

Технічні науки

УДК 536.24:621.184.5

Фіалко Наталія Михайлівна

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

Fialko Nataliia

*Corresponding Member NAS of Ukraine,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head 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*

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*

Жученко Іван Михайлович

*аспірант
Вінницького національного технічного університету*

Zhuchenko Ivan

Postgraduate of the

Vinnitsia National Technical University

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

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БАЙПАСУВАННЯ
ДЛЯ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ГАЗОВІДВІДНИХ ТРАКТІВ
СМІТТЄСПАЛЮВАЛЬНОГО КОТЛА**

**EFFECTIVENESS OF THE BYPASS METHOD FOR ANTI-
CORROSION PROTECTION OF GAS EXHAUST DUCTS OF A WASTE
INCINERATOR BOILER**

Анотація. Викладено результати досліджень ефективності застосування для запобігання конденсатоутворенню в залізобетонній димовій трубі сміттєспалювального котла з системою теплоутилізації димових газів методу часткового пропускання частини газів від котла повз вказану систему. Показано, що цей метод є результативним в усіх режимах котла за наявності теплоізоляції корпусу труби.

Ключові слова: глибоке охолодження димових газів, ефективність, запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах.

Summary. The results of research into the effectiveness of using the method of partially passing part of the exhaust-gases from the boiler past the specified system to prevent condensation in the reinforced concrete chimney of a

waste incineration boiler with an exhaust-gas heat recovery system are presented. It is shown that this method is effective in all boiler modes in the presence of thermal insulation of the chimney hull.

Key words: deep cooling of exhaust-gases, efficiency, prevention of condensation in gas waste ducts.

Однією з проблем експлуатації сміттєспалювальних установок з системами теплоутилізації димових газів є проблема захисту від корозії відвідних газоходів і особливо димових труб (димарів). Зважаючи на знижену при теплоутилізації температуру вихідних газів та зазвичай їхню високу вологість, у димарях створюються умови для випадення конденсату на їхніх внутрішніх поверхнях та у товщині оболонки. Через високу хімічну агресивність газів та складні умови експлуатації в навколишньому середовищі під впливом силових та погодних навантажень димарі піддаються корозійному руйнуванню. З часом в їхніх конструкціях накопичуються дефекти, які згодом можуть призвести до остаточного руйнування димарів і необхідності заміни. Для запобігання цьому застосовуються різні методи та заходи. Серед них особливо виділяються методи тепловологісної обробки димових газів після теплоутилізації [1–5].

Метою цього дослідження є аналіз ефективності застосування для запобігання конденсатоутворенню в димовій трубі сміттєспалювального котла з комбінованою системою теплоутилізації одного із таких методів, а саме методу байпасування димових газів. Метод полягає (рис. 1) в пропусканні частини χ гарячих газів від котла повз комбіновану систему теплоутилізації у вихідний газохід котельної установки. За цих умов підвищується температура суміші газів $t_{\text{см}}$ та точка роси $t_{\text{р}}$ на вході у відвідний газохід в режимах глибокого охолодження димових газів. Метод сприяє відверненню конденсатоутворення в газоходах за дотримання умови перевищення температури внутрішньої поверхні $t_{\text{пов}}$ газоходу (аж до

гирла димаря) над точкою роси t_p ($t_{\text{пов}} \geq t_p$). Виконано дослідження тепловологісного режиму в гирлі димової труби опалювального котла з продуктивністю спалювання сміття 5 т/год. Температура та вологовміст газів за котлом становили $200 \div 250$ °С та $0,15 \div 0,25$ кг/кг с.г. відповідно.

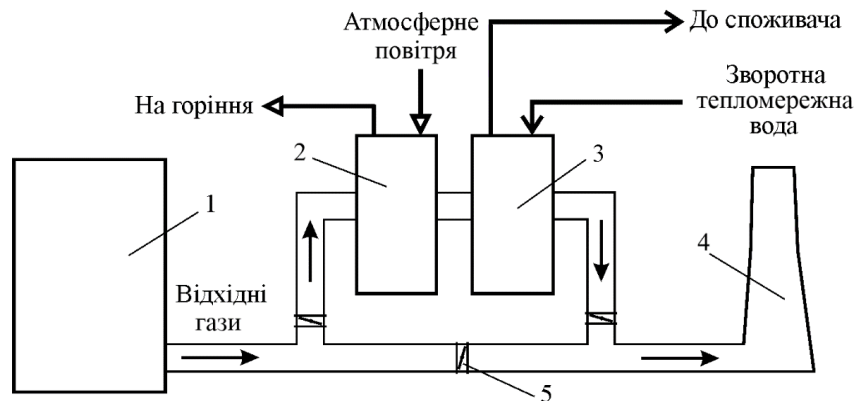


Рис. 1. Застосування методу байпасування для запобігання конденсатоутворенню в газовідвідному тракті сміттєспалювального котла: 1 – котел; 2 – повітря-нагрівач; 3 – водопідігрівач; 4 – димова труба; 5 – регулювальний клапан

При виконанні досліджень температури тепломережної води приймалися згідно з параметрами системи опалення з розрахунковою температурою навколишнього середовища -20 °С та перепадом температур теплоносія 25 °С. Застосовувалася залізобетонна димова труба висотою 120 м, внутрішнім діаметром $1,8$ м, товщиною оболонки $0,16$ м без теплоізоляції корпусу труби та за її наявності. Теплоізоляційним матеріалом слугував універсальний та ефективний утеплювач: полотно з мінеральної вати з базальтового волокна ($\lambda = 0,038$ Вт/(м·°С); $\delta = 50$ мм) ТУ 5284-048-00110473-2001.

