

Сірий О.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кобилянська О.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СТАЛОСТІ ГОРІННЯ В СТАБІЛІЗАТОРНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ПРЯМОТОЧНИХ ПАЛЬНИКОВИХ СИСТЕМ

Сучасний світ стикається з невідкладною потребою в переході до більш екологічно чистих джерел енергії та палива. Забруднення повітря, зміна клімату та вичерпання природних ресурсів ставлять під питання стійкості нашої енергетичної системи та ресурсів майбутньої планети. В цьому контексті альтернативні гази стають невід'ємною частиною стратегії зменшення впливу на навколишнє середовище та забезпечення стійкого розвитку. Поступове залучення водневих технологій в енергетичну галузь виокремлює цей напрям як перспективний у переході до вуглецевонеїтрального виробництва. Важливим аспектом технічної реалізації впровадження водню в процеси технічного горіння залишаються питання забезпечення надійності експлуатації вогнетехнічних об'єктів (ВО) при частковій заміні основного палива воднем. З огляду на теплофізичні особливості водню та його високу реакційну здатність технічні аспекти забезпечення надійності стабілізації процесу горіння є першочерговими. Прямотокові пальники зі стабілізацією факелу на основі поганообтічних тіл розглядаються одним з перспективних напрямів розвитку промислового газопальникового устаткування. В роботі показано перспективність застосування у якості стабілізатора комбінованої схеми на основі поганообтічного тіла та газодинамічного струменевого екрану, яка реалізована у струменево-нішевій системі (СНС), що являється основним елементом однойменних промислових пальників. Представлено результати дослідження впливу основних геометричних параметрів СНС на сталість горіння газоподібного палива. Наведено експериментальні результати дослідження зривних меж («бідного» та «багатого» зриву полум'я) в залежності від конфігурації СНС. В роботі представлені експериментальні результати дослідження зривних меж при спалюванні суміші природного газу з воднем. Визначено, що спалювання суміші природного газу з воднем у відношенні 50/50 збільшує коефіцієнт регулювання СНС на 60% за рахунок розширення меж сталого горіння в області збіднених сумішей.

Ключові слова: струменево-нішевий стабілізатор полум'я, «бідний» та «багатий» зрив полум'я, стабілізація процесу горіння, параметри паливорозподілу, метано-воднева суміші.

Постановка проблеми. Останні тенденції в екологічному законодавстві, пов'язані зі скороченням викидів вуглекислого газу CO₂ та NO_x, є великим викликом для промислового сектора. Можна припустити, що конкурентоспроможність підприємств, які використовують викопне паливо, сильно залежатиме від здатності відповідати суворим екологічним нормам. Таким чином, необхідність скорочення викидів CO₂ та NO_x призвела до розробки різних технологічних рішень [1]. Одним з таких рішень є використання альтернативних видів палива. Станом на 2021 рік в Україні виробництво електроенергії відновлюваними джерелами становило 9%. Також основним залишається питання підвищення енергоефективності

паливоспалюючого обладнання в енергетиці та промисловості країни. Тут важливу роль грає підвищення енерго-екологічних характеристик застарілого парку вогнетехнічного обладнання (ВО), тобто проведення малозатратної модернізації. Це виконується шляхом: впровадження сучасних технологій спалювання; заміна тягло-дутьового обладнання на агрегати з частотним регулюванням; впровадження ефективних теплообмінників; застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів. В даному аспекті найбільш ефективною паливоспалюючою вітчизняною технологією, яка дозволяє надійно та ефективно працювати в широкому діапазоні робочих навантажень ВО є струменево-нішева технологія (СНТ) (рисунок 1) [2].

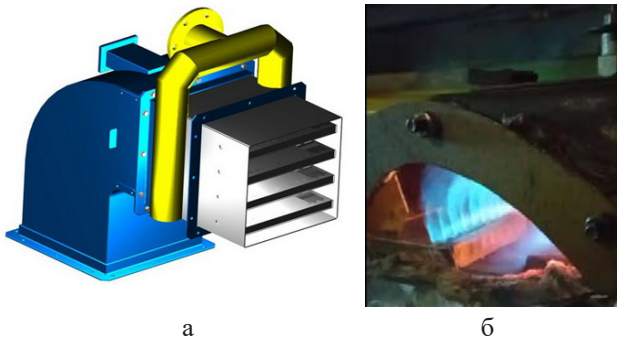


Рис. 1. Струменеві-нішева технологія спалювання палива: пальник (а), горіння суміші природного газу з воднем в СНС (б)

