

Технічні науки

УДК 536.24:621.184.5

Фіалко Наталія Михайлівна

доктор технічних наук, професор,

Член кореспондент НАН України, завідувач відділу

Відділ теплофізики енергоефективних теплотехнологій

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Фялко Наталия Михайловна

доктор технических наук, профессор,

Член-корреспондент НАН Украины, заведующий отделом

Отдел теплофизики энергоэффективных тепловых технологий

Институт технической теплофизики

Национальной академии наук Украины

Fialko Nataliia

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Corresponding Member of NAS of Ukraine, Department Head

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 відділу

Відділ теплофізики енергоефективних теплотехнологій

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Пресич Георгий Александрович

кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела

Отдел теплофизики энергоэффективных тепловых технологий

Институт технической теплофизики

Национальной академии наук Украины

Presich Georgii

Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Scientific Researcher

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

Відділ теплофізики енергоефективних теплотехнологій

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Gnedash Georgii Aleksandrovich

кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела

Отдел теплофизики энергоэффективных тепловых технологий

Институт технической теплофизики

Национальной академии наук Украины

Gnedash Georgii

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

Шевчук Світлана Іванівна

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу

Відділ теплофізики енергоефективних теплотехнологій

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Шевчук Светлана Ивановна

кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела

Отдел теплофизики энергоэффективных тепловых технологий

Институт технической теплофизики

Национальной академии наук 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*

Глушак Оксана Юріївна

*головний технолог відділу
Відділ теплофізики енергоефективних теплотехнологій
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України*

Глушак Оксана Юрьевна

*главный технолог отдела
Отдел теплофизики энергоэффективных тепловых технологий
Институт технической теплофизики
Национальной академии наук Украины*

Glushak Oksana

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

**ВИКОРИСТАННЯ КОНДЕНСАЦІЙНИХ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ В
ГАЗОСПОЖИВАЛЬНИХ КОТЕЛЬНЯХ
ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ
В ГАЗОПОТРЕБЛЯЮЩИХ КОТЕЛЬНЫХ
USAGE OF CONDENSATION HEAT-RECOVERY EXCHANGERS IN
GAS-FIRED BOILERS**

Анотація. Запропоновано для підвищення ефективності

використання палива в газоспоживальних котельних установках використання конденсаційних теплоутилізаторів, призначених для нагрівання сирій холодної води, що надходить на хімоводоочищення. Наведено принципову схему теплоутилізаційної установки з теплоутилізатором та викладено результати її натурних випробувань. Показано, що при застосуванні даної схеми досягнуто підвищення ефективності використання теплоти палива котла КВТП на 4-5%.

Ключові слова: котли, відхідні газы, глибока теплоутилізація, ефективність використання палива.

Аннотация. Предложено для повышения эффективности использования топлива в газопотребляющих котельных установках использование конденсационных теплоутилизаторов, предназначенных для нагрева сырой холодной воды, поступающей на химводоочистку. Приведено принципиальную схему теплоутилизационной установки с теплоутилизатором и изложено результаты её натурных испытаний. Показано, что при применении данной схемы достигнуто повышение эффективности использования теплоты топлива котла КИТТ на 4-5%.

Ключевые слова: котлы, уходящие газы, глубокая теплоутилизация, эффективность использования топлива.

Summary. It is proposed to increase the efficiency of fuel use in gas-fired boiler plants by using the condensation heat-recovery exchangers designed for heating raw cold water supplied to chemical water-purification system. A schematic circuit of a heat-recovery plant with a heat-recovery exchanger is presented and the results of its full-scale tests are presented. It is shown that when applying this plant, an increase in the efficiency the use heat of fuel of boiler CUHF by 4-5% was achieved.

Key words: boilers, exhaust-gases, deep heat-recovery, fuel efficiency.

Для України з її специфічними кліматичними, економічними і екологічними умовами дуже актуальним є скорочення витрати одного з найбільш цінних видів палива – природного газу, що вирізняється винятково високою якістю та ціною. Останнім часом в енергетиці у заходах щодо енергозбереження спочатку за кордоном, а потім і в Україні спостерігається тенденція до підвищення ефективності використання палива і збільшення ККД котлів шляхом зниження температури відхідних газів нижче температури їх точки роси [1-6]. Таке глибоке охолодження газів досягається завдяки застосуванню теплоутилізаторів конденсаційного типу, в яких відбувається конденсація значної частини водяної пари, що міститься в димових газах і використання теплоти її пароутворення. Завдяки цьому коефіцієнт використання теплоти палива КВТП котельного агрегата підвищується на 5...12 %.

