

УДК 63.658.26(035.5)

Волинкіна Л.С. *Коледж Подільського державного аграрно-технічного університету*
викладач
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: lyuda_volynkina@mail.ru

Бурка Л.М. *Компанія «Дісна»*
еколог
Кам'янець-Подільський, Україна

ВОДОНАГРІВАЧ ДИМОВИМИ ГАЗАМИ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Для підвищення коефіцієнта корисної дії котельних установок використовують водопідігрівачі живильної води газами, що відводяться з топки. Однак, незважаючи на ефективність відомі водонагрівачі, які є функціонально необхідними елементами котла, не можуть бути використані для відбору теплоти високо нагрітих димових газів на виході з димової труби, що обумовило актуальність дослідження.

Пропонується водонагрівач в складі дефлектора ЦАГ, усередині корпусу якого установлені пов'язані між собою дифузор і конус, а у верхній частині конуса встановлений теплообмінник. Останній являє собою попарно розміщені перший і другий змійовики із зміщеними між ними напівкроку трубопроводами з надітими і приєднаними до них ребристими пластинами. Змійовики сполучені з, установленими в димовій трубі, двома трубопроводами з кранами розміщеними поза трубою. Причому перший, подачі холодної води, трубопровід сполучений з входами першого і другого змійовиків, а другий трубопровід, відведення до споживача нагрітої води, - з виходами першого і другого змійовиків.

Встановлено, що температура газів на виході із гирла димової труби буде відповідати технологічній із забезпеченням, незважаючи на пневматичний опір теплообмінника, дефлектором необхідної тяги, а після проходження через водонагрівач, в результаті відведення теплоти на нагрівання технологічної води, понизиться до навколишнього середовища.

Запропонований водонагрівач в складі дефлектора ЦАГ надасть можливість без зміни конструкції і протікання температурного режиму підвищити коефіцієнт корисної дії котельної установки

Ключові слова: дефлектор, дифузор, змійовик, трубопровід, димова труба, теплообмінник, коефіцієнт корисної дії.

Вступ. Із теплового балансу відомо, що втрати тепла з вихідними газами котельних установок при їх температурі 120...170⁰ С є найбільшими, у порівнянні з іншими складовими втрат, і складають 6...15% [1, 2, 3, 8]. Величина температури вихідних газів регламентується надійністю і довговічністю димової труби, через те її зниження на ділянках взаємодії з трубою вихідних газів не допускається [6, 10]. Тому підвищення коефіцієнта корисної дії котельної установки за рахунок зменшення теплових втрат з вихідними газами можливе при використанні їх теплоти лише поза димовою трубою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомий найбільш близький за суттю водопідігрівач (економайзер), що використовується для підігріву до високої температури живильної води газами, що виходять з топки і розміщений у газоході котла [1,2,8]. Він використовується в якості теплообмінника, виконаного у вигляді змійовиків із сталевих або чавунних труб, охоплених зовнішнім оребренням. Однак відомий

теплообмінник має обмежену сферу застосування, оскільки є функціонально необхідним елементом котла і, як за конструкцією, так і технічними параметрами не може бути використаний для відбору теплоти від димових газів поза димовим трактом. Тому для підвищення ефективності котельних установок необхідний принципово відмінний водонагрівач, з можливим використанням теплоти димових газів, не впливаючий на температурний режим їх димового тракту.

Мета дослідження полягає в розробці принципово нової конструкції й наданні рекомендацій з визначення основних параметрів водонагрівача розміщеного в гирлі димової труби.

Результати. В результаті досліджень розроблено і пропонується принципово новий водонагрівач димовими газами котельних установок розміщений в гирлі димової труби 7 (патент України №101812) (рис. 1), на виході димового тракту сумісно з дефлектором ЦАГІ 16. Дефлектор містить порожнистий корпус 1, усередині якого розміщений дифузор 15 з конусом 6 зверху закритий ковпаком 2. До корпуса 1 за допомогою лапок 4 прикріплений дифузор 15 з конусом 6 і ковпак 2. У верхній частині конуса установлений теплообмінник 3 з поперечно розміщеними першим 5 і другим 11 змійовиками із, заміщеними між ними на півкроку, сталевими трубками 12 з надітими і припаяними до них тонкими пластинами 10, а також приєднані два трубопроводи, що проходять усередині димової труби. Перший 14, подачі холодної води, трубопровід з краном 13 сполучений з входом першого 5 і другого 11 змійовиків, а другий 8, відведення до споживача нагрітої води, трубопровід з краном 9 – з виходами змійовиків 5,11. Для зручностей регулювання подачі холодної води в теплообмінник і відведення нагрітої до споживача, крани 13,9 на трубопроводах 14,8 розміщені поза димовою трубою.