Поряд з проблемами, пов'язаними з необхідністю економії дефіцитних енергоресурсів, нагальними є вимоги стосовно розширення меж потужності пальникових пристроїв за рахунок зниження пускових тисків палива, що також дозволяє забезпечити високі енергетичні показники агрегату та його надійну експлуатацію з можливістю глибокого розвантаження під час пусків та регулювання потужності роботи ВО. Використання високореакційної домішки (водню) до основного палива розглядається також дієвим засобом впливу на сталість горіння суміші, особливо в зоні збіднених сумішей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практично всі відомі зараз види палива забруднюють навколишнє середовище. Водень, що отримується з води – є одним з найбільш енергонасичених носіїв енергії. Теплотворна здатність водню у 3 рази менша від теплотворної здатності природного газу і становить 10,8 МДж/м³. При цьому енергетична цінність водню 3,2 рази менше, ніж у природного газу. Також водень має високу «запалювальну» здатність та приблизно у 10 разів більшу швидкість розповсюдження полум'я, ніж природний газ. Горючі концентрації воднево-повітряних сумішей знаходяться у межах 4–80%. Ці особливості потрібно враховувати у розрахунках пальникових пристроїв у разі повного або часткового заміщення природного газу воднем [3].

Країни ЄС, США, Канада, Японія, Китай вже понад 30 років освоюють безмежний потенціал водневої енергії. Існують різні способи використання водню – світова практика показує позитивні результати при додаванні 5–10% водню до природного газу, що транспортується трубопроводним транспортом, і застосування водневих технологій для акумуляції та передачі «зеленої» енергії, виробництва металургійної, хімічної продукції, а також у транспортному секторі [4].

Результати раніше проведених досліджень показали, що нормальна швидкість розповсю-

дження полум'я U_n суміші водень-повітря лежить у діапазоні від 260 до 350 см/с. Нагадаємо, що для метану $U_n = 36$ см/с. Різниця в швидкості згорання метану і водню пов'язана з різницею в концентрації і кінетиці утворення радикалів Н, О, ОН, які визначають хід процесу [5].

В роботі [6] авторами виконано експериментальні дослідження характеристики згорання суміші водню та природного газу. Так, домішки водню змінювались від 0% до 50% у паливній суміші. Результати показали, що додавання водню до природного газу покращує стійкість полум'я та зменшує довжину факелу. При цьому значення температур по осі збільшуються, але це не впливає на викиди NO та CO. Однак показано, що концентрація викидів CO₂ зменшується на 30%.

Слід зазначити, що дослідження впливу домішки водню до різних традиційних та альтернативних палив залишаються актуальними і сьогодні.

Що стосується ефективності організації робочого процесу, необхідно враховувати такі характеристики: достатньо висока температура займання палива; в технологічному процесі ВО потоки повітря і палива подаються в топковий простір зі швидкостями, що досягають десятки, а часом і сотні метрів в секунду; робоча суміш повинна включати необхідну концентрацію палива в загальному об'ємі компонентів реакції (5–15% для природного газу) задля забезпечення стійкого горіння; кількість теплоти, яка виділяється в процесі реакції повинна перевищувати кількість відведеного тепла.

Для запобігання «зриву» полум'я необхідно забезпечити безперервне займання горючої суміші у фіксованих областях топкового простору. Аналіз робіт, дозволяє виділити кілька способів стабілізації фронту полум'я:

1. стабілізація за рахунок підведення енергії від зовнішнього джерела постійної дії, досягається за допомогою так званого чергового факела;
2. стабілізація за рахунок підведення енергії із зони горіння, досягається за допомогою зони зворотних струмів високонагрітих продуктів згорання, яка виникає при закрученні потоку за системою погано обтічних тіл різної геометричної форми або при гідродинамічній взаємодії течій і т. д.

