



Н. М. Фіалко, В. Г. Прокопов, Р. О. Навродська, С. І. Шевчук, Г. О. Пресіч

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИМОВИХ ТРУБ КОТЕЛЕНЬ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Виконано аналіз екологічної ефективності димових труб газоспоживальних котелень комунальної теплоенергетики за умов застосування сучасних теплоутилізаційних технологій з охолодженням відхідних димових газів нижче від температури роси водяної пари, що міститься в газах. У цих технологіях використовували теплоутилізатори, призначені для нагрівання зворотної тепломережної води котельні, та тепловий метод антикорозійного захисту газовідвідних трактів шляхом байпасування частини гарячих газів від котла повз зазначене теплоутилізаційне устаткування. Розглянуто одиночні димові труби різного типу під час виготовлення корпусу труби з антикорозійного матеріалу або під час монтування в цегляну (або іншу трубу з покращеними теплоізоляційними властивостями) газовідвідних стволів з цих матеріалів. Доділено показники максимальних приземних концентрацій у навколишньому середовищі труби найшкідливіших викидів димових газів, таких як окиси вуглецю CO і азоту NO_x залежно від режиму роботи котлів згідно з тепломережним графіком роботи котельні. Проаналізовано вплив використання теплоутилізаційних технологій та зазначеного теплового методу захисту димових труб на безпеку експлуатації газовідвідних трактів і на умови розсіювання шкідливих викидів. Показано, що в разі дотримання рекомендованих режимів роботи котлів зі зменшенням їх кількості згідно з тепломережним графіком роботи котельні й в разі застосування сучасних теплоутилізаційних технологій та димових труб з антикорозійних матеріалів реалізується розсіювання викидів CO та NO_x у навколишньому середовищі згідно зі сучасними нормативними вимогами.

Ключові слова: котельні установки; запобігання конденсації утворенню в газовідвідних трактах; димові труби з антикорозійних матеріалів; максимальні концентрації шкідливих викидів.

Вступ

Основною функцією димових труб паливоспоживальних теплових установок різного призначення є, як відомо, забезпечення нормативних показників розподілення у просторі та часі забруднювальних речовин, що містяться у відхідних димових газах цих установок. Інтенсивність розсіювання забруднювальних речовин, що рухаються в атмосфері завдяки молекулярній та турбулентній дифузії, визначають, зазвичай, двома факторами: вектором швидкості вітру та вертикальним температурним градієнтом [9]. Якщо ж у котельній практиці застосовують теплоутилізаційні технології з глибоким

охолодженням відхідних газів, цей температурний градієнт переважно зменшується, що призводить до погіршення умов розсіювання шкідливих викидів з димовими газами. Тому визначення та аналіз показників екологічної ефективності димових труб котельних установок під час застосування зазначених технологій є актуальним завданням.

Об'єкт дослідження – газоспоживальні опалювальні котельні установки із системами теплоутилізації відхідних газів і димовими трубами, в яких допускається конденсація утворення.

Предмет дослідження – загальні закономірності зміни показників розсіювання шкідливих викидів у різ-

Інформація про авторів:

Фіалко Наталія Михайлівна, д-р техн. наук, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу теплофізики ефективних теплотехнологій. Email: nmfialko@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-0116-7673>

Прокопов Віктор Григорович, д-р техн. наук, професор, головний науковий співробітник, відділ теплофізики ефективних теплотехнологій. Email: nmfialko@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-9026-8742>

Навродська Раїса Олександрівна, канд. техн. наук, пров. наук. співробітник, відділ теплофізики ефективних теплотехнологій. Email: navrodska-ittf@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-7476-2962>

Шевчук Світлана Іванівна, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, відділ теплофізики ефективних теплотехнологій. Email: s.i.shevchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8046-0039>

Пресіч Георгій Олександрович, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, відділ теплофізики ефективних теплотехнологій. Email: navrodska-ittf@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-3728-6490>

Цитування за ДСТУ: Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Навродська Р. О., Шевчук С. І., Пресіч Г. О. Аналіз екологічної ефективності димових труб котелень за умов застосування теплоутилізаційних технологій. Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 4. С. 104–108.

