

Технічні науки

УДК 536.24:533

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department
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*

Sherenkovskiy Julii

*Cand. of Technical Sciences,
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Прокопов Віктор Григорович

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

Prokopov Viktor

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
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,*

Meranova Nataliia

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

Полозенко Ніна Петрівна

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

Polozenko Nina

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

Рокитько Костянтин Володимирович

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

Rokytko Kostiantyn

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

Ольховська Ніна Миколаївна

*науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Olkhovska Nina

*Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Федосенко Леонід Петрович

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

Fedosenko Leonid

Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Малецька Ольга Євгенівна

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

Maletska Olha

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Мельниченко Тарас Олексійович

аспірант

Інституту технічної теплофізики НАН України

Melnychenko Taras

Postgraduate of the

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

**ХАРАКТЕРИСТИКИ СУМІШОУТВОРЕННЯ ПАЛИВА І
ОКИСНЮВАЧА ПРИ РІЗНИХ КРОКАХ ЗМІЩЕННЯ
СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я В МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКАХ
CHARACTERISTICS OF FUEL AND OXIDIZER MIXTURE
FORMATION AT DIFFERENT STEPS OF FLAME STABILIZER
DISPLACEMENT IN MICROJET BURNERS**

Анотація. Виконано числові дослідження процесу сумішоутворення в ступінчато ешелонованій решітці стабілізаторів полум'я. Проаналізовано

вплив кроку зміщення стабілізаторів в решітці на поля концентрацій метану за стабілізаторами в зонах зворотних токів.

Ключові слова: математичне моделювання; поля концентрацій; крок зміщення стабілізаторів.

Summary. Numerical simulation of the mixture formation process in a stepped echelon lattice of flame stabilizers are performed. The influence of the step of stabilizer displacement in the lattice on the methane concentration fields behind the stabilizers in the reverse flow zones is analyzed.

Key words: mathematical simulation; concentration fields; step of stabilizer displacement.

В останній період все більше уваги приділяється аналізу різних способів підвищення ефективності спалювання палива в пальниках стабілізаторного типу [1-11]. Одним з таких способів є ешелоноване розташування стабілізаторів полум'я, тобто зі зміщенням їх один відносно одного за потоком.

Ця стаття присвячена аналізу закономірностей впливу на картину сумішоутворення палива та окиснювача величини кроку зміщення стабілізаторів. Даний аналіз проведено на прикладі розгляду ступінчато ешелонованих решіток, що складається з трьох стабілізаторів полум'я (рис. 1).

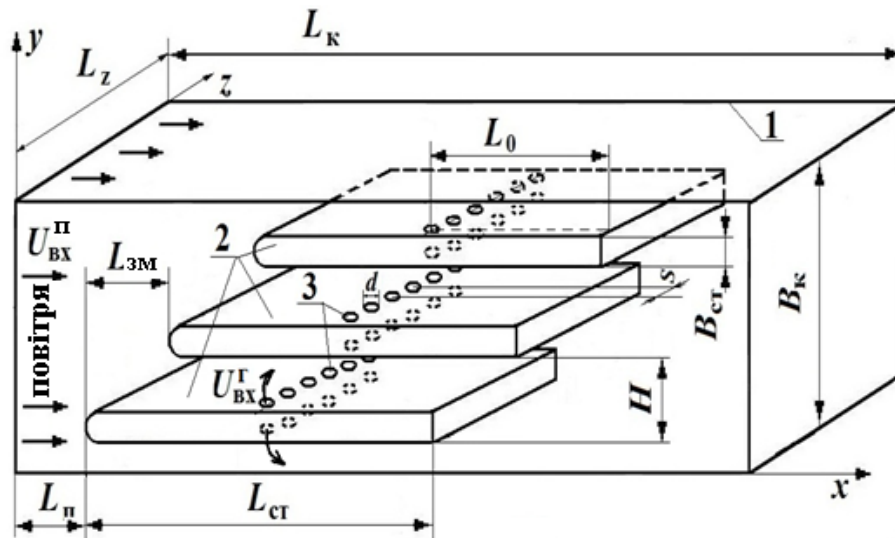


Рис. 1. До постановки задачі для ступінчато ешелонованої решітки стабілізаторів:

1 – плоский канал; 2 – стабілізатори полум'я; 3 – газоподавальні отвори

Дослідження проводилися на основі математичного моделювання з допомогою пакета прикладних програм ANSYS. Математична модель досліджуваного процесу включала рівняння нерозривності, руху, енергії для реагуючих турбулентних потоків, збереження маси компонентів суміші, що реагує. Замикання системи рівнянь здійснювалося з використанням k - ϵ моделі турбулентності в модифікації RNG.

