

Технічні науки

УДК [621.181:662.613]:66.047.004.1

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*

Навродська Раїса Олександрівна

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

Navrodska Raisa

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
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 (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*

**МЕТОДИ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ГАЗОВІДВІДНИХ
ТРАКТІВ КОТЕЛЕНЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОГРІЙНИХ
ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ**

**METHODS OF ANTICORROSIVE PROTECTION OF GAS EXHAUST
TRACTS OF BOILER PLANTS DURING OPERATION OF HOT
WATER HEAT-RECOVERY EXCHANGERS**

Анотація. Запропоновано різні схематичні рішення теплового захисту газовідвідного тракту та димової труби газоспоживальних котелень від можливого конденсатоутворення. Принцип технологій полягає у поєднанні охолодження димових газів у водогрійному теплоутилізаційному обладнанні з наступним підвищенням їхньої температури завдяки: частковому байпасуванню димових газів повз теплоутилізатор, підмішуванню сухого гарячого повітря або підігріванню у газопідігрівачі.

Ключові слова: відхідні димові гази, температура точки роси, конденсатоутворення, тепловологісний режим, газопідігрівач.

Summary. Various schematic circuits for thermal protection of the gas outlet tract and chimney of gas-fired boiler plants from possible condensate formation are proposed. The technology principle consists in combining the cooling of waste gases in water heating heat-recovery equipment with the subsequent increase in their temperature due to: partial bypass of waste gases past the heat-recovery device, mixing of dry hot air or heating in gas heaters.

Key words: exhaust-gases, dew point temperature, condensation formation, thermal-humidity regime, gas-heater.

Газовідвідні тракти є важливими технологічними елементами котелень, до яких висуваються високі вимоги щодо їхньої надійності та довговічності. Це особливо стосується димових труб, останніх за ходом димових газів частин газовідвідних трактів, які є досить складними інженерними спорудами, а їхня експлуатація повинна відповідати жорстким екологічним нормативам.

Найпоширеніша причина руйнування конструкцій димових труб котелень є утворення конденсату на внутрішній поверхні витяжних трактів, наприклад, через впровадження теплоутилізаційних технологій з глибоким охолодженням димових газів – нижче температури точки роси [1-8]. Відносна вологість цих газів близька до значення 100%. У результаті «зміщення точки роси» у бік її зменшення відбувається посилена конденсація вологи з димових газів, корозія та руйнування футерування, утворення порожнеч, вихід конденсату на зовнішню поверхню, розморожування та руйнування оболонки димових труб, що призводить навіть до утворення наскрізних отворів. Тому використання теплоутилізаційних технологій з високим рівнем зниження температури відхідних газів без застосування заходів щодо запобігання конденсатуутворенню не допускається. У цьому разі ефективним способом захисту газовідвідних трактів від корозійного руйнування є застосування

теплових методів запобігання конденсатоутворення в цих трактах шляхом зміни тепловологісних характеристик димових газів після глибокого охолодження [9-12]. До таких теплових методів належать: байпасування частини гарячих газів повз теплоутилізаційне обладнання, підсушування димових газів після теплоутилізаційних пристроїв шляхом їхнього підігрівання в поверхневому теплообміннику та підмішування до газів після теплоутилізатора відносно сухого порівняно з димовими газами та нагрітого після повітропідігрівача котла повітря. Останній метод одержав назву повітряного. Слід зазначити, що при глибокому охолодженні димових газів у теплоутилізаційному обладнанні відбувається в деякому сенсі і осушення цих газів, оскільки в цьому обладнанні за рахунок конденсації відбувається часткове видалення вологи, що міститься в димових газах.

Вибір раціональної схеми системи теплоутилізації відхідних газів котлів, а також відповідної системи захисту газовідвідних трактів визначається конкретними умовами застосування котельних установок.

В Україні найпоширенішим варіантом теплоутилізації димових газів для опалювальних котелень є встановлення за котлом водогрійних теплоутилізаторів. Утилізована теплота використовується у самому котлі – для підігрівання зворотної тепломережевої води. Варіанти принципів схем котельної установки із застосуванням водогрійних теплоутилізаторів та різних теплових методів запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах наведено на рис. 1.

Представлена опалювальна котельня установка, що оснащена системою теплоутилізації та тепловим захистом газовідвідного тракту, працює наступним чином. Відхідні димові гази від котла 1 надходять у водогрійний теплоутилізатор 2, де охолоджуються у процесі нагрівання зворотної тепломережної води перед надходженням її у котел. Після теплоутилізатора відхідні гази проходять тепловологісну обробку за

допомогою відповідних теплових методів запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах та відводяться димососом 6 з установки через димову трубу 4. Регулювання витрати та напрямку димових газів реалізується за допомогою шиберів 5. При експлуатації такої схеми теплоутилізації в деяких режимах роботи котлоагрегата реалізується конденсаційний режим роботи теплоутилізаційної системи. Утворений конденсат надходить у конденсатозбірник 3, після чого він може бути корисно використаний [13-17] або відведений до каналізаційної мережі за умов дотримання відповідних вимог щодо норм скидних стоків.