Citation APA: Fialko, N. M., Prokopov, V. G., Navrodska, R. O., Shevchuk, S. I., & Presich, G. O. (2020). Analysis of the environmental efficiency of boiler chimneys in the application of heat-recovery technologies. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 104–108. <https://doi.org/10.36930/40300418>

них режимах роботи котельних установок упродовж опалювального періоду.

Мета дослідження полягає в тому, щоб проаналізувати умови розсіювання шкідливих речовин у навколишньому середовищі газоспоживальними котельними установками, оснащеними димовими трубами з антикорозійних матеріалів і системами теплоутилізації відхідних газів.

Для досягнення зазначеної мети потрібно виконати такі *основні завдання дослідження*., що полягали у визначенні для різних режимів опалювальних котлів максимальних приземних концентрацій найшкідливіших викидів, таких як окиси вуглецю CO та азоту NO_x, для одиночних димових труб під час виготовлення їх корпусу з антикорозійного матеріалу або під час монтування газовідвідних стволів з цих матеріалів у традиційну трубу з високими теплоізоляційними властивостями.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що вперше отримано дані щодо закономірності зміни показників розсіювання шкідливих викидів у різних режимах роботи котельних установок упродовж опалювального періоду в разі застосування теплоутилізаційних технологій та димових труб з антикорозійних матеріалів.

Практична значущість результатів дослідження полягає в тому, що їх можна використати під час проектування систем теплоутилізації відхідних газів опалювальних котелень та інших енергетичних установок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання ефективності теплоутилізаційних технологій газоспоживальних котельних установок та стану експлуатації традиційних димових труб за умов їхнього використання порушено у багатьох роботах, наприклад [1, 2, 4, 10, 11, 13]. Здебільшого вони пов'язані з проблематикою антикорозійного захисту димових труб за умов глибокого охолодження вихідних газів, що характеризуються зниженням температури та підвищенням відносної вологості цих газів. Використання в цих технологіях для традиційних димових труб теплових методів їх антикорозійного захисту шляхом запобігання конденсації [1, 5, 9, 13] дещо покращує температурний та вологісний режим димових труб і дає змогу забезпечити нормативні показники розсіювання шкідливих речовин у навколишньому середовищі.

Останнім часом для евакуації вихідних газів у котельнях дедалі частіше застосовують димові труби з антикорозійних матеріалів. Такими матеріалами можуть слугувати і полімерні мікро- і наноккомпозити [7, 6]. Виготовлення димових труб або вставних газовідвідних стволів з антикорозійних матеріалів підвищує їхню надійність та рівень безпеки. За цих умов конденсації в димових трубах допускається, а використання теплових методів антикорозійного захисту газівідвідних трактів може обмежуватись захистом даних трактів тільки до димових труб. При цьому підвищується ефективність теплоутилізації завдяки зменшенню витрат теплоти на антикорозійний захист димових труб. Однак, як вже зазначали вище, у цій ситуації погіршуються умови розсіювання шкідливих речовин, що викидаються з димовими газами.

Матеріали та методи дослідження. Розглядали котельні установки з котлами номінальною теплопродуктивністю 2 МВт та теплоутилізаторами для нагрівання

тепломережної води при використанні для антикорозійного захисту газівідвідних трактів теплового методу байпасування частини відхідних газів котла повз теплоутилізатор (рис. 1). Застосування цього методу покликано унеможливити випадіння вологи у підвідних до димової труби газоходах і забезпечити необхідний рівень температури димових газів на виході з димової труби для отримання нормативних показників розсіювання шкідливих викидів.

