагрегатами, включеними в циркуляційний контур системи теплопостачання, нову теплоутилізаційну систему з використанням контактної теплообмінника для підігрівання і зволоження дуттьового повітря. Показано, що завдяки удосконаленню відомої системи аналогічного призначення підвищується екологічна ефективність котельної установки.

Ключові слова: комбіновані системи теплоутилізації, глибоке охолодження димових газів, підігрівання і зволоження дуттьового повітря, ефективність.

Summary. A new heat-recovery plant with the use of a contact heat exchanger for heating and humidifying the exhaust air for gas-fired boiler plants with water-heating boiler units included in the circulation circuit of the

heat supply system is proposed. It is shown that the ecological efficiency of the boiler plant increases due to the improvement of the known system of a similar purpose.

Key words: *complex heat-recovery systems, deep cooling of waste gases, heating and humidification of combustion air, efficiency.*

Проблеми економії паливно-енергетичних ресурсів та захисту довкілля стають все більш актуальними для багатьох виробничих об'єктів та теплогенеруючих комунальних підприємств. Вирішення вказаних проблем безпосередньо пов'язано з покращенням екологічних та теплоенергетичних показників котельних установок.

Сучасні тенденції щодо підвищення теплоенергетичних показників газоспоживальних котельних установок полягають у використанні теплоутилізаційних технологій з глибоким охолодженням відхідних газів котла. Стосовно покращення екологічності цих установок, то основні тенденції у цьому напрямі пов'язані зі зменшенням обсягів утворення оксидів азоту в топці котла, які за даними досліджень визначають на 95 ÷ 98 % токсичність продуктів спалювання до прикладу котлів електростанцій на природному газі [1].

Один із шляхів зниження викидів оксидів азоту в навколишнє середовище полягає у пригнічуванні їх утворення в топковому просторі котла завдяки зменшенню температури горіння. Це зменшення може досягатись, зокрема, введенням вологи в зону горіння у разі використання спеціальних теплоутилізаційних технологій [2–6]. Ці технології мають характерні особливості, які полягають у збільшенні вологовмісту відхідних газів котлів відповідно до обсягів введення вологи. Для утилізації теплоти цих газів доцільно застосовувати модернізовані системи, що забезпечуватимуть свою високу теплову ефективність шляхом використання утилізованої теплоти для різних потреб завдяки більш

глибокому охолодженню відхідних газів. Утилізована теплота може використовуватись для підігрівання води різного призначення та дуттьового повітря зі зволоженням або без нього. Основними недоліками відомих розробок теплоутилізаційних систем вказаного призначення є недостатня теплова та екологічна ефективність.

З метою підвищення ефективності використання палива і покращення екологічності газоспоживальних котельних установок розроблено нову схему установки (рис. 1) з комбінованим використанням утилізованої теплоти.

Покращення екологічних показників розробленої котельної установки у порівнянні з відомими аналогами досягається завдяки:

- встановленню у відвідному газоході водопідігрівача 3 між котлоагрегатом 1 і повітропідігрівачем 4;
- розміщенню у повітроводі між вентилятором 8 і газопальниковим пристроєм 2 у напрямі руху відхідних газів повітропідігрівача 4, водоповітряного теплообмінника 9, контактного водоповітряного тепломасообмінника 10 і повітродогрівача 11;
- під'єднанню підігрівача хімічно очищеної води 13 до з'єднувального трубопроводу між виходом деаератора 14 та підживлювальним насосом;
- підключенню водоповітряного теплообмінника 10, повітродогрівача 11 та газопідігрівача 6 входами до подавального трубопроводу, а виходами — до зворотного трубопроводу на всмоктувальній стороні мережного насоса.