Так, ефективність процесу стабілізації полум'я оцінюється рядом критеріїв: діапазон стабілізації за швидкістю потоку і коефіцієнту надлишку повітря; надійність запуску ВО з даним типом стабілізатора; ресурс пристрою стабілізації; гідравлічний опір; вплив процесу сумішоутворення на повноту згорання, протяжність зони горіння;

витрати енергії від зовнішніх джерел; простота і відносна дешевизна конструкції

Поганообтічні стабілізатори полум'я знайшли своє використання у камерах згоряння газотурбінних установок. У цьому випадку зона відриву знаходиться з підвітряної сторони погано обтічного тіла. Всередині ЗЗС розміщена вихорова структура, що при обертанні створює умови для процесу масообміну з активним потоком повітря, що набігає. Межами цієї області є лінія, що обмежує циркулюючий потік з постійним масообміном. При цьому циркуляційна течія ЗЗС нестационарна. При невеликих значеннях числа Рейнольдса спостерігається періодичний відрив великих вихорів, що призводить до зміни розміру циркуляційної зони. При збільшенні чисел Рейнольдсу, течія набуває квазістационарного характеру за рахунок зменшення числа відриву вихорів ЗЗС. Експериментальні дослідження показали, що в середньому розмір зони циркуляції за погано обтічним стабілізатором в 2...2,5 рази більший за його поперечний розмір в ізотермічних умовах і збільшується при горінні [7–8].

Область стабілізації факелу в основному залежить від наступних параметрів: швидкості основного потоку, форми та розміру стабілізатору, тиску та температури потоку, інтенсивності турбулентності, якості та типу палива. Аналізуючи ці дані, слід зазначити, що найбільш широкі межі стабілізації мають тіла з найбільшим лобовим опором потокові повітря, що набігає [8].

Подібні стабілізатори полум'я мають певні недоліки. Один із головних недоліків – підвищений опір потоку газу, а також неможливість ефективно регулювати процес згоряння при зміні потужності газотурбінної установки через автономність циркуляційної течії біля стабілізатора. Також слід зазначити неможливість застосування такої конструкції в умовах обладнання, працюючого при α близьких до одиниці.

Ефективним методом стабілізації полум'я є використання перпендикулярної системи струменів разом з нішевою порожниною. Цей підхід має декілька переваг в порівнянні зі стабілізацією погано обтічними тілами. По-перше, він дозволяє плавно регулювати фізичні розміри так званого «струменевого екрану». По-друге – автономністю процесів сумішоутворення в ЗЗС, що виникає в затіненій зоні екрану і зони циркуляції в ніші на пускових режимах. Таким чином, використання такої системи є набагато більш ефективним способом стабілізації полум'я порівняно з іншими методами. Цей підхід також дозволяє

регулювати процес у більш широкому діапазоні теплових навантажень [9].

Тому, однією з перспективних задач стосовно пальників СНТ є вдосконалення геометричних характеристик СНС для забезпечення мінімізації тиску пального на пускових витратах пальника, а також встановлення впливових факторів на коефіцієнт робочого регулювання системи, з ціллю розробки рекомендацій щодо конструктивних схем пальників відповідно до використовуюваного газоподібного палива.

Метою роботи є дослідження режимів стабілізації полум'я при зміні режимних та геометричних параметрів системи стабілізації та дослідження впливу додавання високореакційного палива (водню) до основного з ціллю дослідження сталості горіння в зоні збідненої пальної суміші. Обробка результатів вимірювання з ціллю подальшої оцінки впливу на роботу пальників на базі СНС.

Виклад основного матеріалу дослідження
Дослідження впливу геометричних та режимних факторів

Схема стабілізації факелу в досліджуваній системі наведена на рис. 2.

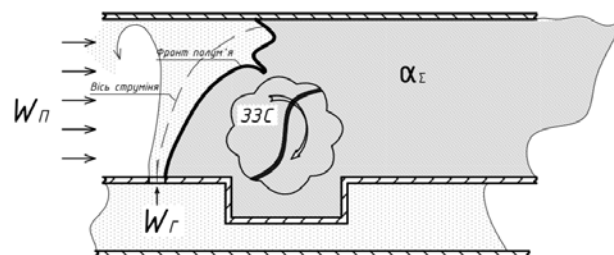


Рис. 2. Схема процесу стабілізації полум'я в СНС, W_p – швидкість повітря та палива відповідно, м/с

На основі результатів експерименту спостерігається розширення діапазону сталого горіння в СНС при збільшенні діаметру одного струменя. В цьому контексті значення коефіцієнта α суттєво відрізняються від стехіометричних, оскільки значна кількість повітря проходить транзитом у каналі не приймаючи участь у процесі горіння. В таких дослідницьких умовах максимум характеристики горіння відхиляється від стехіометрії в бік збідненої суміші та незначно зміщується при зменшенні діаметру газового сопла. Слід зазначити, що при збільшенні діаметру спостерігається розширення діапазону сталого горіння (що відображається збільшенням площі під кривими запалення та згасання). Це може бути пояснено збільшенням фізичного розміру зони циркуляції в затіненій частині струменя (рис. 3).