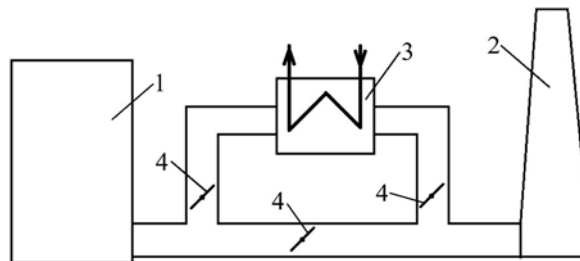


Рис. 1. Принципова схема котельної установки у разі застосування методу часткового байпасування відхідних газів котла повз теплоутилізатор: 1) котел; 2) димова труба; 3) теплоутилізатор; 4) шибири

Теплові розрахунки теплоутилізаційного устаткування здійснювали з використанням нормативного методу розрахунку котельних установок [12] та експериментальних залежностей, отриманих авторами. Так, розрахунок коефіцієнта тепловіддачі з боку димових газів в умовах їх глибокого охолодження здійснювали з використанням числа Nu_z , що подавали у вигляді двох складових

$$Nu_z = Nu_z^{сух} + Nu_z^{кон}, \quad (1)$$

де: $Nu_z^{сух}$ – число Нусельта при так званому сухому теплообміні, що розраховують за відомими залежностями; $Nu_z^{кон}$ – додаткова складова, пов'язана з ефектом конденсації на оребрених поверхнях нагрівання.

$$Nu_z^{кон} = \tilde{A} \cdot Re_z^{0,6} \cdot e^{m \cdot \theta}, \quad (2)$$

де: \tilde{A} – поправковий коефіцієнт, що залежить від вологості $X_{вх}$: $\tilde{A} = 0,0001 \cdot e^{87 \cdot X_{вх}} + \frac{0,3}{X_{вх}}$; $m = -14$; θ – безрозмірна температура: $\theta = t_{в} / t_{р}$.

Дослідження максимальної приземної концентрації шкідливих викидів і закономірностей їхнього розсіювання в навколишньому просторі труби виконували за формулою (3) згідно з наявними методичними рекомендаціями [10].

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt{V_1 \Delta t}}, \quad (3)$$

де: A – коефіцієнт, який залежить від температурного градієнта атмосфери, приймають для розташованих в Україні джерел висотою менше 200 м у зоні від 50 до 52° південної широти – 180, а південніше 50° південної широти – 200; M – маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с; F – коефіцієнт, який враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосфері (для газів $F = 1$); m, n – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу димових газів із устя труби; H – висота труби, м; V_1 – витрата вихідних із труби газів, м³/с; $\Delta t = t_z - t_{ис}$ – різниця між температурою вихідних газів, t_r і температурою навколишнього середовища $t_{ис}$, °C.

Вихідні дані для здійснення розрахункових досліджень наведено в таблиці.

Таблиця. Вихідні дані

Назва параметра	Значення
Теплопродуктивність котла, МВт	2,0...1,0
Коефіцієнт надлишку повітря	1,1
Температура навколишнього середовища, °С	-20...10
Температура зворотної води, °С	70...35
Температура відхідних газів, °С	166...100
Витрата димових газів, кг/с	0,95...0,47
Витрата води, кг/с	19,4
Висота димової труби, м	45
Внутрішній діаметр димової труби, м	0,8

Розрахункові дослідження виконували за умов дотримання проектних значень теплового навантаження котельні. Режими роботи котла відповідали тепломережному графіку котельні з температурним перепадом $\Delta t = 115-70$ °С. У разі зменшення нижче 50 % теплового навантаження котлів зменшувалась кількість робочих котлів за відповідного збільшення їхньої теплопродуктивності. Нормативне значення максимальної приземної концентрації (гранично допустимої норми концентрації ГДК) приймали за даними роботи [14] і дорівнювало 5 мг/м^3 для СО, а для NO_x – $0,085 \text{ мг/м}^3$. Значення концентрацій викидів СО та NO_x у димових газах за котлом приймали згідно з режимними картами обстежених авторами статті котлів, які експлуатуються в комунальних котельнях і відповідають сучасним вимогам. Так, максимальна концентрація СО не перевищувала $0,01 \text{ мг/м}^3$. Щодо вмісту окисів азоту $C_m^{\text{NO}_x}$ у димових газах за котлом, то виконаний аналіз показав, що для переважної більшості котлів цей вміст змінювався в межах $50-200 \text{ мг/м}^3$. Найбільше значення концентрації $C_m^{\text{NO}_x} = 200 \text{ мг/м}^3$ відповідає згідно з чинними нормами допустимій межі викидів окисів азоту для газоспоживальних котельних установок.