Характерні результати виконаних досліджень наведено на рис. 2. Тут представлені дані математичного моделювання, що відповідають значенням $\bar{L}_{ЗМ}$ рівним 1,0; 2,0 та 3,0 ($\bar{L}_{ЗМ} = L_{ЗМ} / B_{СТ}$) при таких вихідних параметрах: $U_{вх}^n = 6,8$ м/с; $U_{вх}^n = 24$ м/с; $L_{П} = 0,2$ м; $L_{СТ} = 0,215$ м; $L_{К} = 1,5$ м; $H = 0,075$ м; $B_{К} = 0,225$ м; $B_{СТ} = 0,03$ м; $L_{ЗМ} = 0,06$ м; $L_0 = 0,02$ м; $d = 0,0045$ м; $S/d = 3,55$.

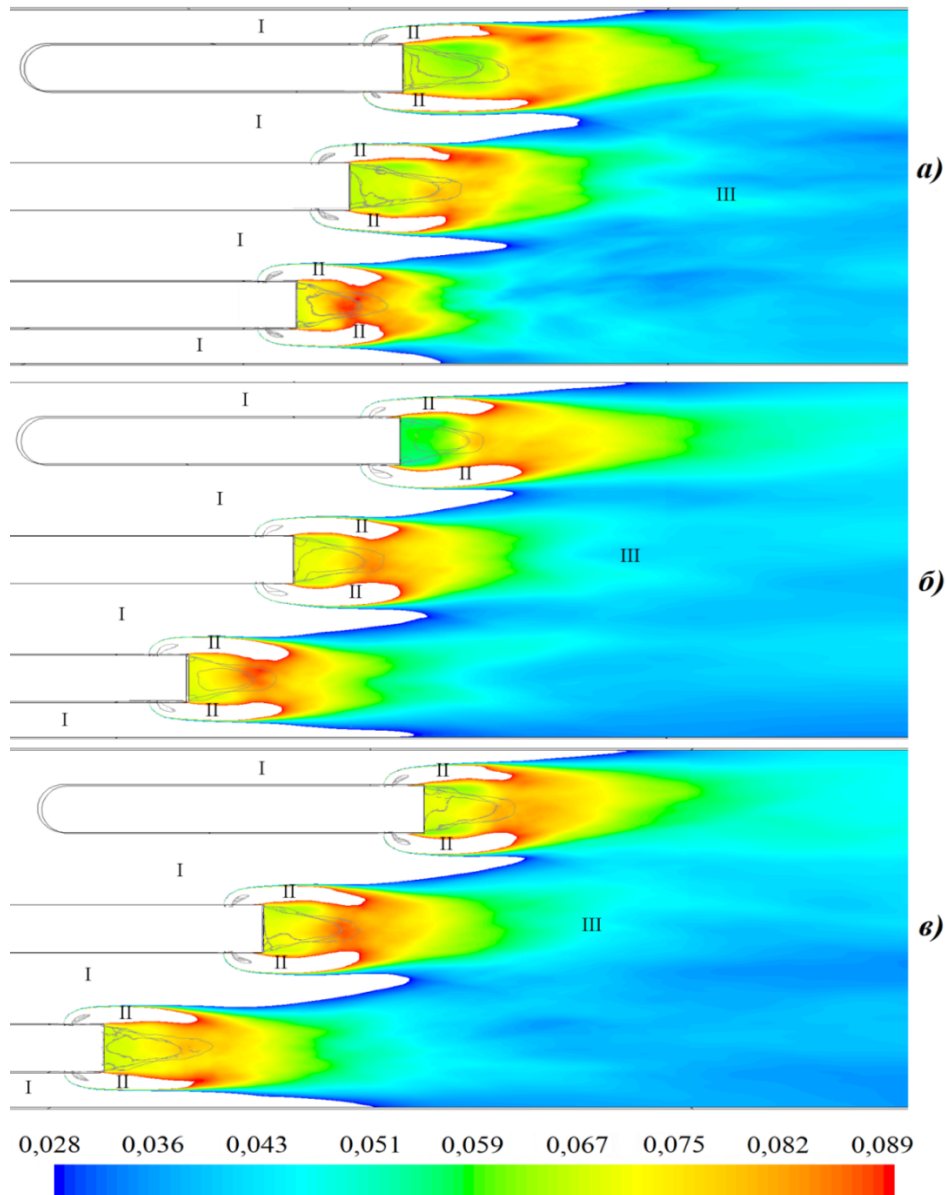


Рис. 2. Поля масової концентрації метану в перерізі, що проходить через центри газоподавальних отворів, при різних значеннях зміщення стабілізаторів один відносно одного по потоку:

а) $\bar{L}_{zm} = 1,0$; б) $\bar{L}_{zm} = 2,0$; в) $\bar{L}_{zm} = 3,0$

Як видно, для всіх значень \bar{L}_{zm} поля концентрацій метану подібні в якісному відношенні. Так, на деякому віддаленні від стабілізаторів найвищі рівні концентрацій метану спостерігаються за третім за потоком стабілізатором, а найнижчі – за першим, що пов'язано з великими витратами повітря в нижній частині решітки.

