

Технічні науки

УДК 621.181.6

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НАН України, завідувач відділу,
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Fialko Nataliia

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

Пресіч Георгій Олександрович

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

Presich Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Senior 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 (PhD), 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 (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**ЕНЕРГООЩАДНА КОМБІНОВАНА ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНА
ТЕХНОЛОГІЯ ІЗ ЗАХИСТОМ ДИМОВОГО ТРАКТУ ДЛЯ
ГАЗОСПОЖИВАЛЬНИХ КОТЛІВ
ENERGY-SAVING COMPLEX HEAT-RECOVERY TECHNOLOGY
WITH EXHAUST GAS DUCT PROTECTION FOR GAS-BURNING
BOILERS**

***Анотація.** Запропоновано нове технічне рішення комбінованої теплоутилізаційної установки для підігрівання зворотної тепломережної води та дуттьового повітря із захистом газовідвідного тракту від конденсації для підвищення теплової ефективності газоспоживальних котлоагрегатів комунальної теплоенергетики.*

***Ключові слова:** димові гази, конденсаційний режим, дуттьове повітря, газовідвідний тракт, газопідігрівач.*

***Summary.** The new technical solution of the complex heat-recovery unit for heating the return heat network water and combustion air with protecting the gas outlet tract from condensate formation to increase the thermal efficiency of gas-burning boiler plants of the communal heat and power industry is*

proposed.

Key words: *exhaust-gases, condensation mode, combustion air, exhaust-gas outlet duct, gas-heater.*

Забезпечення продовж опалювального періоду стабільної високої ефективності утилізації теплоти відхідних димових газів газоспоживальних котельних агрегатів комунальної теплоенергетики реалізується шляхом застосування комбінованих теплоутилізаційних систем [1-8]. Такі системи характеризуються тим, що у тракті відхідних димових газів котла встановлюється водогрійне та повітрогрійне конденсаційне теплоутилізаційне обладнання, в якому реалізується підігрівання теплою димових газів різних за призначенням та температурним потенціалом теплоносіїв для потреб котельні. Для уникнення випадіння з охолоджених димових газів водяного конденсату у газовідвідному газоході котельної установки після теплоутилізаторів та у димовій трубі застосовуються теплові методи [9-15] захисту цих трактів, в яких на осушення відхідних газів витрати теплоти зазвичай становлять від 10 до 30 %, залежно від обраної схеми захисту.

Авторами розроблено теплоутилізаційну систему (рис. 1) котельної установки, в якій осушування відхідних димових газів здійснюється підмішуванням до них частини підігрітого у повітрогрійному теплоутилізаторі та догрітого у газоповітряному догрівачі осушувального повітря. При такій теплоутилізаційній технології завдяки підключенню входу байпасного газоходу до конвективного газоходу котлоагрегату між першою і другою теплообмінними поверхнями, виходу – до основного газовідвідного газоходу між заслінкою і водопідігрівачем досягається догрівання осушувального повітря меншою кількістю гарячих димових газів до більш високої температури і відповідне зменшення витрачання цього повітря. В результаті забезпечується скорочення втрат теплової

енергії на осушування відхідних димових газів та зменшення витрачання електроенергії на приводи вентилятора і димососа.

Робота котельної установки з комбінованою теплоутилізаційною системою та повітряним тепловим захистом газовідвідного тракту реалізується таким чином. Загальний потік димових газів, що утворюється в процесі спалювання природного газу в топці 2 котлоагрегату 1, проходить конвективним газоходом 4 через першу теплообмінну поверхню 5, де гази охолоджуються.