Результати дослідження та їх обговорення

Результати дослідження приземної концентрації СО для димових труб різного типу впродовж опалювального періоду за значення концентрації СО в димових газах $0,01 \text{ мг/м}^3$ за умов застосування методу байпасування газів повз теплоутилізаційне устаткування наведено на рис. 2.

Отримані результати свідчать, що залежно від типу димової труби та рівня часток χ байпасування димових газів повз теплоутилізатор максимальні значення приземної концентрації викидів C_m^{CO} змінювалось в межах $0,007-0,011 \text{ мг/м}^3$ (див. рис. 2, а). При цьому встановлено, що менші значення C_m^{CO} відповідають трубі з кращими теплоізоляційними властивостями її корпусу. Встановлено також, що значення C_m^{CO} зменшується за підвищенням температури t_{nc} навколишнього середовища, тобто зі зниженням навантаження котла. Усі розраховані дані щодо концентрації СО у приземному шарі димової труби набагато менші від встановленої норми (5 мг/м^3) за мінімальних часток ($\chi < 2$ %) байпасування газів повз теплоутилізатор, які забезпечують тільки відсутність конденсатуутворення у підвідних до димової труби газоходах.

Щодо показників розсіювання викидів NO_x з димовими газами, то на рис. 2, б наведено результати досліджень упродовж опалювального періоду для димових труб різного типу максимальної приземної концентрації

$C_m^{\text{NO}_x}$ за максимального значення вмісту NO_x у димових газах за котлом 200 мг/м^3 .

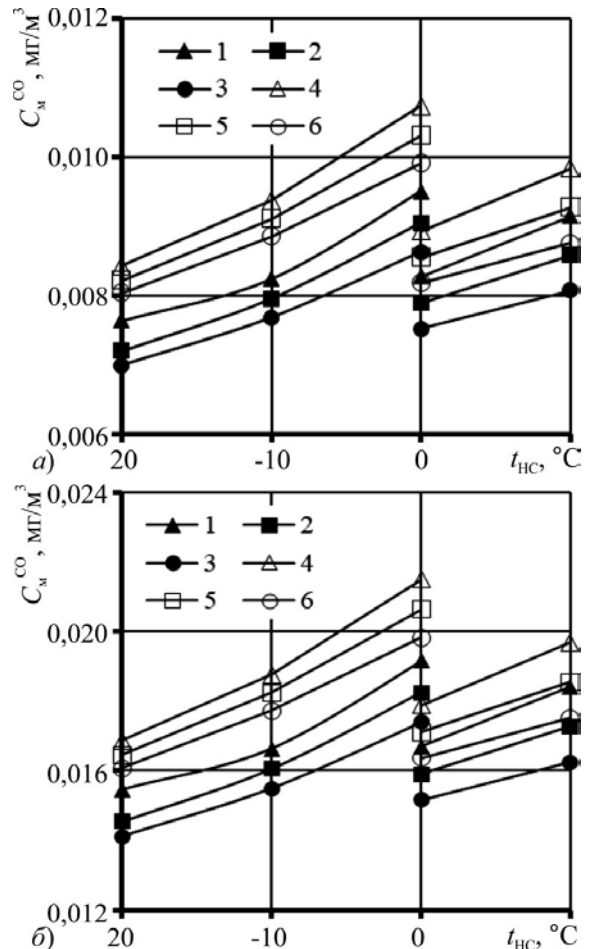


Рис. 2. Залежність максимальної приземної концентрації СО (а) та NO_x (б) від температури навколишнього середовища t_{nc} для димових труб різного типу за різних часток байпасування χ : 1-3 – цегляна труба з газовідвідним стволем із антикорозійного матеріалу; 4-6 – металева труба з антикорозійного матеріалу; 1, 4 – $\chi = 0$ %; 2, 5 – 5 %; 3, 6 – 10 %