Щодо полів концентрацій метану безпосередньо за стабілізаторами в зонах зворотних токів, то вони дещо відрізняються при різних значеннях $\bar{L}_{зм}$. Так, при $\bar{L}_{зм}$ рівному 1,0 і 2,0 значення концентрацій метану в цих зонах послідовно зменшуються від першого до третього стабілізатора, а при $\bar{L}_{зм} = 3,0$ є найбільшими для центрального стабілізатора, дещо меншими для першого по потоку і найменшими для третього за течією стабілізатора. Зазначені особливості полів концентрацій пов'язані, значною мірою, з такими закономірностями течії палива та окиснювача. У ситуації, що розглядається, спостерігається перерозподіл витрат повітря в каналах стабілізаторної решітки, при якому більші витрати і, відповідно, більші середні значення швидкостей мають місце в нижній частині решітки. Це зумовлює меншу далекобійність струменів газу в цій зоні і, як наслідок, більш високу концентрацію метану за першим по потоку стабілізатором.

Зі зростанням $\bar{L}_{зм}$ все більш важливе значення набуває особливість течії, пов'язана з наявністю перетоків за стабілізаторами у напрямку від першого до другого та до третього стабілізатора. Зазначеними перетоками пояснюється підвищений вміст метану в зоні зворотних токів за центральним (другим) стабілізатором при $\bar{L}_{зм} = 3,0$.

Отже, в результаті проведених досліджень виявлено основні особливості впливу на процес сумішоутворення в ешелонованій решітці стабілізаторів величини кроку зміщення $\bar{L}_{зм}$ стабілізаторів полум'я один відносно одного.

Висновок. Результати виконаних досліджень показали, що крок зміщення стабілізаторів один відносно одного може суттєво впливати на характеристики сумішоутворення палива і окиснювача в стабілізаторних пальникових пристроях. Встановлено, що особливості полів концентрацій метану в зонах зворотних токів пов'язані з перерозподілом витрат повітря в каналах стабілізаторної решітки.

Література

1. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А. и др. Анализ влияния геометрической формы нишевой полости на аэродинамическое сопротивление канала *Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: материалы XXII межд. конф.* (Ялта, 8-12 июня 2012 г.). Киев, 2012. С. 148-150.
2. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Майсон Н.В. и др. Математическое моделирование взаимодействия вихревых структур в прямоугольной нише. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2014. Т. 3, № 8 (69). С. 40-44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.24895>.
3. Fialko N.M., Aleshko S.A., Rokitko K.V., Maletskaya O.E. et set. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. *Технологические системы.* 2018. 3(38). Р. 37-43. <https://doi.org/10.29010/084.3>.
4. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Прокопов В.Г., Полозенко Н.П. и др. Моделирование структуры течения в эшелонированных решетках стабилизаторов при варьировании шага их смещения. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2015. Т. 2, № 8(74). С. 29-34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39193>.
5. Fialko N.M., Prokopov V.G., Sherenkovskii Ju.V., Aleshko S.A. et set. 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.
6. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Альошко С.О. Аеродинаміка і сумішоутворення в пальниках з багаторядною струменевою системою паливоподачі. *Теплофізика та теплоенергетика.* 2023. № 2. С. 34-44. <https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2023.4>.

7. Н.М. Фиалко, В.Г. Прокопов, С.А. Алёшко, М.З. Абдулин и др. Компьютерное моделирование течения в микрофакельных горелочных устройствах с асимметричной подачей топлива. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2018. Т. 28, № 8. С. 117-121. <https://doi.org/10.15421/40280823>.

8. 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. Т. 41, № 4. С. 13-18. <https://doi.org/10.31472/tpe.4.2019.2>.

9. Фіалко Н.М., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Альошко С.О., Полозенко Н.П., Чехаровська М.І., Дашковська І.Л., Хміль Д.П., Кліщ А.В., Попружук І.О. Ефекти впливу номеру ряду струменевої подачі палива на характеристики течії і сумішоутворення в мікрофакельних пальникових пристроях. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2023. № 6(140). С. 65-70. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-6-8767>.

10. Фіалко Н.М., Меранова Н.О., Шеренковський Ю.В., Абдулін М.З. та ін. Моделювання процесів горіння в мікрофакельних пальниках з асиметричним паливорозподілом, НАН України, Інститут технічної теплофізики, НАН України. Київ, Миколаїв: СПД Румянцева Г.В., 2023. 212 с.

11. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О. та ін. Особливості аеродинаміки і змішування палива та окиснювача в пальниках з трирядною паливоподачею. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2023. № 10(144). С. 63-67. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-10-8968>.