

Технічні науки

УДК 536.24:533

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
Член-кореспондент НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Фиалко Наталья Михайловна

*доктор технических наук, профессор,
Член-корреспондент НАН Украины, заведующий отделом
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member NAS of Ukraine, Head Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Прокопов Віктор Григорович

*доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Прокопов Виктор Григорьевич

*доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Prokopyov Viktor

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Шеренковський Юлій Владиславович

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

Шеренковский Юлий Владиславович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Sherenkovskiy Julii

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher,
Leading Researcher*

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Меранова Наталія Олегівна

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник*

Інститут технічної теплофізики НАН України

Меранова Наталья Олеговна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Meranova Nataliia

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher,
Leading Researcher*

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Альошко Сергій Олександрович

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

Алешко Сергей Александрович

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Институт технической теплофизики НАН Украины

Aloshko Serhii

*Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Юрчук Володимир Леонідович

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

Юрчук Владимир Леонидович

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

Yurchuk Volodymyr

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Полозенко Ніна Петрівна

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

Полозенко Нина Петровна

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

Polozenko Nina

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Рокитько Костянтин Володимирович

*кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Рокитько Константин Владимирович

*кандидат технических наук, младший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Rokytko Kostiantyn

*Candidate of Technical Sciences, Junior Research
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Реграгі Абубакр

*кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Реграги Абубакр

*кандидат технических наук, младший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Regragui Abubakr

*Candidate of Technical Sciences, Junior Research
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Кліщ Андрій Володимирович

*молодший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Клищ Андрей Владимирович

*младший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Klishch Andriy

*Junior Research
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ ВОГNETEХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА НА
ТЕПЛОВИЙ СТАН СТІНОК СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я
ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ ОГNETEХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА
ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕНОК СТАБИЛИЗАТОРОВ
ПЛАМЕНИ**

INFLUENCE OF THE LOAD OF A FIRE TECHNICAL OBJECT ON THE HEAT STATE OF THE FLAME STABILIZERS WALLS

Анотація. Виконано дослідження температурних та теплових режимів стінок стабілізаторів полум'я мікрофакельних пальників при різних рівнях навантаження вогнетехнічного об'єкта. Проведено аналіз впливу конструктивних особливостей стабілізаторів (наявність або відсутність нішових порожнин на їх бічних поверхнях) на характер розподілу температур та теплових потоків уздовж поверхні стабілізаторів у діапазоні зміни навантаження, що розглядається.

Ключові слова: мікрофакельні пальники, стабілізатори полум'я, навантаження вогнетехнічного об'єкта, розподіл температури, теплові режими.

Аннотация. Выполнено исследование температурных и тепловых режимов стенок стабилизаторов пламени микрофакельных горелочных устройств при различных уровнях нагрузки огнетехнического объекта. Проведен анализ влияния конструктивных особенностей стабилизаторов (наличие или отсутствие нишевых полостей на их боковых поверхностях) на характер распределения температур и тепловых потоков вдоль поверхности стабилизаторов в рассматриваемом диапазоне изменения нагрузки.

Ключевые слова: микрофакельные горелки, стабилизаторы пламени, нагрузка огнетехнического объекта, распределение температуры, тепловые режимы.

Summary. A study of the temperature and heat regimes of the flame stabilizers walls of microjet burners was carried out at various load levels of the fire-technical object. The analysis of the influence of the design features of the stabilizers (the presence or absence of niche cavities on their lateral surfaces) on

the nature of the temperatures and heat fluxes distribution along the surface of the stabilizers in the considered range of load variation is carried out.

Key words: *microjet burners, flame stabilizers, load of a fire-technical object, temperature distribution, heat regimes.*

Вступ. Мікрофакельні пальники стабілізаторного типу широко застосовуються в енергетичній практиці з огляду на їх безумовні достоїнства [1-15]. При цьому такі пальники, зазвичай, оснащуються спеціальними системами охолодження.

Застосування цих систем повинно забезпечувати такий стан стінок стабілізаторів полум'я, при якому їхня температура не перевищує деяку допустиму величину. З огляду на це актуальним є дослідження теплового стану стінок стабілізаторів полум'я при різних навантаженнях вогнетехнічного об'єкта. Становить також інтерес зіставлення вказаного теплового стану для різних конструкцій стабілізаторів полум'я, що відповідають наявності і відсутності нішових порожнин на їх бічних поверхнях.