Отримані результати свідчать, що для димових труб з високими теплоізоляційними характеристиками однакові концентрації $C_m^{\text{NO}_x}$ за різних часток байпасування димових газів повз теплоутилізатор мінімальні. Максимальне значення $C_m^{\text{NO}_x}$ становить $0,019 \text{ мг/м}^3$ у режимі роботи котла з 50 % навантаженням. За умов роботи котельні у режимі зі зменшенням кількості експлуатованих котлів приземна концентрація зменшується.

Для димових труб з низькими теплоізоляційними характеристиками розраховані однакові концентрації $C_m^{\text{NO}_x}$ у приземному шарі димової труби вищі приблизно в 1,1 раза. При цьому найбільше значення $C_m^{\text{NO}_x} \cong 0,022 \text{ мг/м}^3$ теж відповідає 50 % навантаженню котлів.

Отримано також дані щодо показників розсіювання викидів NO_x у навколишньому просторі димової труби (рис. 3) для максимальних значень їх концентрації (200 мг/м^3) у димових газах з котлом. Залежно від відстані від димової труби показники розсіювання, як видно, істотно змінюються.

Як видно з наведених даних, для розглянутої ситуації максимальне значення приземної концентрації $C_m^{\text{NO}_x}$ спостерігається на відстані $L = 100-150 \text{ м}$ залежно від типу труби та часток байпасування χ . При цьому більше значення відстані відповідає вищим часткам байпасу-

вання та димовим трубам з кращими теплоізоляційними характеристиками їхнього корпусу. Виконані розрахункові дослідження свідчать, що всі отримані дані щодо значень приземної концентрації C^{NO_x} для усіх режимів роботи котлів і досліджуваних димових труб менші за значення ГДК 0,085 мг/м³ при $\chi < 2\%$.

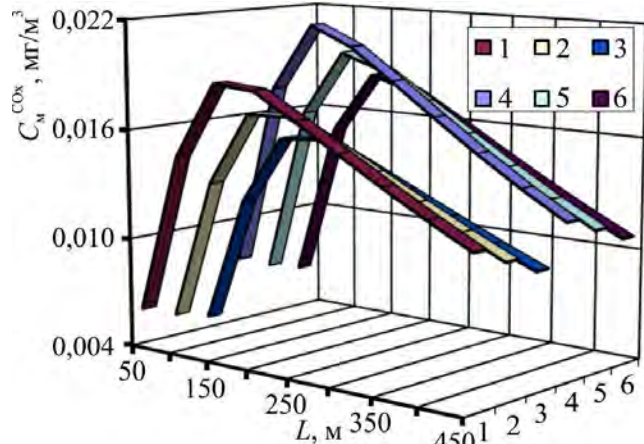


Рис. 3. Значення приземної концентрації C^{NO_x} на відстані від труби L для різних димових труб, частках байпасування χ , концентрації NO_x у відхідних газах $C_r^{NO_x} = 200$ мг/м³ та температурі навколишнього середовища $t_{nc} = 0$ °С: 1-3 – цегляна труба з газовідвідним стволом із з антикорозійного матеріалу; 4-6 – металева труба з антикорозійного матеріалу; 1, 4 – $\chi = 0\%$; 2, 5 – 10%; 3, 6 – 20%

У разі перевищення нормативних значень вмісту оксидів азоту в димових газах за котлом та недотримання рекомендованих режимів роботи котельні метод байпасування зі збільшенням значень часток байпасування χ може сприяти поліпшенню розсіювання NO_x у навколишньому середовищі.

