

Технічні науки

УДК 538.9:536.6

**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  
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  
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies  
Institute of Engineering Thermophysics of  
National Academy of Sciences of Ukraine*

**Степанова Алла Ісаївна**

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

**Степанова Алла Исаевна**

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

**Stepanova Alla**

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

**Сбродова Галина Олександрівна**

*кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник відділу  
теплофізики енергоефективних теплотехнологій  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Сбродова Галина Александровна**

*кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник отдела  
теплофизики энергоэффективных теплотехнологий  
Института технической теплофизики НАН Украины*

**Sbrodova Galyna**

*Candidate of Physico-Mathematical Sciences (PhD), Senior Researcher  
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies  
Institute of Engineering Thermophysics of  
National Academy of Sciences of Ukraine*

**ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ ДИМОВИХ ТРУБ КОТЕЛЬНИХ ПРИ  
ЗАСТОСУВАННІ ВСТАВНИХ ГАЗОВІДВІДНИХ СТВОЛІВ  
ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА ДЫМОВЫХ ТРУБ КОТЕЛЬНЫХ ПРИ  
ПРИМЕНЕНИИ ВСТАВНЫХ ГАЗООТВОДЯЩИХ СТВОЛОВ  
LIFE EXTENSION OF THE CHIMNEYS OF BOILER PLANTS  
BY USING SET-IN FLUE TRUNKS**

**Анотація.** Викладено результати досліджень тепловологісного режиму експлуатації димових труб газоспоживальних котельних установок за умов використання в їхніх теплоутилізаційних системах для антикорозійного захисту цих труб вставних газовідвідних стволів. Показано, що даний захід може забезпечувати відсутність випадення конденсату в димовій трубі за мінімальних витрат теплоти на реалізацію застосовуваних в системах теплових методів захисту димових труб.

**Ключові слова:** системи теплоутилізації, глибоке охолодження димових газів, запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах.

**Аннотация.** Изложены результаты исследований тепловлажностного режима эксплуатации дымовых труб газопотребляющих котельных установок при использовании в их теплоутилизационных системах для антикоррозионной защиты этих труб вставных газоотводящих стволов. Показано, что данное мероприятие может обеспечивать отсутствие выпадения конденсата в дымовой трубе при минимальных затратах теплоты на реализацию применяемых в системах тепловых методов защиты дымовых труб.

**Ключевые слова:** системы теплоутилизации, глубокое охлаждение дымовых газов, предотвращения конденсатообразования в газоотводящих трактах.

**Summary.** The results of studies of the heat-humidity mode of operation of chimneys of gas-fired boiler plants by using in theirs heat-recovery systems for the corrosion protection of these stacks of set-in flue trunks are presented. It is shown that this measure can ensure the absence of condensation formation in the chimney at minimal heat consumption for the implementation used in systems of thermal methods protect chimneys.

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

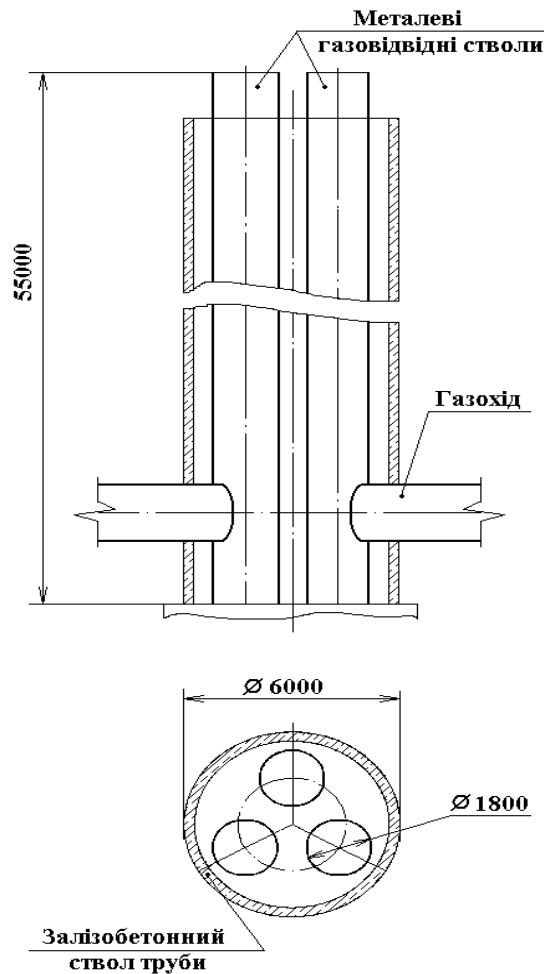
При проектуванні систем теплового захисту газовідвідних трактів газоспоживальних котельних установок необхідно враховувати режими охолодження димових труб для відвернення їх корозійного руйнування. Конструкційні особливості труб мають значний вплив на тепловологісні режими експлуатації в цих трубах, а отже і на їхню довговічність [1-5].