Підігрів холодної води і відбір нагрітої відбувається наступним чином.

Незначна кількість теплоти від гріючого теплоносія – димових газів, нагрітій воді в трубопроводі подачі холодної води передається прямоютоковою, в трубопроводі відведення до споживача нагрітої води протитоковою, а основна кількість теплоти у теплообміннику передається за перехресною схемами.

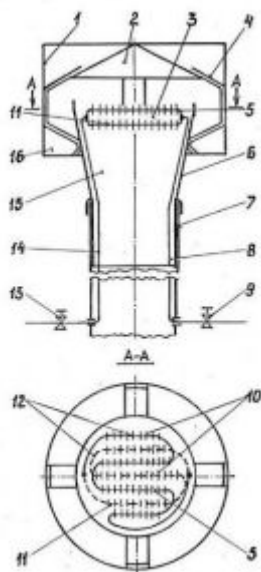


Рис. 1. Принципова схема водонагрівача димовими газами котельних установок

Підігрів холодної води може бути проточним або тупиковим. У першому випадку кран 13 на вхідному трубопроводі 14, а також кран 9 на вихідному трубопроводі 8 відкриті. При цьому холодна вода вхідним трубопроводом 14 через кран 13 паралельно поступає в перший 5 і другий 11 змійовики, в яких нагрівається теплою димових газів і далі через вихідний трубопровід 8 і перепускний кран 9 – подається до споживача нагрітої води.

У другому випадку наповнена вода в теплообміннику 3 при закритих кранах 13,9 нагрівається і, після досягнення необхідної температури, через перепускний кран 9 трубопроводом 8 подається до споживача.

Основним елементом водонагрівача, від якого залежить кількість переданої теплоти від димових газів нагрівній воді, є теплообмінник. Площа поверхні теплообміну його визначається з врахуванням будови, габаритних розмірів і можливостей монтажу в гирлі димової труби. При визначеній площі поверхні кількість теплоти Q_e , що відводиться від димових газів буде рівна [4]

$$Q_e = F_T K (t_{cp, д.г.} - t_{cp, вод}), \quad (1)$$

де F_T - площа поверхні теплообміну, m^2 ;

K - коефіцієнт теплопередачі від димових газів нагрівній воді, який для циліндричного трубопроводу визначається за формулою [8]

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}, \quad Bm/m^2 \cdot град.; \quad (2)$$

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі димових газів поверхні трубопроводу, $Bm/m^2 \cdot град.$;

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі поверхні трубопроводу нагрівній воді, $Bm/m^2 \cdot град.$;

d_1 ; d_2 - внутрішній і зовнішній діаметри трубопроводу змійовиків, м;

λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу трубопроводу, $Bm/m^2 \cdot град.$;

$t_{cp, д.г.}$ - середня арифметична температура димових газів, рівна [8]

$$t_{cp, д.г.} = \frac{t_{д.г. вх} + t_{д.г. вих}}{2}, \quad ^\circ C; \quad (3)$$

$t_{д.г. вх}$ і $t_{д.г. вих}$ - температура димових газів на вході і виході теплообмінника, $^\circ C$;

$t_{cp, вод}$ - середня арифметична температура води, рівна [8]

$$t_{cp, вод} = \frac{t_{вод. вх} + t_{вод. вих}}{2}, \quad ^\circ C; \quad (4)$$

$t_{вод. вх}$ і $t_{вод. вих}$ - температура нагрівної води на вході і виході теплообмінника, $^\circ C$.

З врахуванням (2-4) формула (1) матиме вигляд

$$Q_e = \frac{F_T}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \left[\left(\frac{t_{д.г. вх} + t_{д.г. вих}}{2} - \frac{t_{вод. вх} + t_{вод. вих}}{2} \right) \right] \quad (5)$$

Рівняння теплового балансу котельної установки з врахуванням (5) набуде

наступного виду [9]

$$Q_p^p = Q_1 + Q_6 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (6)$$

У лівій частині рівняння Q_p^p - наявна, або розрахункова теплота, а в правій частині сума використаної (в економайзері, котлі і перегрівнику) теплоти Q_1 , а також у водопідігрівачі - Q_6 і теплових втрат: Q_2 - залишкової від димових газів, що не використана у водонагрівачі; Q_3 - від хімічної неповноти згоряння; Q_4 - від механічної неповноти згоряння; Q_5 - у навколишнє середовище і Q_6 - з фізичною теплотою шлаків.