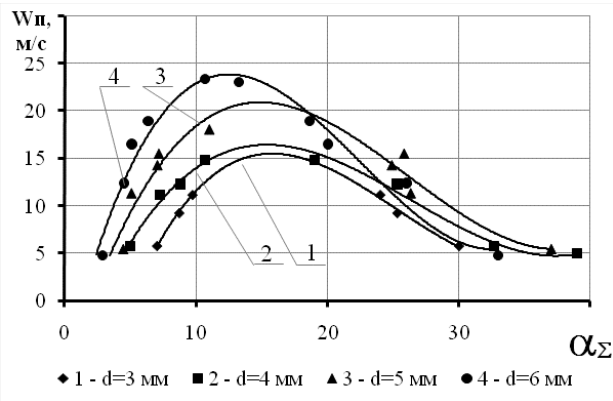


Рис. 3. Зривні характеристики одиночного газового пропан-бутанового струменя різного діаметру в умовах СНС з параметрами $L/H=40/10$, $L_1=10$ мм, висота повітряного каналу $H_k=72$ мм, α_Σ – сумарний коефіцієнт надлишку повітря у системі

Очевидно, що поодинокий струмінь не дозволяє ефективно стабілізувати полум'я і межа багатого зриву по коефіцієнту надлишку повітря становить значення 3–5 в умовах горіння пропану. На рис. 4 приведені експериментальні результати по стабілізаційним якостям СНС при переході від поодинокого струменя до системи струмин палива. Необхідно врахувати особливості взаємного впливу струмин в системі, які в загальному випадку визначаються відносним кроком розташування. Зменшення відносного кроку розташування до значень менше 2,0 призводить до з'єднання пограничних шарів окремих струменів і система наближається по характеристикам до суцільного щільного струменя. З іншого боку, збільшення відносного кроку розташування до значень 6,0 і більше призводить до мінімізації взаємодії струменів, і вони індивідуально розвиваються в потоці окисника [9].

В роботі [10] отримано рекомендації стосовно найбільш прийняттого кроку розміщення струменів палива при спалюванні природного газу. Отже, фізично картина розвитку перпендикулярних струменів в набігаючому потоці окисника з точки зору їх далекобійності при варіюванні кроку розташування при постійних значеннях швидкостей палива і окисника буде поводити себе наступним чином: при зменшенні кроку далекобійність системи буде зменшуватись, а при збільшенні, відповідно, збільшуватись.

Слід зазначити той факт, що при виборі параметру кроку розташування отворів слід врахувати стехіометричні характеристики палива. Робочий діапазон відносних кроків для СНС (відносний крок S/d , де S – крок між отворами, мм;

d – діаметр отворів газоподачі, мм) становить 2,0...5,5.

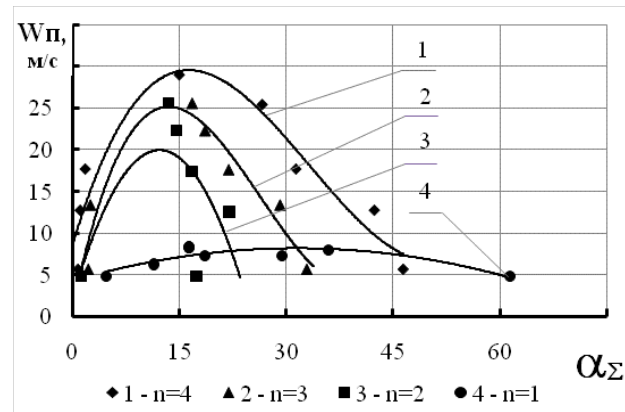


Рис. 4. Зривні характеристики СНС при переході від одиночного струменя ($m=1$) до системи струмин з параметрами $L/H=40/10$, $L_1=10$ мм, висота повітряного каналу $H_k=72$ мм, $d=2$ мм, $S=4,6$