Результати досліджень щодо ефективності методу байпасування для відвернення конденсатоутворення в залізобетонній димовій трубі без теплоізоляції корпусу за різних температур та вологовмісту газів за котлом і зміні частки байпасування χ від 0 до 50 % подано на рис. 2. Тут проілюстровано закономірності зміни тепловологісних показників (температури поверхні $t_{\text{пов}}$ та точки роси t_p) в гирлі вказаної труби. Як

видно, метод байпасування за розглянутих умов не є результативним в плані запобігання конденсації, оскільки в гирлі димаря в усіх режимах точка роси t_p є вищою за температуру поверхні $t_{\text{пов}}$ на $2 \div 20$ °С в залежності від температури $t_{\text{вх}}^{\text{г}}$ та вологовмісту $X_{\text{вх}}$ димових газів на його виході з котла і частки байпасування χ .

а)

б)

в)

г)

Рис. 2. Залежність від температури навколишнього середовища $t_{\text{нс}}$ температури внутрішньої поверхні $t_{\text{пов}}$ в гирлі залізобетонної димової труби (1-4) і точки роси t_p (5-8) за різних температур димових газів $t_{\text{вх}}^{\text{г}}$, їхнього вологовмісту $X_{\text{вх}}$ після котла та часток байпасування χ :

**а) $t_{\text{вх}}^{\text{г}} = 250$ °С, $X_{\text{вх}} = 200$ г/кг с.г; б) $t_{\text{вх}}^{\text{г}} = 200$ °С, $X_{\text{вх}} = 200$ г/кг с.г;
в) $t_{\text{вх}}^{\text{г}} = 250$ °С, $X_{\text{вх}} = 150$ г/кг с.г; г) $t_{\text{вх}}^{\text{г}} = 200$ °С, $X_{\text{вх}} = 150$ г/кг с.г;
1, 5 – $\chi = 0$ %; 2, 6 – 10 %; 3, 7 – 30 %; 4, 8 – 50 %.**

Більші значення різниці $t_p - t_{\text{пов}}$ відповідають нижчим значенням температури димових газів на виході з котла $t_{\text{вх}}^{\text{г}}$, за умов зростання їхнього

вологовмісту $X_{\text{вх}}$, температури навколишнього середовища $t_{\text{нс}}$ і частки байпасування χ .

Виконано також оцінку витрат теплоти на застосування розглянутого теплового методу. Як свідчать отримані результати, ці витрати досягають 40 % можливого обсягу утилізованої теплоти (за відсутності байпасування). І навіть за таких великих витрат використання одиночного методу байпасування не забезпечує антикорозійного захисту димаря.

Для покращення тепловологісного стану в димовій трубі досліджено сумісне застосування методу байпасування з двошаровою теплоізоляцією корпусу димаря вищевказаним матеріалом (рис. 3).

а)

б)

в)

г)

Рис. 3. Залежність від температури навколишнього середовища t_{nc} температури внутрішньої поверхні $t_{пов}$ в гирлі теплоізольованої димової труби (1-4) і точки роси t_p (5-8) за різних температур димових газів $t_{вх}$, їхнього вологовмісту $X_{вх}$ після котла та часток байпасування χ :
а) $t_{вх} = 250$ °C, $X_{вх} = 200$ г/кг с.г; б) $t_{вх} = 200$ °C, $X_{вх} = 200$ г/кг с.г;
в) $t_{вх} = 250$ °C, $X_{вх} = 150$ г/кг с.г; г) $t_{вх} = 200$ °C, $X_{вх} = 150$ г/кг с.г;
1, 5 – $\chi = 0$ %; 2, 6 – 5 %; 3, 7 – 10 %; 4, 8 – 15 %.

Отримані результати свідчать, що в усіх режимах досліджуваного котла реалізується задовільний тепловологісний режим в димовій трубі. При цьому для відвернення конденсатоутворення в гирлі труби максимальна частка байпасування димових газів від котла повз систему теплоутилізації не перевищує 15 %, а витрати теплоти на реалізацію методу не перевищують 13 % від можливого обсягу утилізованої теплоти.

Висновок. При застосуванні теплового методу байпасування в комплексі з теплоізоляцією димової труби для сміттєспалювального котла з комбінованою системою теплоутилізації реалізується безпечна експлуатація газовідвідного тракту протягом усього опалювального періоду.

Література

1. Fialko, N.M., Navrodska, R.O., Shevchuk, S. I., Gnedash, G. O., & Sbrodova, G. O. (2018). Applying the air methods to prevent condensation in

gas exhaust ducts of the boiler plants. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(10), 76-80. <https://doi.org/10.15421/40281016>.

2. Fialko, N., Navrodska, R., Shevchuk, S., & Gnedash, G. (2023). Anticorrosive Protection of Gas Exhaust Ducts of Boiler Plants with Heat-Recovery Systems. In *Systems, Decision and Control in Energy V* (pp. 425-435). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_22.

3. Fialko, N., Navrodska, R., Gnedash, G., Presich, G., & Shevchuk, S. (2021). Methods for protecting boiler chimneys against corrosion due to fall-out condensate from flue gases. *International scientific journal" Internauka*, 9(109), 30-32. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-9-7426>.

4. Fialko, N., Navrodska, R., Shevchuk, S., Presich, G., & Gnedash, G. (2019). The use of thermal methods to protect the exhaust-channels of boilers equipped with heat-recovery units. *International scientific journal" Internauka*, 11(73), 14-16. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2019-11>.

5. Fialko, N. M., Navrodska, R. A., Shevchuk, S. I., Stepanova, A. I., Presich, G. A., & Gnedash, G. A. (2018). Thermal methods of protection of gas exhaust ducts of boiler plants. *K.: Printing house" Pro format*.