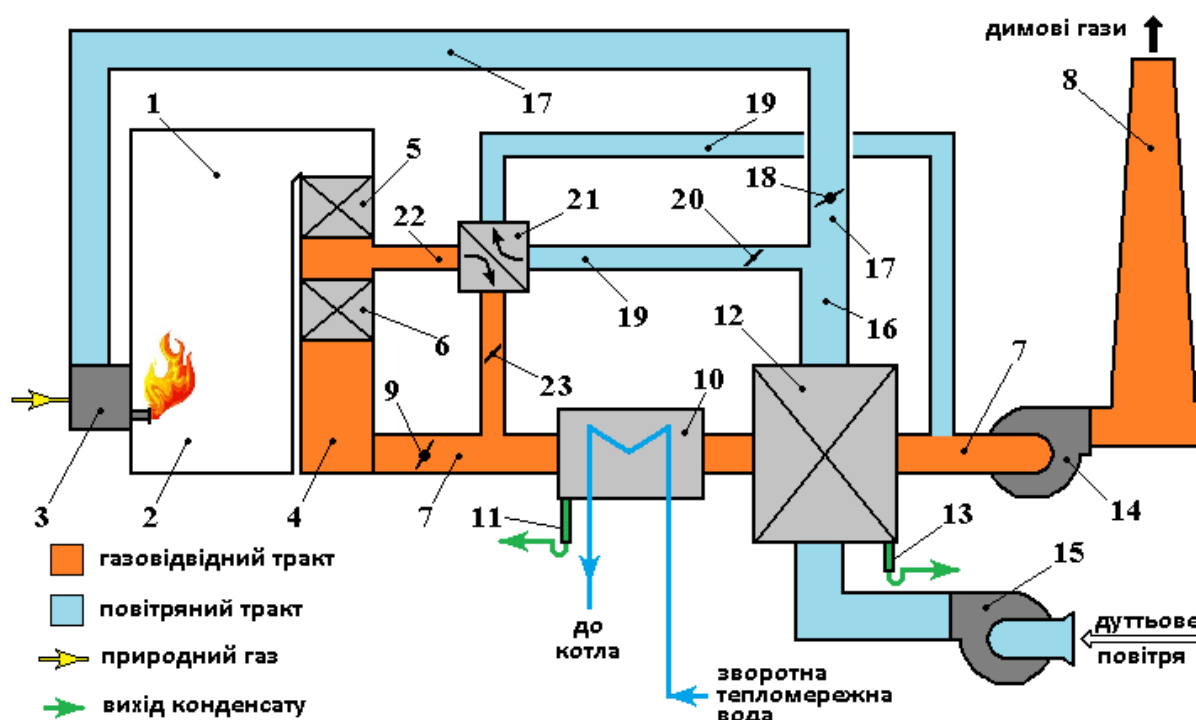


Рис. 1. Принципова схема котельної установки з комбінованою теплоутилізаційною системою та повітряним тепловим захистом газовідвідного тракту:

- 1 – котлоагрегат; 2 – топка; 3 – газопальниковий пристрій;
 4 – конвективний газохід; 5, 6 – теплообмінні поверхні; 7 – основний газохід;
 8 – димова труба; 9, 18 – заслінка; 10 – водогрійний теплоутилізатор; 11, 13 – патрубок
 відведення конденсату; 12 – повітрогрійний теплоутилізатор;
 14 – димосос; 15 – вентилятор; 16 – повітровід; 17 – повітровід дутьового повітря; 19 –
 повітровід осушувального повітря; 20, 23 – регулювальний клапан;
 21 – газоповітряний догрівач; 22 – байпасний газохід

Далі основний потік димових газів проходить через другу

теплообмінну поверхню 6, де гази охолоджуються, надходить до основного газоходу 7 і проходить через заслінку 9. Байпасний потік димових газів проходить байпасним газоходом 22 через догрівач 21 осушувального повітря, де гази охолоджуються, та через регулювальний клапан 23 підмішується до основного потоку димових газів в основному газоході 7. Далі загальний потік димових газів проходить через водопідігрівач 10, де гази охолоджуються, далі – через газоповітряний теплообмінник 12, де гази доохолоджуються, і надходить в ділянку основного газоходу 7 між газоповітряним теплообмінником 12 і димососом 14. При охолодженні газів з утворенням конденсату останній виводиться із дотриманням норм з газового тракту установки через патрубки 11 і 13 або корисно використовується [16-20].

Повітря за допомогою вентилятора 15 переміщується через газоповітряний теплообмінник 12, де підігрівається, і надходить до повітроводу 16, після якого потік повітря розділяється. Основна частина повітря, а саме дуттьове повітря, повітроводом 17 через заслінку 18 подається в газопальниковий пристрій 3. Інша невелика частина повітря, а саме осушувальне повітря, повітроводом 19 через регулювальний клапан 20 і догрівач 21, де догрівається, надходить до основного газоходу 7, де змішується з охолодженими димовими газами. Внаслідок цього температура димових газів підвищується, а температура точки роси димових газів за рахунок зменшення їхнього вологовмісту відповідно знижується, що забезпечує необхідне для запобігання конденсатоутворенню перевищення температури газів над їхньою температурою точки роси. Далі димові гази проходять димосос 14 і через димову трубу 8 видаляються з установки. Регулювання роботи котельної установки здійснюється за допомогою заслінок 9 і 18 та регулювальних клапанів 20 і 23.

При роботі котельної установки в номінальному режимі завдяки

підігріванню відхідних димових газів догрітим осушувальним повітрям на 5...10 °С забезпечується витрачання теплової енергії на осушування в кількості 2...4 % від теплопродуктивності теплоутилізаційної системи. При цьому витрата осушувального повітря становить 4...8 % від загальної витрати повітря на котельну установку.