Дослідження впливу вмісту водню на межі стабілізації факела в СНС

В роботі проведено дослідження спалювання природного газу та природного газу з домішкою водню в об'ємному співвідношенні 50% на 50%. На рис. 5 показано відкритий факел при спалюванні суміші газів з різним вмістом водню в пальниковому пристрої конструкції СНТ потужністю 35 кВт. З рисунку видно, що додавання водню скорочує довжину факела. Звертає на себе увагу зміна його конфігурації, що пояснюється інтенсифікацією процесу горіння. Така картина зумовлює зміну гідродинаміки потоку реагуючої суміші і на режимах підвищеного коефіцієнту надлишку повітря ($\alpha > 2,5$) призводить до розмикання суцільного факела на два окремих майже не взаємодіючих між собою факела. Зазначений режим спостерігається для сумішного палива, у той час як для природного газу така картина не характерна, оскільки стабілізація процесу горіння вимагає наявності зони зворотних струменів, що знаходиться за зривною кромкою стабілізатора пальника.

Для теоретичного опису процесу стабілізації полум'я в системі при бідному зриві (який визначається фізичною нестачею пального в об'ємі окисника для забезпечення процесу горіння) було прийнято допущення, що течія в зоні стабілізації є стаціонарною, а суміш палива, яка потрапляє в нішу за рахунок ежекції, згоряє там повністю тоді кількість тепла від продуктів згоряння можна визначити наступним чином:

$$Q_{\text{сум}} = Q_n^p \cdot G_r = Q_n^p \frac{G_n}{\alpha_\Sigma \cdot L_o}, \quad (1)$$

де: Q_n^p – нижча теплота спалювання палива, кДж/(м³); G_r – витрата палива, м³/с; α_Σ – сумарний

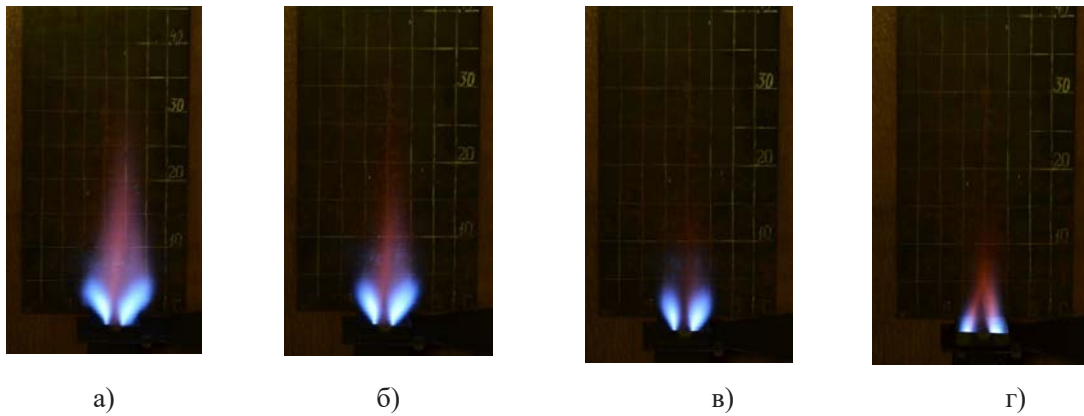


Рис. 5. Фотографії відкритого факелу в пальнику СНТ при спалюванні суміші природного газу з воднем, теплова потужність 10 кВт: а – природний газ, б – 25% водню; в – 50% водню, г – 75% водню

коефіцієнт надлишку повітря системи; L_0 – стехіометричний коефіцієнт.

Будемо вважати, що все паливо на мінімальних витратах потрапляє в нішу, тому витрату суміші в ЗЗС запишемо наступним чином:

$$G_{\text{сумЗЗС}} = G_{\text{П}} \cdot n + G_{\text{Г}}, \quad (2)$$

де: $G_{\text{П}}$ – витрата повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; $G_{\text{Г}}$ – витрата палива, $\text{м}^3/\text{с}$; α_{Σ} – сумарний коефіцієнт надлишку повітря системи; n – коефіцієнт масообміну.

Враховуючи основні теплові умови в системі: кількість підведеного тепла має бути достатньою для підігріву свіжої паливо повітряної суміші до температури займання в потоці (позначимо її T_3), витрату теплоти можна записати:

$$Q_{\text{ЗЗС}} = G_{\text{сумЗЗС}} \cdot c_p \cdot (T_3 - T_{\text{сум}}), \quad (3)$$

де: $G_{\text{сумЗЗС}}$ – витрата суміші в ЗЗС, $\text{м}^3/\text{с}$; c_p – середня ізобарна теплоємність, $\text{Дж}/\text{м}^3\text{К}$; T_3 – температура займання в потоці, К ; $T_{\text{сум}}$ – температура паливо повітряної суміші, К .