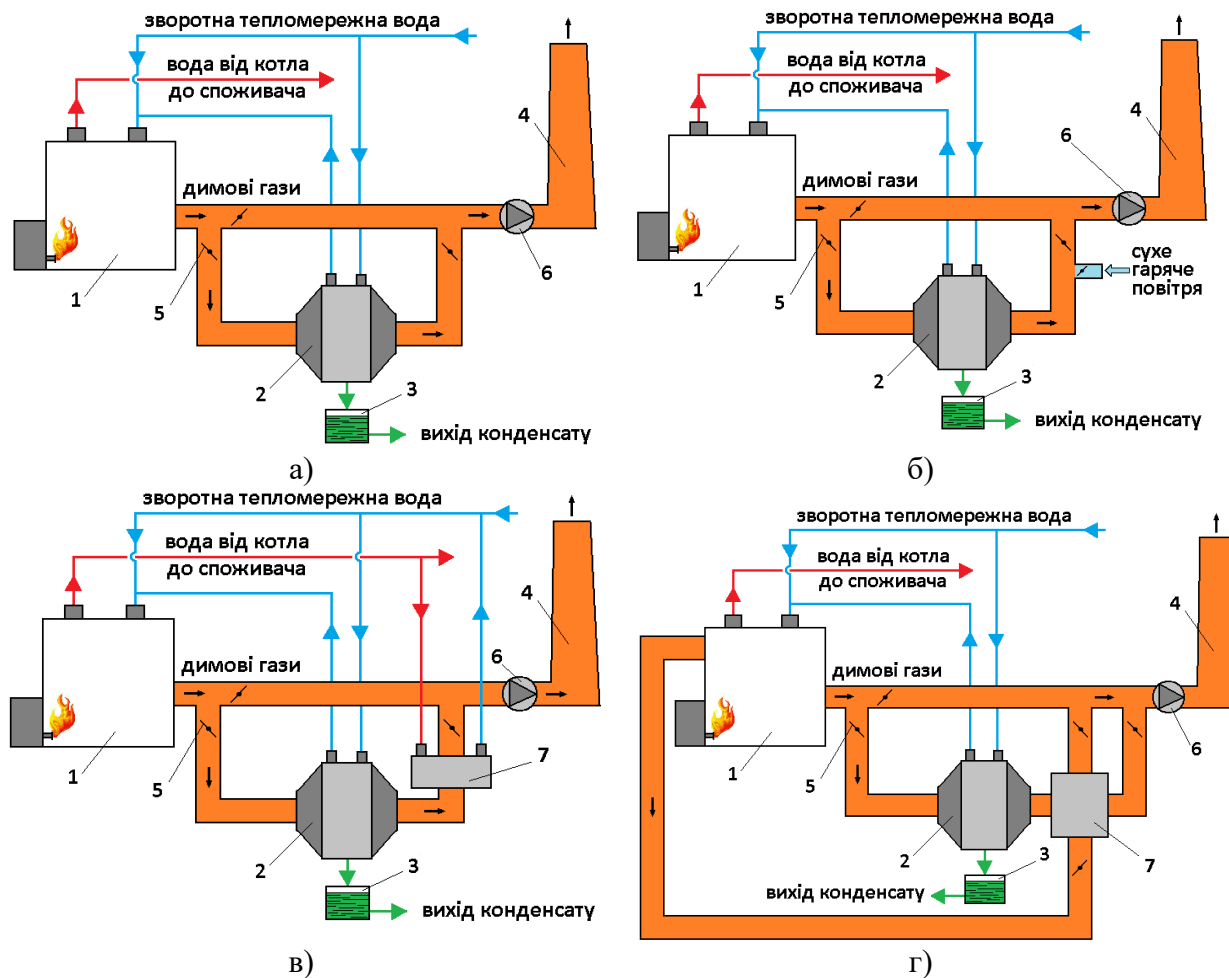


Рис. 1. Принципові схеми котельних установок із застосуванням водогрійних теплоутилізаторів та теплових методів захисту газовідвідних трактів:

- а) часткового байпасування димових газів котла повз теплоутилізатор;
- б) повітряного способу; в), г) підсушування димових газів у водогрійному та газогрійному підігрівачах відповідно; 1 – котел; 2 – водонагрівач; 3 – конденсатозбірник; 4 – димова труба; 5 – шибер; 6 – димосос; 7 – газопідігрівач

Доцільність застосування тієї чи іншої теплоутилізаційної схеми котельної установки та відповідного теплового методу захисту її газовідвідного тракту визначається багатьма факторами, основними з яких є: технічна можливість, потреба у відповідному нагрітому теплоносії, теплова ефективність пропонованої схеми, вартісні показники обладнання, вартість теплової енергії тощо.

Отже, проектування теплоутилізаційної установки має здійснюватися з урахуванням індивідуального підходу до кожного конкретного випадку застосування. При цьому має бути забезпечена економічна доцільність, теплова ефективність та надійність експлуатації усієї котельної установки.

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. Фіалко Н.М., Пресіч Г.О., Навродська Р.О., Гнедаш Г.О. Екологічна ефективність комбінованих систем утилізації теплоти викидних газів котельної установки. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва*. 2013. № 755. С. 429-434.
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. Фіалко Н. М., Навродська Р. О., Пресіч Г. О., Гнедаш Г. О., Шевчук С. І. Застосування повітряного методу захисту димових труб котельних установок в системах теплоутилізації // *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2020. № 4(84). С. 84-87.
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). С. 30-32. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-9-7426>
13. Фіалко Н. М., Навродська Р. О., Гнедаш Г. О., Новаківський М. О., Пресіч Г. О. Напрями використання хімічно агресивного водяного конденсату у газоспоживальних котельнях комунальної енергетики // *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2022. №3. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-3-7948>
14. Фіалко Н. М., Навродська Р. О., Гнедаш Г. О., Шевчук С. І., Пресіч Г. О. Нейтралізація кислого водяного конденсату газоспоживальних котлоагрегатів методом декарбонізації у гранульованому фільтрі // *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2022. №4. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-4-7971>
15. 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>
16. 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 11th 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.*
17. Fialko N., Navrodska R., Gnedash G., Presich G. Decarbonization of acid water condensate of gas-fired boiler plants by filtration method. In *The 10th 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.*