Авторами розроблено теплоутилізатор, що може застосовуватись додатковим елементом у системі хімічного водоочищення (ХВО) котельні для попереднього підігріву холодної води, а утворений конденсат може бути використаний для живлення котла. Теплоутилізатор виконано у вигляді окремої приставки до котла, що встановлюється в хвостовій його частині. До складу теплоутилізатора входить теплообмінник з байпасним пристроєм, два переходи, що встановлюються на вході та виході відхідних газів, і нейтралізатор конденсату. Поверхня теплоутилізатора компонується з пучка біметалевих оребрених труб певної геометрії. Нейтралізатор призначено для обробки отриманого конденсату з лужною реакцією до нормованих значень для відведення в каналізацію.

В теплоутилізаторі реалізується глибоке охолодження продуктів згоряння (нижче 60...50 °C) з конденсацією водяної пари. Завдяки використанню теплоти пароутворення димових газів досягається підвищення коефіцієнту корисної дії котла на 3...10 %.

Окрім енергозберігаючої функції теплоутилізатор виконує природоохоронну роль не тільки через зменшення витрати природного газу на горіння, а також шляхом зменшення шкідливих викидів завдяки частковому розчиненню в отриманому конденсаті оксидів азоту, вуглецю та інших шкідливих речовин.

Теплоутилізатор введено у котельні ВАТ «Фармак» за котлом ДЕ-16-14 ГМ. Котельня спалює природний газ і виробляє насичену пару, яка витрачається цілорічно на технологічні потреби; взимку додається навантаження, яке покриває потреби системи опалення підприємства. При цьому середньозимова потреба в парі становить 10...12 т/год, а середньолітня – 5...6 т/год. Повернення конденсату з виробництва становить взимку 50...60 %, влітку 25...40 %, а неповернення з урахуванням втрат котлової води з продувкою до 10 % – в зимовий період 50...60 %, в літній період 70...85 %. Це відповідає 5...7 т/год взимку і 3,5...5 т/год влітку. Така кількість води проходить через систему ХВО котельні для приготування живильної води котлів. У введеному в експлуатацію теплоутилізаторі здійснюється нагрівання холодної водопровідної води, яка подається в систему ХВО. Принципова схема теплоутилізаційної установки у котельні наведена на рис. 1, а результати його випробувань в табл.1.

Під час випробувань паропродуктивність котла становила 10,3...11,0 т/год, тиски: пари 9,0...9,2 кг/см², природного газу перед пальниками 900...1000 мм вод. ст., дуттьового повітря 68...75 мм вод.ст. Коефіцієнт надлишку повітря в газах за економайзером котла дорівнював 1,3...1,34 при складових газів: O₂=4,8...5,3 %, CO₂=8,8...9,1 %, CO=0...1 мг/м³, NO=129...135 мг/м³.

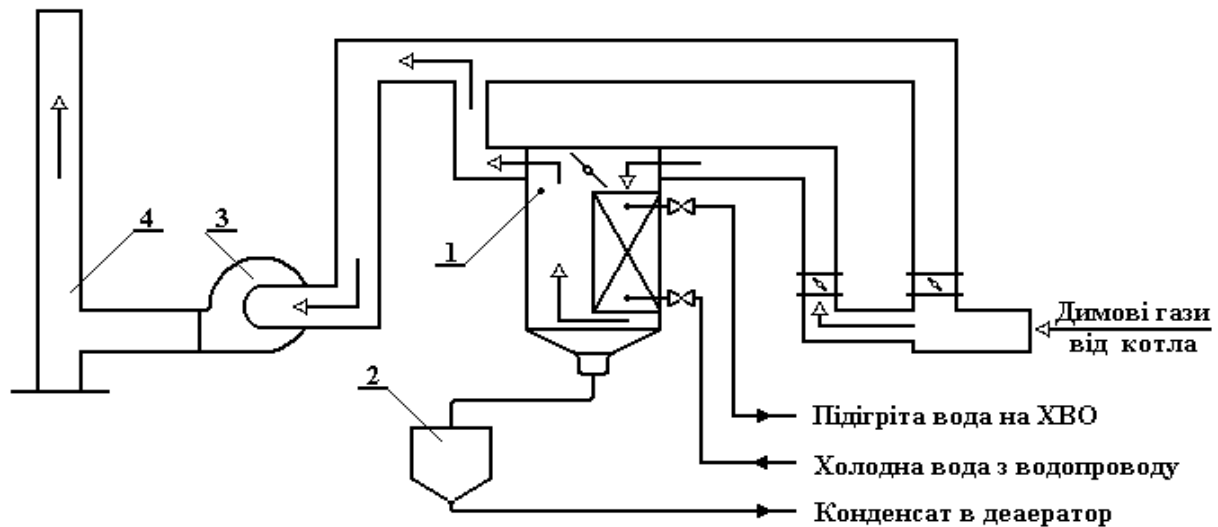


Рис. 1. Принципова схема теплоутилізаційної установки у котельні ВАТ «Фармак»:

1 – теплоутилізатор ТПК-1,1-230; 2 – конденсатний бак;

3 – димосос; 4 – металева димова труба

Джерело: розробка авторів

Результати випробувань теплоутилізатора підтвердили його високу теплову ефективність і експлуатаційну надійність. Була досягнута паспортна теплопродуктивність 8 т/год, яка може бути перевищена при збільшенні витрати води через тепло утилізатор. При цьому збільшення коефіцієнта використання теплоти палива котла становитиме 4...5 %.

Таблиця 1

**Технічні характеристики теплоутилізатора ТПК-1,1-230,
встановленого за котлом ДЕ-16-14 №1 в котельні ВАТ «Фармак»**

Найменування параметру, розмірність	Значення в режимах			
	1	2	3	4
Теплопродуктивність, кВт	108,0	134,9	149,9	217,2
Витрата газів, кг/год	2810	3200	3630	5970
Коефіцієнт надлишку повітря в газах	1,34	1,30	1,32	1,32
Температура газів на вході, °C	131	133	132	131
Температура газів на виході, °C	69	67	76	86
Температура суміші газів на вході в димову трубу, °C	116	115	114	105
Витрата води, т/год	2,90	3,41	3,59	4,45
Температура води на вході, °C	2	2	2	2
Температура води на виході, °C	34	36	38	44
Витрата конденсату, кг/год	58,7	87,1	96,5	110,9
Аеродинамічний опір, Па	60	80	110	300
Збільшення коефіцієнту використання теплоти палива, %	1,60	1,87	2,22	3,22

Джерело: розробка авторів

Додатковим корисним ефектом при роботі теплоутилізатора є зменшення навантаження на систему ХВО за рахунок утворення конденсату. Відношення витрати конденсату до витрати води, яка надходить в систему ХВО, визначає величину зменшення навантаження на систему. Дане відношення становило в умовах випробувань 2,0...2,7 %.

При середньому збільшенні КВТП на 3 % розрахункова економія природного газу в рік становила 100 тис. м³. З урахуванням вартості робіт на установку теплоутилізатора термін окупності витрат не перевищував 1,2 роки. Термін служби теплоутилізатора близько 10 років за умов нанесення антикорозійного покриття на внутрішню поверхню корпусу.

Література

1. Навродська, Р. О., Фіалко, Н. М., Гнедаш, Г. О., & Сбродова, Г. О. (2017). Энергоефективна теплоутилізаційна система для підігрівання тепломережної води та дуттьового повітря котлів комунальної теплоенергетики. Промышленная теплотехника. 39(4), 69-75. <https://doi.org/10.31472/ihe.4.2017.10>
2. Fialko, N. M., Presich, G. A., Gnedash, G. A., Shevchuk, S. I., & Dashkovska, I. L. (2018). Increase the efficiency of complex heat-recovery systems for heating and humidifying of blown air of gas-fired boilers. Thermophysics and Thermal Power Engineering, 40(3), 38-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.06>
3. Ibragimov, E., & Cherkasov, S. (2018). Improving the efficiency of power boilers by cooling the flue gases to the lowest possible temperature under the conditions of safe operation of reinforced concrete and brick chimneys of power plants. In MATEC Web of Conferences ,Vol. 245, p. 07014). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824507014>
4. Фіалко, Н. М., Аронов, И. З., Навродская, Р. А., & Пресич, Г. А. (2003). Эффективность применения конденсационных

теплоутилизаторов в системах теплоснабжения. Промышленная теплотехника, 25(3), 36-41.

5. Fialko, N., Stepanova, A., Presich, G., & Gnedash, G. (2017). The efficiency analysis of heat utilization installation for heating and humidifying of combustion air of boiler plant. Thermophysics and Thermal Power Engineering, 37(4), 71-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ihe.4.2015.08>
6. Fialko, N. M., Gnedash, G. O., Navrodska, R. O., Presich, G. O., & Shevchuk, S. I. (2019). Improving the efficiency of complex heat-recovery systems for gas-fired boiler installations. Scientific Bulletin of UNFU, 29(6), 79-82. <https://doi.org/10.15421/40290616>