Обговорення результатів дослідження. Наявні в літературних джерелах результати досліджень щодо розсіювання шкідливих викидів теплогенерувальних установок комунальної теплоенергетики стосувалися ситуацій без застосування в цих установках систем теплоутилізації [3, 8]. Результати [3] демонструють залежність річного обсягу викидів NO_x та CO залежно від виду палива та його витрати. Застосування сучасних теплоутилізаційних технологій дає змогу на 3-10% зменшити витрати палива на виробництво теплової енергії і такий спосіб відповідно зменшити обсяги шкідливих викидів котельними установками.

У дослідженнях [8] наведено розрахункові дані щодо розсіювання шкідливих окисів котлоагрегатів також без застосування систем теплоутилізації. Отримані в цій роботі для газоспоживального котла теплопродуктивністю 2 МВт значення максимальних приземних концентрацій викидів двоокису азоту становлять 0,01-0,15 ПДК, а осис азоту не перевищують 0,001 ПДК.

Результати досліджень, подані у цій роботі стосовно розсіювання шкідливих викидів газоспоживальних котельних установок з системами теплоутилізації, є новими і також свідчать про відповідність використання цих установок сучасним екологічним вимогам у досліджуваних умовах експлуатації.

Висновки

1. В одиночних димових трубах з антикорозійних матеріалів за умов дотримання рекомендованих режимів ро-

боти котлів газоспоживальних котельних установок відповідно з тепломережним графіком роботи котельні й в разі застосування сучасних теплоутилізаційних технологій реалізується розсіювання викидів CO та NO_x у навколишнє середовище згідно з сучасними вимогами.

2. Застосування в теплоутилізаційних технологіях методу байпасування відхідних димових газів повз теплоутилізатор за використання димових труб, що можуть допускати конденсацію вологи, може слугувати тільки запобіганням конденсатоутворенню у підвідних до димової труби газоходах. Для виконання цієї умови частки байпасування газів χ зазвичай мінімальні ($\chi < 2\%$).
3. За умови істотного перевищення нормативних значень вмісту шкідливих речовин у димових газах за котлом та недотримання рекомендованих режимів роботи котельні метод байпасування може сприяти і поліпшенню умов розсіювання цих шкідливих викидів у навколишньому середовищі.

References

1. Fialko, N. M., et. al. (2018). *Thermal methods for the protection of the exhaust ducts of boiler plants*. Kyiv: Pro format", 248 p.
2. 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. *Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovyi Visnyk*, (2), 96–100. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/096>
3. Gafarov, A. Kh., Lapteva, L. I. (2010). Monitoring of harmful emissions during the combustion of natural gas of enterprises for the production of thermal energy in the regions of the RT. *Kazan Technological University Bulletin*, (3), 463–466. [In Russian].
4. Gryciuk, Yu., & Grytsyuk, M. (2016). Valuation models of anthropogenic factors during the appearance of fires in the storage of petroleum products. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 14, 198–209. <https://doi.org/10.15421/411628>
5. Hrytsiuk, Yu. I., & Leshkevych, I. F. (2017). The problems of definition and analysis of software requirements. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(4), 148–158. <https://doi.org/10.15421/40270433>
6. Lazarenko, M. M., Alekseev, A. N., Alekseev, S. A., Zabashta, Y. F., Grabovskii, Y. E., Hnatiuk, K. I.,... & Bulavin, L. A. (2019). Nanocrystallite-liquid phase transition in porous matrices with chemically functionalized surfaces. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 21(44), 24674–24683. <https://doi.org/10.1039/c9cp03761f>
7. Lysenkov, E. A., & Dinzhos, R. V. (2019). Theoretical Analysis of Thermal Conductivity of Polymer Systems Filled with Carbon Nanotubes. *Journal of nano- and electronic physics*, 11(4), 04004-1. [https://doi.org/10.21272/jnep.11\(4\).04004](https://doi.org/10.21272/jnep.11(4).04004)
8. Ostapenko, D. V. (2015). Improving the efficiency of fire-tube heat generator by improving convective heat transfer. *Abstract of Candidate Dissertation for Technical Sciences* (05.23.03 – Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting). Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Makeevka, 235 p. [In Russian].
9. Severin, L. I., Petruk, V. G., Bezvozik, I. I., & Vasylykivskiy, I. V. (2010). *Environmental technology. Atmosphere protection*. Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia. Retrieved from: http://posibnyky.vntu.edu.ua/priodoohoroni_tehnologii/9.html.
10. Stepanova, A. (2016). Analysis of the application combined heat-recovery systems for water heating and blown air of the boiler installation. *Industrial Heat Engineering*, 38(4), 38–46. <https://doi.org/10.31472/ihe.4.2016.06>
11. Stepanova, A. I. (2016). Evaluation criteria of efficiency of power plants heat recovery. *Energy and Automation*, (3), 104–112. [In Russian].

