

Технічні науки

УДК 536.24:621.184.5

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор, член кореспондент НАН України,
Заслужений діяч науки і техніки України,
завідувач відділу теплофізики енергоефективних теплотехнологій
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Фиалко Наталья Михайловна

*доктор технических наук, профессор, член корреспондент НАН Украины,
Заслуженный деятель науки и техники Украины,
заведующий отделом теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of NAS of Ukraine,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Head of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Навродська Раїса Олександрівна

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

Навродская Раиса Александровна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник
отдела теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Navrodska Raisa

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Пресіч Георгій Олександрович

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

Пресич Георгий Александрович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
старший научный сотрудник
отдела теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Presich Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Senior Researcher of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Гнедаш Георгій Олександрович

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

Гнедаш Георгий Александрович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
отдела теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Gnedash Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies*

*Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Шевчук Світлана Іванівна

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
відділу теплофізики енергоефективних теплотехнологій*

Інститут технічної теплофізики НАН України

Шевчук Светлана Ивановна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
отдела теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Shevchuk Svitlana

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies*

*Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

**ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ ДИМОВИХ
ТРУБ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ
ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЇ
ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ ДЫМОВЫХ
ТРУБ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ
ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИИ**

APPLICATION OF AN AIR METHOD FOR PROTECTING CHIMNEYS OF BOILER PLANTS IN HEAT RECOVERY SYSTEMS

Анотація. Викладено результати досліджень ефективності застосування в теплоутилізаційних системах з комбінованим використанням утилізованої теплоти повітряного методу запобігання конденсації в газовідвідних трактах. Виконано аналіз тепловологічного стану в уссті димових труб різного типу при застосуванні в даних системах одиночного повітряного методу та в комплексі з методом підсушування охолоджених газів у газопідігрівачі.

Ключові слова: комбіновані системи теплоутилізації, глибоке охолодження димових газів, запобігання конденсації в газовідвідних трактах.

Аннотация. Изложены результаты исследований эффективности применения в теплоутилизационных системах с комбинированным использованием утилизированной теплоты воздушного метода предотвращения конденсатообразования в газоотводящих трактах. Выполнен анализ тепловлажностного состояния в устье дымовых труб различного типа при применении в данных системах одиночного воздушного метода и в комплексе с методом подсушивания охлажденных газов в газоподогревателе.

Ключевые слова: комбинированные системы теплоутилизации, глубокое охлаждение димовых газов, предотвращение конденсатообразования в газоотводящих трактах.

Summary. The results of studies of the effectiveness of application in heat recovery systems with the combined use of the recovered heat of the air method to prevent condensation in the exhaust ducts are presented. An analysis of the heat-moisture state at the mouth of chimneys of various types with using the

single air method in these systems and in combination with the method of drying the cooled gases in a gas heater was carried out.

Key words: *complex heat recovery systems, deep exhaust-gas cooling, prevention of condensation in the exhaust ducts.*

Одним із ефективних шляхів підвищення безпеки експлуатації димових труб котельних установок є використання систем теплового захисту газовідвідних трактів від конденсатоутворення, яке спричинює корозійне руйнування цих трактів і тому вважається гальмуючим фактором для широкого впровадження в котельнях теплоутилізаційних технологій з глибоким охолодженням відхідних газів котлів [1-7].

Для захисту газовідвідних каналів котельних установок застосовують теплові методи запобігання конденсатоутворенню на внутрішніх поверхнях цих каналів [3-7]. Це методи часткового байпасування відхідних газів котла повз теплоутилізаційне устаткування, підсушування охолоджених у цьому устаткуванні димових газів у додатковому теплообміннику-газопідігрівачі та повітряний метод (підмішування до охолоджених газів сухого та нагрітого повітря).

Найбільш широкого застосування при розробці теплоутилізаційних технологій набули перші два з вказаних методів. Застосування третього методу, що здобув назву повітряного, є дуже обмеженим. Реалізація методу здійснюється шляхом підвищення температури димових газів і зниження їхньої точки роси при додаванні в охолоджені газу частини σ нагрітого у сторонньому від котельної установки підігрівачі повітря [4]. Обмеженість застосування цього методу пов'язана з відсутністю зазвичай повітрянагрівачів у котельнях з котлами малої та середньої потужності. В сучасних розробках теплоутилізаційних систем застосовуються власні повітрянагрівачі-теплоутилізатори, в яких за рахунок використання утилізованої теплоти нагрівається повітря [1; 4].