Коефіцієнт корисної дії котельної установки визначається за формулою

$$\eta_{к.у.} = \frac{Q_1 + Q_6}{Q_p^p}, \quad (7)$$

з якої випливає, що із зменшенням втрат теплоти з димовими газами, $\eta_{к.у.}$ збільшується.

Висновки. Резервом підвищення коефіцієнта корисної дії котельної установки є відбір теплоти від газів в димовій трубі із збереженням її конструкції і забезпеченні вимог здійснюваного в ній температурного режиму. Для цього використовувати водонагрівач в складі дефлектора ЦАГІ і теплообмінника з поярусно розміщеними змійовиками і трубопроводами підведення до них холодної води і відведення нагрітої до споживача, причому теплообмінник установлювати в гирлі димової труби, над нею дефлектор, а трубопроводи – в димовому тракті. Розробку елементів водонагрівача виконувати з врахуванням габаритних розмірів і конструкції димової труби котельної установки.

Список використаних джерел

1. Бузников, Е.Ф. Производственные и отопительные котельные [Текст] / Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш. – 2-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 248 с.
2. Роддатис, К.Ф. Котельные установки [Текст] / К.Ф. Роддатис. – М. : Энергия, 1977. – 432 с.
3. Спейшер, В.А. Огневое обезвреживание промышленных выбросов. – М.: Энергия, 1977. – 263 с.
4. Драганов, Б.Х. Теплоэнергетичні установкам і системи в сільському господарстві [Текст] / Б.Х. Драганов, О.Ф. Буляндра, А.В. Міщенко ; за ред. Б.Х. Драганова. – К., 1995. – 220 с.
5. Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипов, А.С. Сухомел. – М. : Энергоиздат. 1981. – 485 с.
6. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства [Текст] / Л.С. Герасимович, А.Г. Цубанов, Б.Х. Драганов и др. – Мн. : Ураджай, 1993. – 368 с.
7. Теплотехника [Текст] / А.М. Арханов, С.И. Исаев, И.А. Кожин и др.; под общей редакцией В.И. Крутова. – М. : Машиностроение, 1986. – 432 с.
8. Драганов, Б.Х. Теплотехніка [Текст] : підручник / Б.Х. Драганов, О.О. Бессараб, В.О. Долінський. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Фірма "ІНКОС", 2005. – 400 с.
9. Швец, И.Т. Теплотехника [Текст] / И.Т. Швец, В.И. Толубинский, А.Н. Алабовский. – [3-е изд., дополн. и перераб.]. – К. : Издательское объединение "Вища школа", 1976. – 520 с.
10. Баскаков, А.П. Теплотехника [Текст] / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Вит ; под ред. А.П. Баскакова. – М. : Энергоиздат, 1982. – 260 с.
11. Емельянов, А.И. Практические расчеты в автоматике [Текст] / А.И. Емельянов, В.А. Емельянов, С.А. Калинина. – М. : Машиностроение, 1967. – 316 с.