У даній роботі розглядаються системи самоохолодження, у яких паливний газ використовується як охолоджувач перед його подачею на горіння.

Результати досліджень. На рис. 1 наводяться конструкції стабілізаторів полум'я, тепловий стан яких підлягає дослідженню.

Характерні результати виконаних досліджень наводяться на рис. 2, 3. Представлені дані одержані для таких вихідних параметрів: витрата природного газу $G = 200 \text{ м}^3/\text{год}$, що відповідає 100% навантаженню котлоагрегату; коефіцієнт надлишку повітря дорівнював 1,1; температура газу на вході в систему охолодження $t_2^{\text{ox}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$; температура повітря на вході в пальниковий пристрій $t_n^{\text{ox}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; матеріал стінки стабілізатора –

нержавіюча сталь 12Х18Н9Т; коефіцієнт затінення прохідного перетину каналу $k_f = 0,4$; діаметр газоподавальних отворів $d_r = 0,0043$ м; відносний крок розташування отворів $S/d_r = 3,72$; довжина стабілізатора $L_{ст} = 0,225$ м; ширина стабілізатора $B_{ст} = 0,030$ м; $L_0 = 0,012$ м; $L_0^* = 0,05$ м; $L = 0,024$ м; $L_1 = 0,014$ м; $\Delta_1 = 0,0015$ м; $\Delta_2 = 0,001$ м; $\Delta_3 = 0,002$ м; $\delta_0 = 0,006$ м.

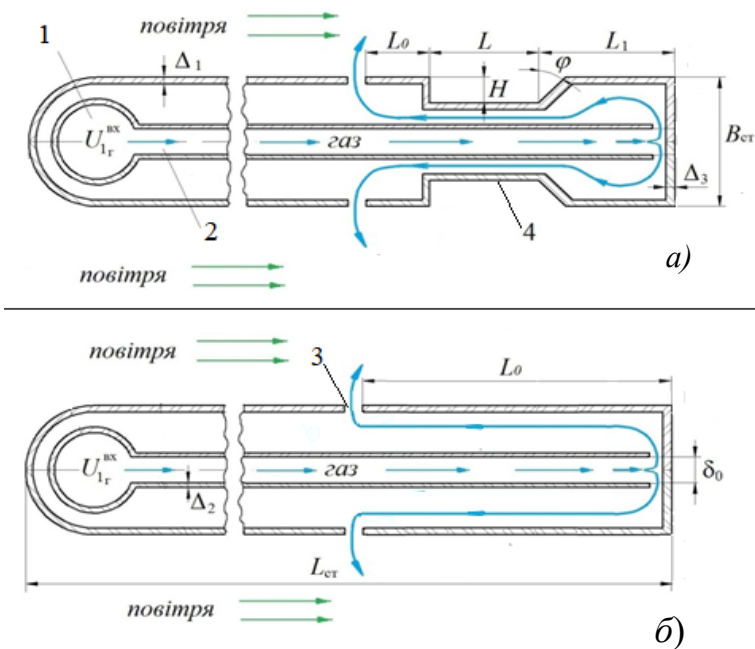


Рис. 1. До постановки задачі:
а) стабілізатор полум'я з нішовою порожниною; б) стабілізатор полум'я за її відсутності; 1 – газоподавальний колектор; 2 – канал для охолоджувального газу; 3 – газоподавальні отвори; 4 – нішова порожнина.

Рисунок 2 ілюструє розподіли температури на зовнішній поверхні стабілізаторів полум'я при навантаженнях вогнетехнічного об'єкта 100 % та 30 %.

Як свідчать одержані дані зі зменшенням навантаження вогнетехнічного об'єкта знижується ефективність систем охолодження (через зниження витрат охолоджувального газу), а відтак зростає температура стінок стабілізатора полум'я. Звертає на себе увагу той факт, що при різних навантаженнях вогнетехнічного об'єкта співвідношення температур стінок стабілізаторів з нішами і без них суттєво відрізняється. Так, при номінальному навантаженні вогнетехнічного об'єкта ($N = 100$ %) температура зовнішньої стінки стабілізатора полум'я з нішою є вищою ніж відповідна температура для стабілізатора за відсутності. Вказане

перевищення є досить значним і може досягати 140 °С. Воно є дещо меншим на торцевій поверхні стабілізатора, де умови теплопідводу для двох досліджуваних конструкцій виявляються близькими.