В даній роботі викладено результати досліджень ефективності застосування для захисту газовідвідних трактів з цегляною димовою трубою повітряного методу. Схема відповідної теплоутилізаційної установки наведена на рис. 1. У схемі передбачено використання для підсушування охолоджених димових газів частини σ повітря, нагрітого у самій системі теплоутилізації, та у разі необхідності додаткового підсушування димових газів застосування газопідігрівача. Газопідігрівач слугує для підігрівання димових газів на величину Δt і таким чином зниження їхнього відносного вологовмісту перед надходженням до димової труби. Рівні σ та Δt визначаються умовами охолодження газів у газовідвідних трактах.

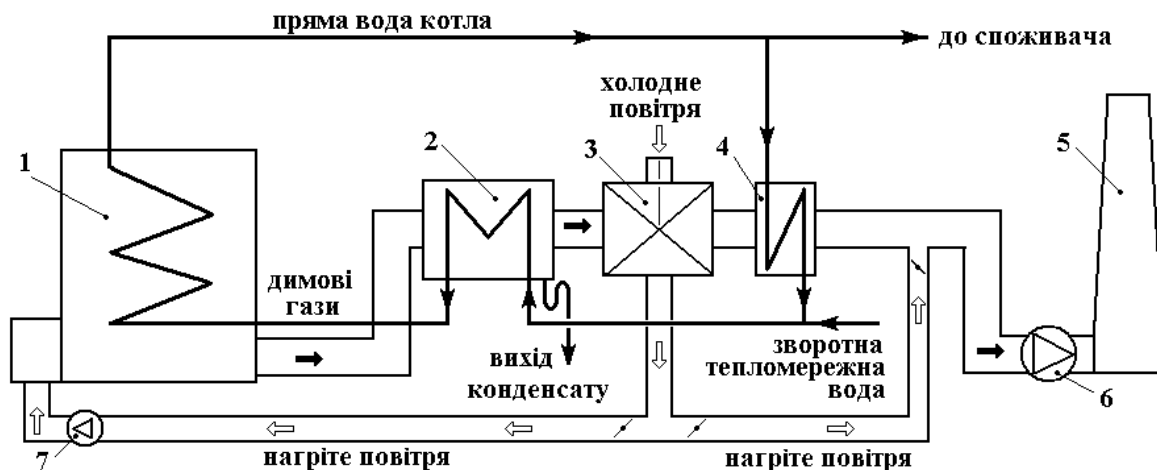


Рис. 1. Принципова схема комбінованої теплоутилізаційної установки: 1 – котел; 2 – водонагрівач; 3 – повітрянагрівач; 4 – газопідігрівач; 5 – димова труба; 6 – димосос; 7 – вентилятор

При виконанні досліджень (рис. 2) розраховувались температури поверхні $t_{\text{пов}}$ та точки роси димових газів t_p у самій вразливій ділянці – усті димової труби залежно від температури навколишнього середовища $t_{\text{нс}}$.