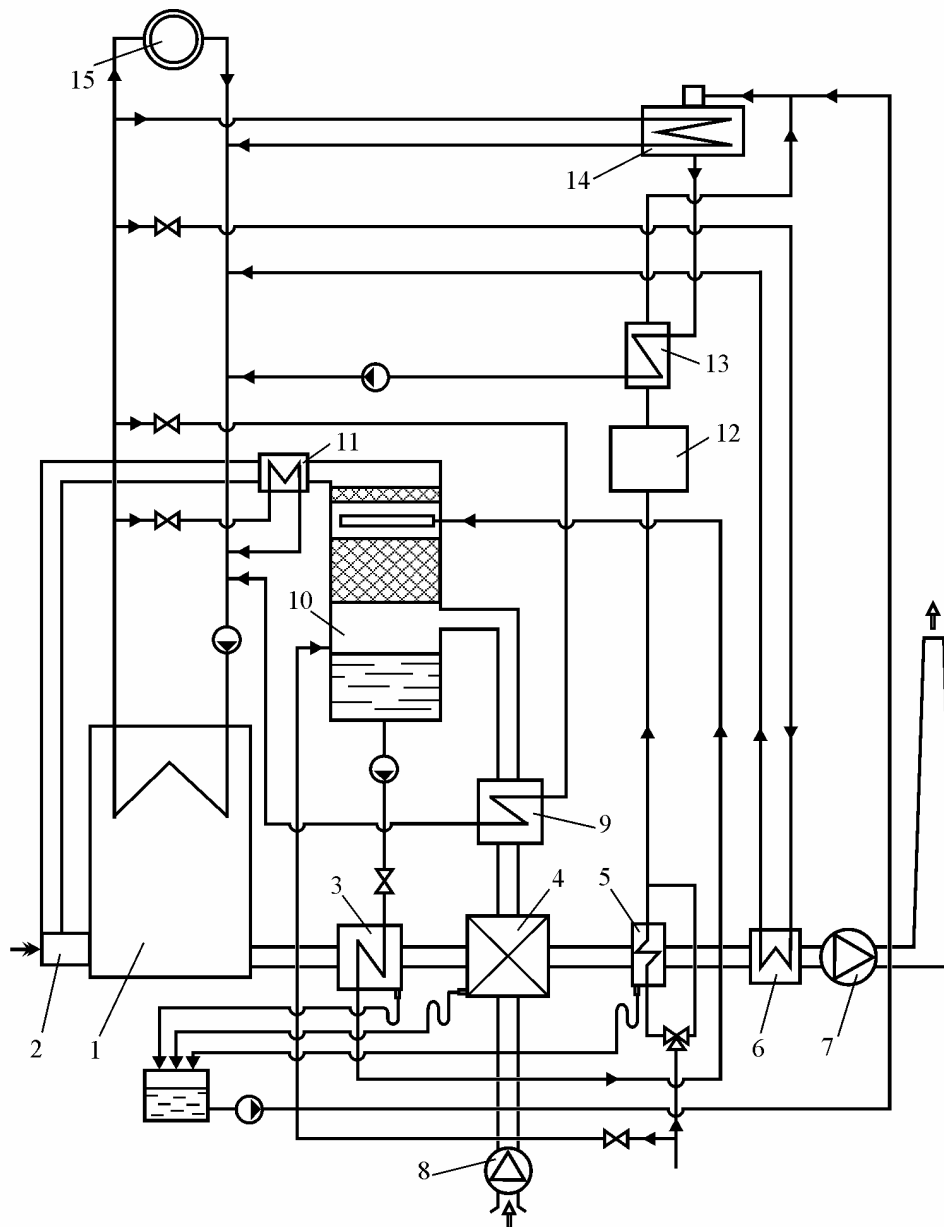


Рис. 1. Котельна установка з комбінованим використанням утилізованої теплоти:

**1 – котлоагрегат; 2 – газопальниковий пристрій; 3 – водопідігрівач;
4 – повітропідігрівач; 5 – підігрівач холодної води на ХВО; 6 – газопідігрівач;
7 – димосос; 8 – вентилятор; 9 – водоповітряний теплообмінник; 10 – контактний водоповітряний тепломасообмінник; 11 – повітродогрівач; 12 – система ХВО;
13 – підігрівач хімічно очищеної води; 14 – деаератор; 15 – споживач**

Використання розробленої котельної установки з пропонованою схемою теплоутилізації відхідних газів з підігріванням і зволоженням дуттьового повітря забезпечить суттєве підвищення температури води на вході у контактний водоповітряний тепломасообмінник і відповідне підвищення його вологопродуктивності та збільшення температури

повітря на вході у вказаний тепломасообмінник, що забезпечить і збільшення вологоємності цього повітря. Завдяки збільшенню вологоємності дуттьового повітря реалізуватиметься вищий рівень зниження температури горіння, що сприятиме пригнічуванню утворення оксидів азоту в топці котла. На рис. 2 наведено відповідні результати досліджень щодо підвищення екологічної ефективності запропонованої котельної установки.

При виконанні розрахункових досліджень використовувались відомі методи розрахунку котельних установок результати експериментальних досліджень, отриманих авторами [7], та результати досліджень поверхнево-контактного теплоутилізатора для котла КСВа-0,63 [8; 9].

Результати досліджень свідчать, що застосування для досліджуваного котла запропонованої системи теплоутилізації забезпечує зменшення відносних рівнів утворення оксидів азоту на $5 \div 10 \%$ у порівнянні з відомими розробками аналогічного призначення [4–6].