Література

1. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Shevchuk S., Sbrodova G. Improvement of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler units. *International Scientific Journal "Internauka"*. 2021. № 9. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-9-7427>
2. Fialko N. M., Navrodska R. O., Shevchuk S. I., Gnedash G. O., Glushak O. Y. Reduction of moisture content of exhaust gases in condensing heat-recovery exchangers of the boiler plants. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2019. 29(8). P. 116-119. doi: <https://doi.org/10.36930/40290821>
3. Fialko N. M., Presich G. A., Gnedash G. A., Shevchuk S. I., Dashkovska I. L. Increase the efficiency of complex heatrecovery systems for heating and humidifying of blown air of gasfired boilers. *Industrial Heat Engineering*. 2018. 40(3). P. 38–45. doi: <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.06>
4. Fialko N. M., Gnedash G. O., Navrodska R. O., Presich G. O., Shevchuk S. I. Improving the efficiency of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler installations. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2019. 29(6). P. 79-82. doi: <https://doi.org/10.15421/40290616>
5. Navrodska R. A., Stepanova A. I., Shevchuk S. I., Gnedash G. A., Presich G. A. Experimental investigation of heat-transfer at deep cooling of combustion materials of gas-fired boilers. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2018. 28(6). P. 103-108. doi: <https://doi.org/10.15421/40280620>
6. Fialko N. M., Navrodska R. O., Gnedash G. O., Presich G. O., Shevchuk S. I. Study of Heat Recovery Systems for Heating and Moisturing

- Combustion Air of Boiler Units. *Nauka innov.* 2020. V. 16, No. 2. P. 47-53. doi: <https://doi.org/10.15407/scin16.03.047>
7. Fialko N., Presich G., Navrodska R., Gnedash G. Ecological efficiency of combined heat recovery systems waste of exhaust gases for boiler plant. *Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politekhnika. Teoriya i praktyka budivnytstva.* 2013. 755. P. 429-434. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/22345>
 8. Navrodska R., Fialko N., Presich G., Gnedash G., Alioshko S., Shevcuk S. Reducing nitrogen oxide emissions in boilers at moistening of blowing air in heat recovery systems. In *E3S Web of Conferences* 2019. Vol. 100. P. 00055. EDP Sciences. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910000055>
 9. Fialko N., Navrodska R., Shevchuk S., Presich G., Gnedash G. The use of thermal methods to protect the exhaust-channels of boilers equipped with heat-recovery units. *International scientific journal "Internauka"*. 2019. № 11(73).
 10. Fialko N. M., Navrodska R. O., Presich G. A., Gnedash G. A., Shevchuk S. I. Application of an air method for protecting chimneys of boiler plants in heat recovery systems. *International Scientific Journal "Internauka"*. 2020. № 4(84). P. 84-87. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-4>
 11. Fialko N. M., Navrodska R. O., Shevchuk S. I., Gnedash G. O., Sbrodova G. O. Applying the air methods to prevent condensation in gas exhaust ducts of the boiler plants. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2018. 28(10). P. 76-80. doi: <https://doi.org/10.15421/40281016>
 12. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Presich G., Shevchuk S. Methods for protecting boiler chimneys against corrosion due to fall-out condensate from flue gases. *International scientific journal "Internauka"*. 2021. № 9(109). P. 30-32. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-9-7426>
 13. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Shevchuk S., Novakivskii M. The main conditions for preventing the formation of condensate in the gas

- exhaust tracts and the chimney of boiler plants. *International scientific journal "Internauka"*. 2023. № 2(136). P. 40-43. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-2-8581>
14. Fialko N., Presich G., Gnedash G., Shevchuk S., Novakivskii M., Glushak, O. Technology of thermal protection of gas exhaust tracts of boiler installations. *International scientific journal "Internauka"*. 2023. № 1(135). P. 48-52. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-1-8560>
15. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Shevchuk S., Novakivskii M. Methods of anticorrosive protection of gas exhaust tracts of boiler plants during operation of hot water heat-recovery exchangers. *International scientific journal "Internauka"*. 2023. № 4(138). doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-4-8631>
16. Fialko N. M., Navrodska R. O., Gnedash G. O., Novakivskii M. O., Presich G. O. Directions for the use of chemically aggressive water condensate in gas-fired boiler plants of municipal energy. *International scientific journal "Internauka"*. 2022. №3. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-3-7948>
17. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Novakivskii M. Practical application of chemically aggressive water condensate in gas-fired boiler plants of municipal power. In *The 11 th International scientific and practical conference "International scientific innovations in human life" (May 11-13, 2022) Cognum Publishing House*. Manchester, United Kingdom. 2022. 810 p. (p. 188).
18. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Presich G. Decarbonization of acid water condensate of gas-fired boiler plants by filtration method. In *The 10 th International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects" (May 4-6, 2022) CPN Publishing Group*. Tokyo, Japan, 2022. 624 p. (p. 130).
19. Fialko N. M., Navrodska R. O., Gnedash G. O., Shevchuk S. I., Presich G.

- O. Neutralization of acidic water condensate of gas-fired boiler units by decarbonization method into the granular type filter. *International scientific journal "Internauka"*. 2022. №4. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-4-7971>
20. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Novakivskii M., Sbrodova G. Use and disposal of acidic water condensate from gas-fired boiler units. *Municipal Economy of Cities*. 2021. № 4(164). P. 24-30. doi: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-24-30>