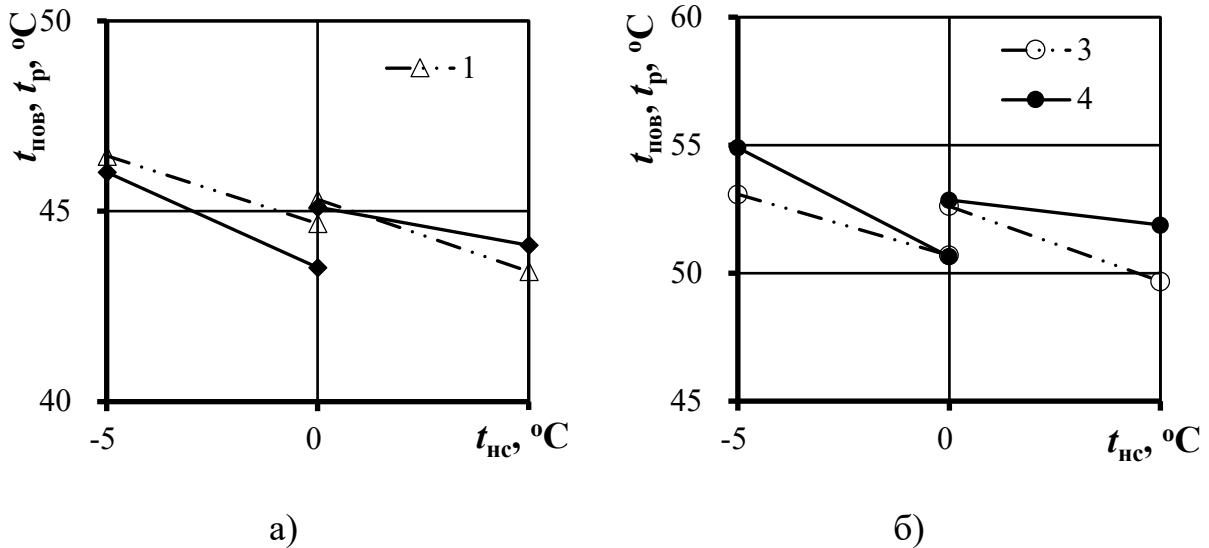


Рис. 2. Залежність температури внутрішньої поверхні $t_{пов}$ в усті цегляної димової труби (2, 4) і точки роси t_p (1, 3) від температури навколишнього середовища $t_{нс}$ при застосуванні одиночного повітряного методу (а) та комплексу методів (б) з часткою додавання повітря $\sigma = 5\%$

Дані досліджень, наведені на рис. 2а, засвідчили низьку ефективність застосування одиночного методу через відносно низьку температуру (63-96 °C) нагрітого в нагрівачі 3 повітря. Так в деяких режимах роботи котла не дотримувалась необхідна умова відсутності конденсатоутворення ($t_{пов} > t_p$) в усті димової труби. Власне через низьку ефективність одиночного повітряного методу в комбінованій теплоутилізаційній системі було запропоновано використання комплексу теплових методів (повітряного та підсушування у газопідігрівачі).

Наведені на рис. 2б дані свідчать, що застосування комплексу вказаних методів забезпечує запобігання конденсатоутворенню в димовій трубі при частці підмішуваного повітря σ від 0 до 5% та рівнях $\Delta t = 9-15$ °C підігрівання охолоджених газів у газопідігрівачі для досліджуваного діапазону температур опалювального періоду.

Література

1. Навродська Р.О., Фіалко Н.М., Гнедаш Г.О., Сбродова Г.О. Энергоефективна теплоутилізаційна система для підігрівання тепломережної та дуттьового повітря котлів комунальної теплоенергетики // Промышленная теплотехника. 2017. Т. 39. № 4. С.61–69.
2. Долинский А.А., Фиалко Н.М., Навродская Р.А., Гнедаш Г.А. Основные принципы создания теплоутилизационных технологий для котельных малой теплоэнергетики // Промышленная теплотехника. 2014. №4. С. 27-36.
3. Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Шевчук С.И., Пресіч Г.О. Анализ эффективности систем захисту газовідвідних трактів котельних установок при застосуванні теплоутилізаційних технологій // Промышленная теплотехника. 2016. № 1. С. 47–54.
4. Fialko, N. M., Navrodska, R. O., Shevchuk, S. I., Gnedash, G. O., & Sbrodova, G. O. (2018). Застосування повітряного методу запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах котелень // Науковий вісник НЛТУ України, 28(10). С. 76-80. <https://doi.org/10.15421/40281016>.
5. Фиалко Н.М., Навродская Р.А., Шевчук С.И., Пресич Г.А., Гнедаш Г.А., Глушак О.Ю. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок с глубоким охлаждением дымовых газов // "Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии" серия "Технические и естественные науки". 2014. №2 (15). С. 13–17.
6. Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Шевчук С.И., Пресіч Г.О., Гнедаш Г.О. Теплові методи захисту газовідвідних трактів котельних установок підчас застосування теплоутилізаційних технологій // Науковий вісник НЛТУ України. Львів. 2017. т. 27, № 6. С. 125–130.
7. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Степанова А. И.,

Пресич Г. А., Гнедаш Г. А. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок. Киев: Типография «Про формат», 2018. 248 с.