References

1. Buznikov, E.F., Roddatis K.F., & Berzin'sh, Je.Ja. (1984). *Proizvodstvennye i otopitel'nye kotel'nye* [Production and heating plants]. Moscow : Jenergoatomizdat [in Rus.].
2. Roddatis, K.F. (1977). *Kotel'nye ustanovki* [Boilers]. Moscow : Jenergiya [in Rus.].
3. Spejsher, V.A. (1977). *Ognevoe obezvrzhivanie primyshlennyh vybrosov* [Fire neutralization; industrial emissions]. – Moscow : Jenergiya [Energy] [in Rus.].
4. Draganov, B.H. (Ed.), Buljandra, O.F., & Mishhenko, A.V. (1995). *Teploenergetichni ustanovkim i sistemi v sil's'komu gospodarstvi* [Thermal power plants and systems in agriculture]. Kiev : Urozhaj [in Ukrainian].
5. Isachenko V.P., Osipov, V.A., & Suhomel, A.S. (1981). *Teploperedacha* [Tekst]. Moscow : Jenergoizdat [in Rus.].
6. Gerasimovich, L.S., Cubanov, A.G., ... Draganov, B.H. (1993). *Spravochnik po teplosnabzheniju sel'skogo hozjajstva* [Handbook on agriculture heating]. Minsk : Uradzhaj [in Rus.].
7. Krutov, V.I. (Ed.), Arhanov, A.M., Isaev, S.I., ...Kozhinov, I.A. (1986). *Teplotehnika* [Heat]. Moscow : Mashinostroenie [Engineering] [in Rus.].
8. Draganov, B.H., Bessarab, O.O. ... Dolins'kij V.O. (2005). *Teplotehnika* [Heat]. Kiev : Firma "INKOS" [Firm "INCOS"] [in Ukrainian].
9. Shvec, I.T., Tolubinskij, V.I. ... Alabovskij A.N. (1976). *Teplotehnika* [Heat]. Kiev : Izdatel'skoe ob#edinenie "Vishha shkola" [Publishing Association "High School"] [in Rus.].
10. Baskakov, A.P. (Ed.), Berg B.V., ... Vit O.K. (1982). *Teplotehnika* [Heat] Moscow : Jenergoizdat [in Rus.].
11. Emel'janov, A.I., Emel'janov, V.A., & Kalinina, S.A. (1967). *Prakticheskie raschety v avtomatike* [Practical calculations in automation]. Moscow : Mashinostroenie [Mechanical engineering] [in Rus.].

Дата надходження статті до редакції: 22.02.2016,

рецензування : 28.03.2016, прийняття в друк 25.04.2016.

Received: 22.02.2016 1st Revision: 28.03.2016 Accepted: 25.04.2016

Lyudmila Volynkina
Senior Lecturer

College
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamenets-Podilsky, Ukraine
E-mail : lyuda.volynkina@mail.ru

Lesya Burka
ecologist

Company "Desna"
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamenets-Podilsky, Ukraine

WATER HEATER FLUE GAS BOILER INSTALLATIONS

To improve the efficiency of the boiler plants use water feedwater heaters gases discharged from the furnace. However, despite the known effectiveness of heaters that are functionally essential elements of the boiler can not be used to heat the flue gas sampling at the output of high heated from a stack, resulting in the study to date.

Proposed heater composed TSAGI deflector, which mounted inside the housing interconnected cone and the cone and the top of the cone is installed a heat exchanger. The latter is a tiered placed first and second coils with staggered half-step between the pipes to put on and attached to them ribbed plates. Connected with coils mounted in the chimney, two pipes with valves placed outside the pipe. Moreover, the first cold water supply conduit is connected with the inputs of the first and second coils, and the second conduit branch to the hot water consumer - the outputs of the first and second coils. It is found that the temperature of the gases at the outlet of the mouth of the chimney will match process with software, although air resistance of heat exchanger, the required thrust deflector, and after passing through the heater, as a result of heat removal for heating process water to the environment decreases.

Proposed water heater as part of the deflector allows TsAGI without changing the design and flow temperature to increase the efficiency of the boiler plant.

Keywords: *deflector, diffuser, coil, pipe, chimney, heat exchanger efficiency.*

Дюдмила Волынкина
старший преподаватель

Колледж
Подольский государственный аграрно-технический
университет

Каменец-Подольский, Украина

E-mail : lyuda.volynkina@mail.ru

Леся Бурка
эколог

компания «Десна»

Каменец-Подольский, Украина

ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ ДЫМОВЫМИ ГАЗАМИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Для повышения коэффициента полезного действия котельных установок используют водонагреватели питательной воды газами, отводимых из топки. Однако, несмотря на эффективность известных водонагревателей, являющихся функционально необходимыми элементами котла, использование их для отбора теплоты высоко нагретых дымовых газов на выходе из дымовой трубы представляется неважможнимс, что обусловило актуальность исследования. Предлагается водонагреватель в составе дефлектора ЦАГИ, внутри корпуса которого установлены связанные между собой диффузор и конус, а в верхней части конуса установлен теплообменник. В процессе исследований установлено, что температура газов на выходе из устья дымовой трубы будет соответствовать технологической с обеспечением, несмотря на пневматический сопротивление теплообменника, дефлектором необходимой тяги, а после прохождения через водонагреватель, в результате отвода теплоты на нагрев технологической воды, понизится к окружающей среде. Предложенный водонагреватель в составе дефлектора ЦАГИ позволит без изменения конструкции и протекания температурного режима повысить коэффициент полезного действия котельной установки.

Ключевые слова: дефлектор, диффузор, змеевик, трубопровод, дымовая труба, теплообменник, коэффициент полезного действия.