Беручи до уваги всі вище зазначені припущення, отримаємо вираз для теплового балансу СНС в наступному вигляді:

$$Q_{\text{П}}^p \cdot G_{\text{Г}} = G_{\text{П}} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{\text{ЗЗС}}} + n \right) \cdot c_p \cdot (T_3 - T_{\text{сум}}) \quad (4)$$

Коефіцієнт надлишку повітря в ЗЗС на режимі зриву полум'я розраховувався за формулою [10]:

$$\alpha_{\Sigma}^{\text{зриву}} = (x+n)^k \cdot \frac{W_0}{\left(\frac{1}{\alpha_{\text{ЗЗС}}} + L_0 \cdot n \right) \cdot c_p \cdot (T_3 - T_{\text{сум}})} - \frac{(W_{\text{П}})^m}{(100 - W_{\text{П}})^z} \quad (5)$$

На рис. 6 представлено характеристики, що описують залежність щодо визначення меж бідного зриву полум'я в умовах СНС.

Як видно, швидкість потоку повітря, що навігає, має значний вплив на межі зриву, так її збільшення звужує діапазон сталого горіння палива.

При цьому, додавання водню до основного палива значно розширює межі сталого горіння в зоні збіднених сумішей.

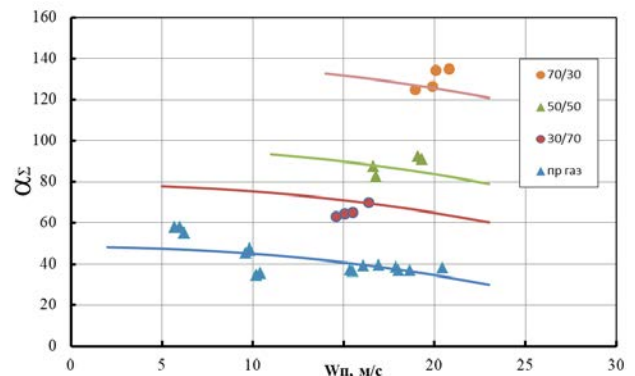


Рис. 6. Межі бідного зриву факелу в СНС при спалюванні природного газу (а) в суміші з воднем (б, в, г), $S/d=3.45$, $d=3.0$ мм, $h_{\text{к}}=85$ мм

Коефіцієнт регулювання системи визначається відношенням номінальної теплової потужності пальника до її мінімальної робочої теплової потужності. Цей коефіцієнт важливий для налаштування та оптимізації роботи автоматичних систем регулювання, так як він вказує, наскільки ефективно система реагує на зміни в параметрах. Отже, отримані результати показали, що коефіцієнт регулювання стабілізатора в діапазоні проведених досліджень збільшується на 60% і становить $K=8,3$.

Висновки. В роботі проведено огляд найпоширеніших методів стабілізації полум'я в промислових газопальниках. Наведено переваги та недоліки цих методів. Особлива увага була приділена огляду конструктивних схем пальників, що складаються зі стабілізаторів у вигляді поганообтічних тіл та схем із закруткою потоків окисника та палива. Приведено переваги застосування газодинамічної схеми стабілізації полум'я, яка працює на основі взаємодії течії ближнього сліду за

поганообтічними тілами та системи перпендикулярних струменів палива і реалізована в СНС.

Встановлена залежність геометричних характеристик системи паливорозподілу СНС на межі сталого горіння. Визначено, що:

1. Поодинокий струмінь при збільшенні його діаметру в умовах СНС здатний стабілізувати полум'я, але в при цьому зона сталого горіння зміщена в сторону збіднених сумішей, що не задовольняє вимогам реального ВО, яке працює в діапазонах близьких до стехіометричного складу паливних сумішей;

2. Перехід від поодинокого струменю до системи струмин дозволяє розширити робочий діа-

пазон СНС і максимально наближує область сталого горіння до області стехіометричних сумішей ($\alpha \rightarrow 1,0$); близькою за можливостями регулювання робочих навантажень розглядається система, що складається з 4-ох і більше струменів палива.

Експериментальні дослідження сталості горіння в СНС сумішей природного газу з воднем показали зсув межі бідного зриву в сторону розширення діапазону сталого горіння. При цьому, розширення діапазону по коефіцієнту надлишку повітря становить 35% для 30% суміші по водню, і 64% для 70% суміші по водню. Коефіцієнт регулювання стабілізатора збільшується на 60% і становить $K=8,3$ для 50% суміші.