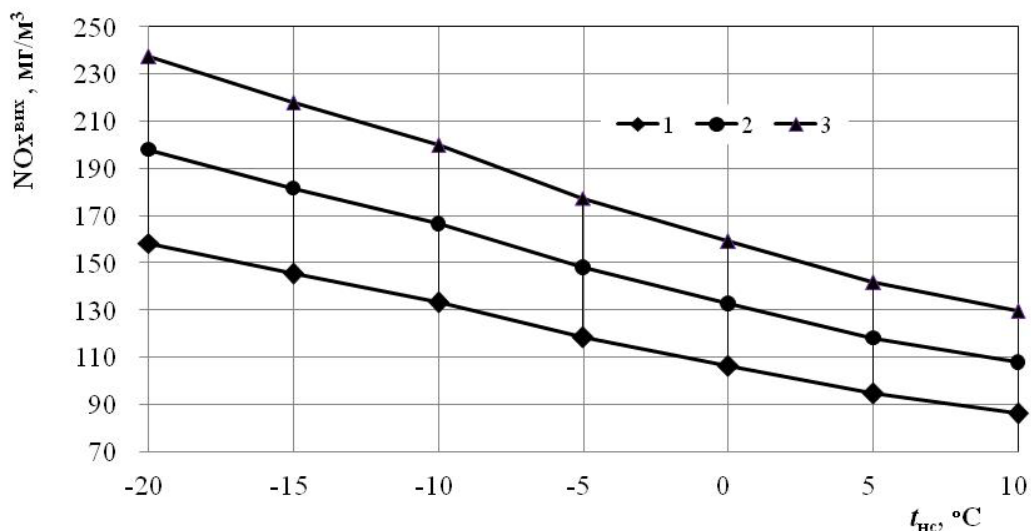


Рис. 2. Вміст оксидів азоту $\text{No}_x^{\text{вих}}$ у димових газах на виході з котельної установки з комбінованим використанням утилізованої теплоти та зволоженням дуттьового повітря в залежності від температури навколишнього середовища за умов вмісту No_x у димових газах без додавання вологи в зону горіння:
1 – 200; 2 – 250; 3 – 300 мг/м³

Література

1. Сигал, И. Я., Дубоший, А. Н., Сигал, А. И., & Смихула, А. В. (2010). Повышение эффективности влияния рециркуляции дымовых газов на снижение выбросов оксидов азота котлами электростанций. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*, (1), 48-52. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/103970>
2. Fialko, N. M., Navrodska, R. A., Presich, G. A., Gnedash, G. A., Shevchuk, S. I., & Martiuk, O. (2018). Increase of ecological effectiveness of complex heat-recovery systems for boiler plants. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 40(2), 27-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ihe.2.2018.04>.
3. Fialko, N. M., Navrodska, R. O., Shevchuk, S. I., & Gnedash, G. O. (2020). The environmental reliability of gas-fired boiler units by applying modern heat-recovery technologies. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (2), 96-100. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/096>.
4. Fialko, N. M., Gnedash, G. O., Navrodska, R. O., Presich, G. O., & Shevchuk, S. I. (2019). Improving the efficiency of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler installations. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(6), 79-82. <https://doi.org/10.15421/40290616>.
5. Fialko, N., Navrodska, R., Gnedash, G., Shevchuk, S., & Sbrodova, G. (2021). Improvement of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler units. *International Scientific Journal «Internauka»*, 9, 33-36. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-9-7427>.
6. Fialko, N. M., Navrodska, R. A., Presich, G. A., Novakovskiy, M. A., Gnedash, G. A., Shevchuk, S. I., & Sbrodova, G. A. (2016). Combined heat recovery systems of boilers with increased moisture content of flue gases. *Technological systems*, (77/4). URL: <http://technological-systems.com/index.php/Home/issue/view/20/showToc> (дата звернення: 16.10.2024).

7. Navrodska, R. A., Stepanova, A. I., Shevchuk, S. I., Gnedash, G. A., & Presich, G. A. (2018). Experimental investigation of heat-transfer at deep cooling of combustion materials of gas-fired boilers. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(6), 103-108. <https://doi.org/10.15421/40280620>.

8. Fialko, N. M., Navrodska, R. O., Presich, G. O., Gnedash, G. O., Shevchuk, S. I., & Stepanova, A. I. (2019). Kombinovani teploutilizatsiini systemy dlia gazospozhyvalnykh kotliv komunalnoi teploenergetyky [Combined heat recovery systems for gas-fired boilers of communal heat energy]. Kyiv: «Pro format, 192.

9. Fialko, N., Presich, G., Navrodska, R., Gnedash, G., & Shevchuk, S. (2018). Improving the ecological indicators of gas-fired boiler plants at the use of complex heat-recovery systems. *Innovations*, 6(2), 79-81. URL: <https://stumejournals.com/journals/innovations/2018/2/79> (дата звернення: 16.10.2024).