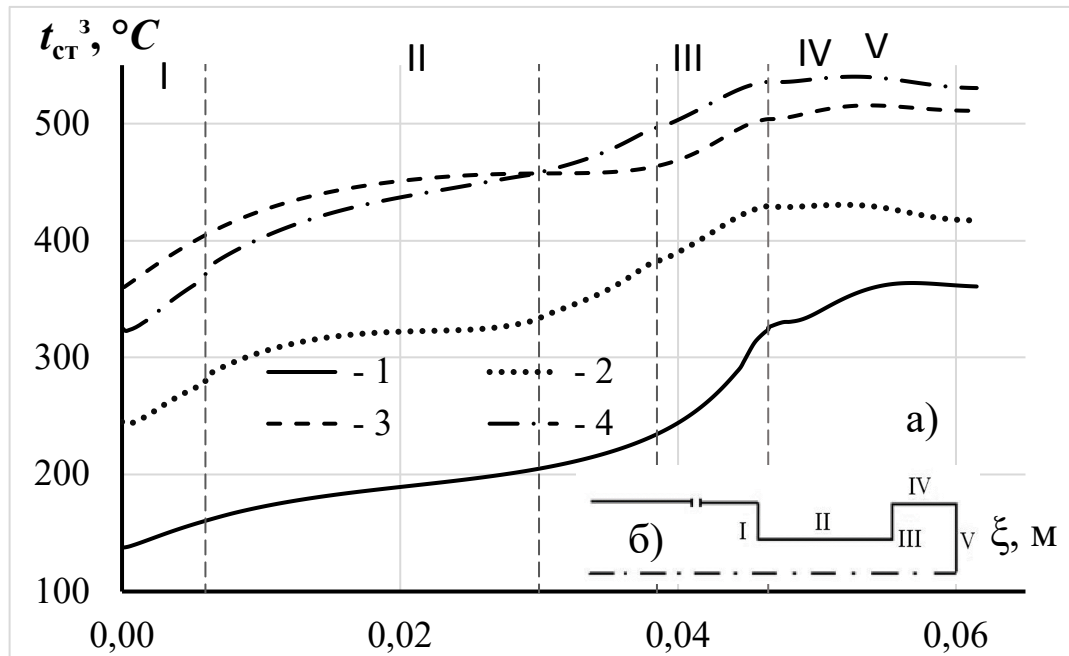


Рис. 2. Розподіл температури (а) вздовж зовнішньої поверхні стабілізатора полум'я в перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, за відсутності (1, 3) і наявності (2, 4) нішової порожнини на бічній поверхні стабілізатора при навантаженні вогнетехнічного об'єкта $N = 100\%$ (1, 2) та $N = 30\%$ (3, 4) і розташування на даній поверхні характерних зон (б)

При навантаженні вогнетехнічного об'єкта, рівному 30% від номінального, мають місце незначні відмінності температур зовнішньої поверхні стабілізаторів полум'я за наявності і відсутності нішових порожнин. До того ж ці відмінності носять різний характер на різних ділянках даної поверхні. На торцевій поверхні стабілізатора полум'я і прилеглий до неї бічній поверхні вищою є температура стабілізатора полум'я з нішовими порожнинами. На віддалені від торця рівень температури цього стабілізатора стає нижчим ніж відповідного стабілізатора без нішових порожнин.