12. Teplovoy raschet kotelnykh agregatov. (2011). *Normativny metod*. Moscow: EKOLIT, 296 p. [In Russian].
13. Yarovoi, S. N. (2016). Evaluation of the technical condition of metal chimneys of the Taganrog Metallurgical Plant OJSC after a long service life. *Naukovyy Visnyk Budivnytstva*, (3), 103–108. [In Russian].
14. OND-86. (1987). *Obshchesouzny normativny document OND-86*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 93 p. [In Russian].

N. M. Fialko, V. G. Prokopov, R. O. Navrodska, S. I. Shevchuk, G. O. Presich
Institute of Engineering Thermophysics, NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF BOILER CHIMNEYS IN THE APPLICATION OF HEAT-RECOVERY TECHNOLOGIES

The results of the analysis of the environmental efficiency of chimneys of boiler plants with systems for the deep heat recovery of exhaust gases are presented in the paper. These systems used heat-recovery equipment designed to heat the boiler's return heating water by cooling the boiler exhaust gases, chimneys of various types using special materials, the thermal method of protecting gas-exhaust ducts by bypassing part of the hot gases from the boiler through the specified equipment. Chimneys were considered in the manufacture of their casing from anticorrosive materials or when mounted in a brick (or other pipe with improved thermal insulation properties) gas exhaust trunks from these materials. Condensation is allowed in such pipes, which reduces the heat consumption for the implementation of thermal protection of chimneys from corrosion due to condensation. Computational investigation and analysis of the results concerned only the dispersion indicators of harmful substances contained in the flue gases of gas-fired boiler plants of municipal heat power engineering and subject to the design values of the boiler load. The use of the bypass method is designed to ensure the absence of moisture loss in the gas-ducts leading to the chimney and the required temperature level of the flue gases at the chimney outlet to obtain standard indicators for the dispersion of harmful emissions into the environment by this chimney. The calculations were carried out in accordance with regulatory methods for determining environmental indicators for single chimneys with the indicated design features. The results of the maximum concentrations and patterns of dispersion in the environment adjacent to the chimney of the most harmful emissions resulting from the combustion of natural gas are presented. The concentrations of carbon oxide CO and nitrogen oxides NO_x were studied, depending on the operation mode of the boilers according to the heat schedule of the boiler room. The necessary bypass fractions of hot gases from the boiler for anticorrosive protection of the gas-ducts leading to the chimney are determined. It is shown that by using of modern heat recovery technologies, the dispersion of CO and NO_x emissions in the environment is realized according to modern regulatory requirements for the chimneys under consideration, by observing the recommended modes of operation of the boilers with a decrease in their number according to the temperature chart of boiler plant.

Keywords: boiler plants; prevention of condensation in the exhaust ducts; chimneys made of anticorrosive materials; maximum concentration of harmful emissions.