Останнім часом все ширшого застосування набувають димові труби зі вставними газовідвідними стволами. Основною особливістю цих труб є розміщення в одній залізобетонній або металевій оболонці металевих газовідвідних стволів (МГС) [6]. Такі труби можна розділити на дві групи: ті, що без окремих газовідвідних стволів, у яких форма ствола визначається формою оболонки (зазвичай конічної); з окремими від оболонки одним або декількома газовідвідними стволами із зазором між ними, так названі багатоствольні димові труби.

При використанні даних труб в комунальних котельнях з водогрійними котлами береться до уваги, що за умовами надійності водогрійні котли, що працюють у звичайному режимі, і пікові котли доцільно, головним чином, підключати на один газовідвідний ствол, тобто не виділяти окремого ствола для пікових котлів. У цьому разі при виході з ладу одного із стволів не відбувається повного відключення пікових водогрійних котлів, бо устаткування, підключене до інших газовідвідних стволів, залишається в роботі. Роздільне підключення водогрійних котлів звичайного режиму і пікових варто реалізовувати лише тоді, коли спільне підключення не забезпечує умов самотяги пікових водогрійних котлів.

Застосування вставних газовідвідних стволів, окрім покращення умов експлуатації котельних установок, може сприяти антикорозійному захисту димових труб шляхом запобігання в них конденсатоутворенню при застосуванні теплоутилізаційних технологій. В даній роботі викладено результати досліджень тепловологісних характеристик в усті трьохствольної димової труби із залізобетонною оболонкою, основні

геометричні параметри якої вказані на рис. 1, при її використанні для евакуації відхідних димових газів опалювальних водогрійних котлів.



**Рис. 1. Залізобетонна димова труба з трьома металевими газовідвідними стволами**

Розрахунки тепловологісних характеристик досліджуваної димової труби (температури внутрішньої поверхні  $t_{\text{пов}}$  та точки роси  $t_r$  димових газів в усті труби) виконувались за умови встановлення по газовому тракту котлів теплоутилізаційного устаткування, призначеного для нагрівання води зворотної магістралі котельні перед надходженням її до котла. Визначення  $t_{\text{пов}}$  та  $t_r$  виконувалось за різних режимів котла, які пов'язані із забезпеченням теплового графіка системи опалення протягом сезону опалення (відповідно до температури навколишнього середовища, яка змінювалась в межах  $t_{\text{НС}} = -20 \div 10$  °C) для значень коефіцієнта надлишку

повітря в димових газах  $\alpha = 1,1$ . Режими експлуатації котлів відповідали тепловому графіку роботи систем опалення з розрахунковим перепадом температур 70-95 °С. Розрахункова температура повітря приймалася рівною -20 °С, а температура відхідних газів котла у номінальному режимі становила  $t_{гн} = 160$  °С. Розглядалися такі умови роботи котелень, за яких при зниженні теплового навантаження котлів нижче 50% від номінального, відбувається переведення відповідного числа котлів у номінальний режим при зменшенні загальної кількості котлів, що працюють.

Результати досліджень основних характеристик тепловологісного режиму в усті досліджуваної димової труби за розглянутих умов та в ситуації застосування в теплоутилізаційних системах двох теплових методів запобігання конденсації в газовідвідних трактах (байпасування частини димових газів котла повз теплоутилізаційне устаткування або підсушування охолоджених в процесі теплоутилізації газів у теплообміннику-газопідігрівачі) наведено на рис. 2.