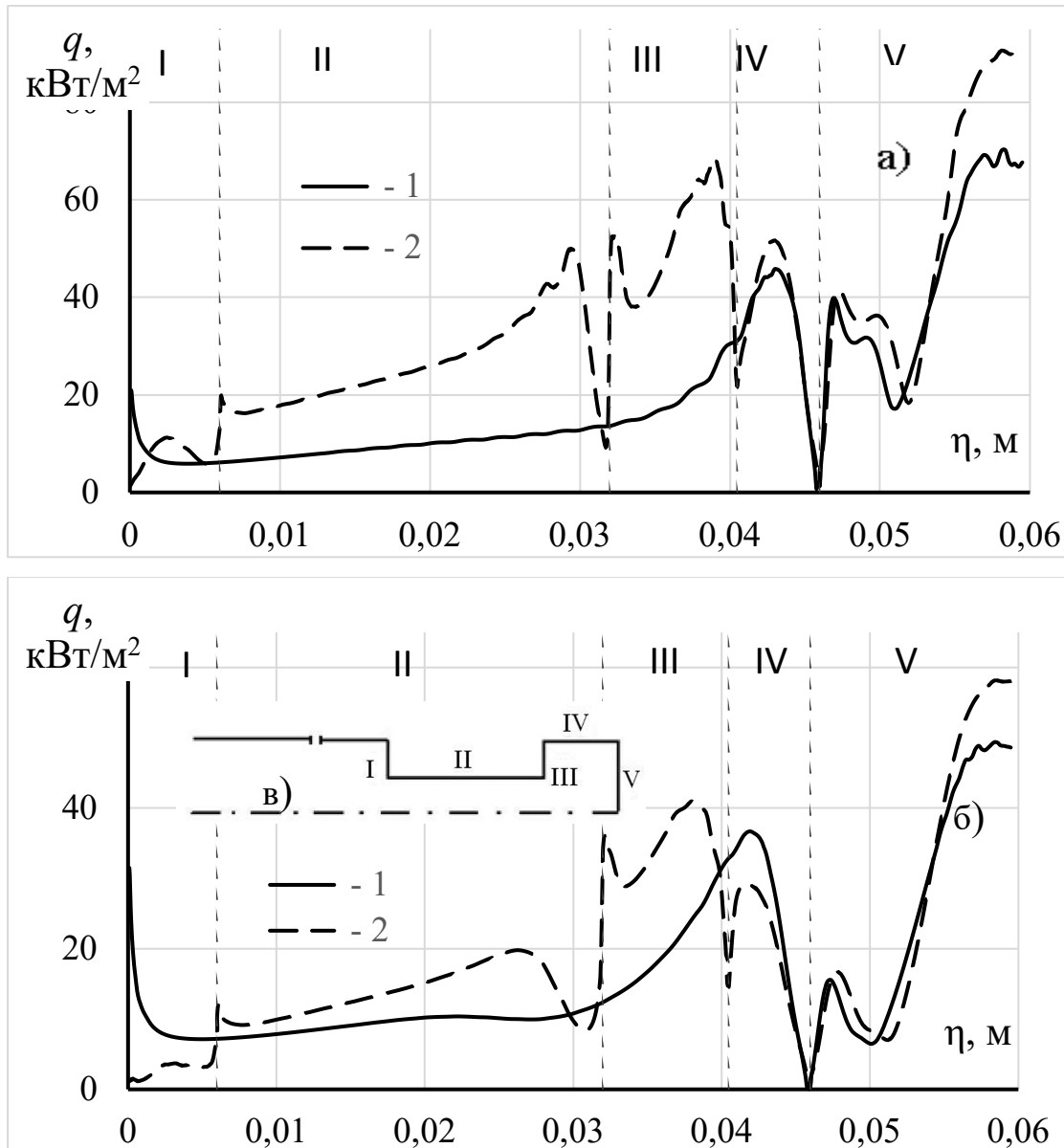


Рис. 3. Розподіл густини теплового потоку q вздовж зовнішньої поверхні стабілізатора полум'я в перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, за відсутності (1) і наявності (2) нішової порожнини на бічній поверхні стабілізатора при навантаженні вогнетехнічного об'єкта $N = 100\%$ (а) та $N = 30\%$ (б) і розташування на даній поверхні характерних зон (в)

Слід особливо зазначити, що для обох досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум'я максимальна температура їх зовнішньої поверхні, що має місце на торці стабілізатора, не перевищує допустимий рівень – $550\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рисунку 3 наводяться розподіли густини теплового потоку, що відводиться від внутрішньої поверхні стабілізатора полум'я при

навантаженні вогнетехнічного об’єкта 100 % і 30 % для досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум’я. Як свідчать одержані дані значення потоків q для стабілізаторів з нішовими порожнинами в цілому перевищують відповідні значення за відсутності даних порожнин. При цьому найбільші відмінності величин q спостерігаються в зонах, що відповідають розташуванню нішової порожнини.