Список літератури:

1. Marcin Dutka, Mario Ditaranto, Terese Lovas Application of a Central Composite Design for the Study of NOx Emission Performance of a Low NOx Burner, *Energies*, 2015, 8(5), 3606-3627 pp.
2. Сірий О.А., Кобылянська О. О. CFD-модельовання процесу спалювання суміші метан-водень в струменево-нішевому стабілізаторі полум'я. *XVIII Міжнародна науково-практична конференція. Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку.* – Київ, 2022. – С. 182-187.
3. Кривенцов О.О., Сірий О.А. Особливості горіння метано-водневих сумішей у камерах згорання ГТД. *Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: праці XIX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів (Київ, 20–23 квітня 2021 р.)*, Київ, 2021р.
4. Ніжник Н.А., Сігал О.І. Перспективи використання водню у промислових процесах спалювання, *The VI th International scientific and practical conference «About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them» (October 26-30, 2020). Milan, Italy, 2020. 536-538 pp.*
5. Hermans. R.T.E., 2007. Laminar Burning Velocities of Methane-Hydrogen-Air Mixtures, Doctoral Thesis Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands.
6. Kashir B, Tabejamaat S. A numerical study on the effects of H2 addition in non-premixed turbulent combustion of C₃H₈-H₂-N₂ mixture using a steady flamelet approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 38, Issue 23, 6 August 2013, 9918-9927.
7. Абдулін М. З., Сірий О.А. Дослідження сталості процесу горіння у струменево-нішевій системі спалювання палива. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, 2018. – Том 29 (68), № 1(2). – С. 55-60.
8. Абдулін М. З., Фіалко Н. М., Шеренковський Ю. В., Мєранова Н. О., Бутовський Л. С., Юрчук В. Л., Іваненко Г. В., Кліщ А. В., Тимошенко О.Б. Структура течії у системі турбулізатор – нішова порожнина. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т.27, № 3. С. 131-135.
9. Абдулін М.З., Сірий О.А. Принципи організації робочого процесу камер згорання. *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. 2014. № 35. С. 22–25.
10. Сірий О.А. Вплив параметрів струменево-нішевої системи на робочий процес паливних пристроїв. дис. ... канд. техн. наук : 05.14.14 / НТУУ „КПІ”. Київ, 2016. 199 с.

Siryi O.A., Kobylianska O.O. WAYS OF IMPROVING STABILITY OF COMBUSTION IN STABILIZER ELEMENTS OF DIRECT FLOW BURNER SYSTEMS

The modern world is faced with an urgent need to transition to more ecologically clean sources of energy and fuel. Air pollution, climate change and the depletion of natural resources call into question the sustainability of our energy system and the resources of the future planet. In this context, alternative gases become an integral part of the strategy of reducing the impact on the environment and ensuring sustainable development. The gradual involvement of hydrogen technologies in the energy sector singles out this direction as promising in the transition to carbon-neutral production. An important aspect of the technical implementation of the introduction of hydrogen into technical combustion processes remains the issue of ensuring the reliability of the operation of fire-engineering facilities when the main fuel is partially replaced by hydrogen. Given the thermophysical characteristics of hydrogen and its high reactivity, the technical aspects of ensuring the reliability of stabilization of the combustion process are of primary importance. Direct current burners with flame stabilization based on poorly flowing bodies are considered one of the promising directions for the development of industrial gas burner equipment. The work shows the prospects of using as a stabilizer a combined scheme based on a poor flow body and a gas-dynamic jet screen, which is implemented in a jet-niche system (JNS), which is the main element of industrial burners of the same name. The results of the study of the influence of the main geometric parameters of the JNS on the stability of combustion of gaseous fuel are presented. The experimental results of the study of the failure limits ("poor" and "rich" flame failure) depending on the JNS configuration are presented. The paper presents the experimental results of the study of the breakdown limits during the combustion of a mixture of natural gas and hydrogen. It was determined that the combustion of a mixture of natural gas and hydrogen in a ratio of 50/50 increases the JNS regulation coefficient by 60% due to the expansion of the limits of sustainable combustion in the area of lean mixtures.

Key words: jet-niche flame stabilizer; "poor" and "rich" flame failure, stabilization of the combustion process, fuel distribution parameters, methane-hydrogen mixture.