Отримані дані свідчать, що в трьохствольній димовій трубі за умов застосування теплоутилізаційних технологій з глибоким охолодженням відхідних газів котлів для забезпечення нормативних тепловологісних показників у газовідвідному тракті ( $t_{пов} > t_p$ ) необхідні мінімальні ( $\chi \leq 4\%$ ) частки байпасування відхідних газів котла або рівні підігрівання охолоджених газів  $\Delta t$  не вищі за 5°С та лише в осінньо-весняний період, при температурі навколишнього середовища  $t_{нс} > -3$  °С.

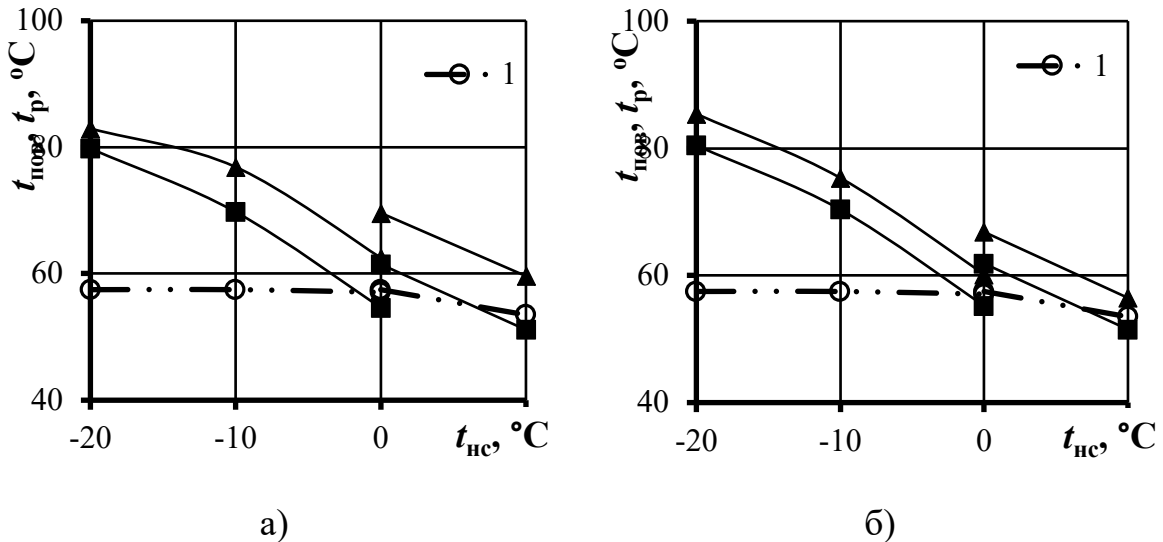


Рис. 2. Залежність точки роси  $t_p$  (1) і температури внутрішньої поверхні  $t_{пов}$  в усті трьохствольної димової труби (2-3) від температури навколишнього середовища  $t_{нс}$  при застосуванні методу часткового байпасування (а) та методу підсушування (б) димових газів для різних значень часток байпасування  $\chi$  та рівнів підігрівання  $\Delta t$ : 1 –  $t_p$ ; 2 –  $\chi$ ,  $\Delta t = 0\%$ ; 3 –  $5\%$ .

**Висновок.** Застосування вставних газовідвідних стволів в димових трубах покращує їхні експлуатаційні показники щодо розподілу навантажень та стійкості до корозійного зношування.

### Література

1. Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Шевчук С.І., Пресіч Г.О. М.А. Аналіз ефективності систем захисту газовідвідних трактів котельних установок при застосуванні теплоутилізаційних технологій // Промышленная теплотехника. 2016. № 1. С. 47–53.
2. Долинский А.А., Фіалко 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., 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.

4. Фіалко Н. М., Навродська Р. О., Шевчук С. І., Пресіч Г. О., Гнедаш Г. О. Теплові методи захисту газовідвідних трактів котельних установок під час застосування теплоутилізаційних технологій // Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(6). С. 125–130.
5. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок / Фиалко Н. М. и др. Киев: Про формат, 2018. 248 с.
6. Зулкарнеев Г. С., Мелентьев А. С., Гафиятуллина Н. М. Конструктивные решения железобетонных промышленных газоотводящих труб // Молодой ученый. 2016. №10. С. 208-213. URL: <https://moluch.ru/archive/114/30205>.