Висновки. Отже, виконані дослідження показали, що при застосуванні системи охолодження з обдувом внутрішньої торцевої поверхні стабілізатора полум’я плоским імпактним струменем паливного газу забезпечується сприятливий тепловий стан стінок стабілізатора, при якому їх температура не перевищує допустимих значень в усьому діапазоні навантажень вогнетехнічного об’єкта. Встановлено, що вищевикладене правомірне для обох досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум’я – за наявності і відсутності на їх бічних поверхнях нішових порожнин.

Література

1. Фиалко Н.М., Бутовский Л.С., Прокопов В.Г., Меранова Н.О., Алёшко С.А., Полозенко Н.П. Особенности обтекания плоских стабилизаторов ограниченным потоком. Промышленная теплотехника. 2010. № 5. С. 53-57.
2. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А., Полозенко Н.П. и др. Анализ влияния геометрической формы нишевой полости на аэродинамическое сопротивление канала. Промышленная теплотехника. 2012. №1. С. 72-76.
3. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Бутовский Л.С., Шеренковский Ю.В. и др. Особенности течения топлива и окислителя при эшелонированном расположении стабилизаторов пламени. Промышленная теплотехника. 2011. №2. С. 59-64.

4. Фиалко Н.М., Бутовский Л.С., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В., Меранова Н.О., Алешко С.А., Полозенко Н.П. Компьютерное моделирование процесса смесеобразования в горелочных устройствах стабилизаторного типа с подачей газа внедрением в сносящий поток воздуха. Промышленная теплотехника. 2011. №1. С. 51-56.
5. Fialko N.M., Aleshko S.A., Rokitko K.V., Maletskaya O.E. and other. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. Технологические системы. 2018. 3(38). С. 37-43. ISSN-print: 2074-0603.
6. Fialko N.M., Prokopov V.G., Sherenkovskiy Yu.V., Aleshko S.A., Meranova N.O., Yurchuk V.L., Hanzha M.V. Modeling of heat transfer processes in stabilizer burners with heat-resistant coatings. The development of technical sciences: problems and solutions: Conference Proceedings, April 27-28, 2018. Brno: Baltija Publishing. P. 189-192.
7. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Майсон Н.В., Меранова Н.О. и др. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.5. С. 136-142.
8. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Бутовский Л.С., Шеренковский Ю.В., Меранова Н.О., Алешко С.А., Коханенко П.С., Полозенко Н.П. Моделирование структуры течения изотермического потока в эшелонированной решетке плоских стабилизаторов пламени. Промышленная теплотехника. 2010. №6. С. 28-36.
9. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О., Меранова Н.О., Рокитько К.В. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. Теплофізика та теплоенергетика. 2019. №4. С. 13-18.
10. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В., С.А. Алешко, Меранова Н.О., Абдулин М.З. Системы охлаждения микрофакельных

горелочных устройств с плоскими стабилизаторами пламени. Киев: Изд-во «София-А», 2016. 200 с.

11. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В., Алешко С.А. и др. Компьютерное моделирование процессов переноса в системе охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа. Промышленная теплотехника. 2012. №1. С. 64-71.
12. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А., Шеренковский Ю.В., Меранова Н.О. и др. Эффективность систем охлаждения горелочных устройств струйно-стабилизаторного типа. Технологические системы. 2012. № 1. С. 52-57.
13. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А., Шеренковский Ю.В., Меранова Н.О., Полозенко Н.П., Малецкая О.Е. Влияние ширины стабилизатора на аэродинамические и тепловые характеристики систем охлаждения микрофакельных горелочных устройств. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23.7. С. 83-87.
14. Fialko N.M., Prokopov V.G., Alyoshko S.A., Sherenkovskiy J.V. Performance analysis of cooling stabilizing burners for different stress boiler unit. Вісник НУ «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. 2013. №756. С. 43-46.
15. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В., Алешко С.А. и др. Исследование эффективности систем охлаждения микрофакельных горелочных устройств. Промышленная теплотехника. 2013. №1. С. 36-42.