

ВЛИЯНИЕ НА РЕЖИМНИТЕ И КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ НА ВИХРОВА ГАЗОВА ГОРЕЛКА ВЪРХУ ОСНОВНИТЕ РАЗМЕРИ И ФОРМАТА НА ПЛОСЪК ИНЖЕКТИРАН ФАКЕЛ

Петър КОСТОВ, Невен КРЪСТЕВ, Иван ДИМИТРОВ

Технически Университет – София, Факултет и Колеж – Сливен,
гр. Сливен, бул. “Бургаско шосе” №59,
e-mail: pstkostov@mail.bg, nkrystev@yahoo.com, ivangd_83@abv.bg

Резюме

Настоящата разработка включва изследване на ефекта на получаване на газова инжекционна плоско-пламъчен факел от правоточен газова инжекционна факел.

Целта на изследването е проучване на влиянието на конструкцията на горелката върху формата на факела и горивния процес. Проведени са натурни експерименти и са получени чрез пряко фотографиране, реални профили на радиални газови струи.

Ключови думи

Инжекционна факел, горене, завъртян газова факел, радиална струя.

Въведение

В литературните източници и научните журнали информацията за газова плоско-пламъчна горелка е оскъдна, като се засягат предимно основните конструкции на този тип горелки и се споменават техните предимства и употребата им.

Характерното за плоскопламъчните горелки е създаване на радиална струя, която се развива в равнина перпендикулярна на оста им върху огнеупорна повърхност.

Плосък инжектиран факел, в познати от практиката конструкции, се получава като на изхода на подавания поток се поставя отражател с особена форма, с роля на трудно обтекаемо тяло или прилагането на специална конструкция на завъртащ апарат, който придава въртеливо движение на инжектирания газова поток.

Завъртените струи намират широко техническо приложение, особено в горивната практика. При това завъртането на струята е средство за управление на основните характеристики на горящия факел, както и за ефективно и не застрашаващо околната среда пълно изгаряне на горивото.

В сравнение с незавъртения факел завъртения има редица преимущества - наличие на циркуляционни зони, които повишават стабилността на факела, повишена инжекционна способност и интензивен турбулентен обмен.

Положителните качества на завъртяната струя се дължат на нейната аеродинамика. Изследването на нейните особености и отчитането им при създаване на нови и усъвършенстването на съществуващите методи за инженерно проектиране е основа за създаване на ефективни горивни устройства.

Формулиране на проблема

Цел на настоящата работа е експериментално да се демонстрира влиянието на режимните и конструктивни параметри на газова инжекционна горелка върху размера и формата на факела и изследват етапите на неговото развитие.

Същинска част

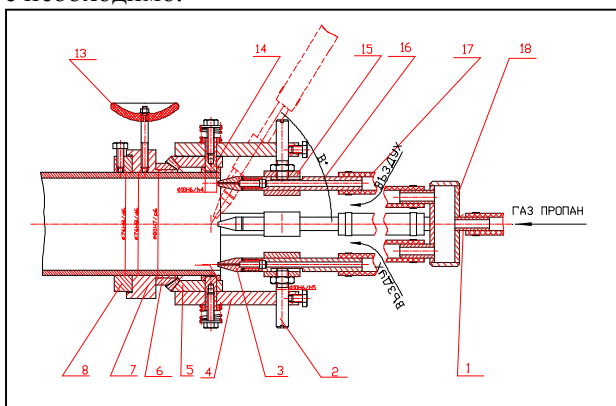
От направения литературен обзор е видно, че промяната на степента на въртене влияе осезаемо върху един от основните параметри - ъгъла на разширяване на свободната струя. В настоящата разработка е направен опит да се покаже това влияние чрез натурен експеримент.

В проведените експерименти в лабораторията по „Горивна техника и технологии“ на ИПФ – Сливен, за изследване на плосък инжектиран факел е приложена специална конструкция завъртащ апарат, който придава въртеливо движение на инжектирания газова поток.

На фиг.1 е показана конструкцията на завъртащия механизъм с помощта на система от дюзи през които изтича газавото гориво. Конструкци-

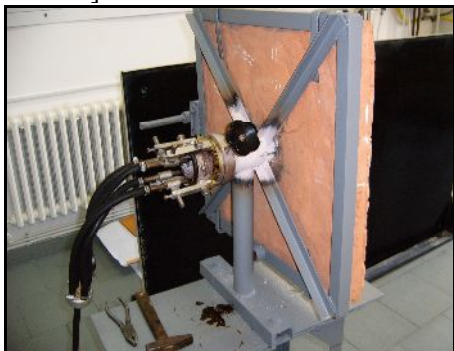
ята на дюзите е с възможност за промяна на пространственото си положение спрямо надлъжната ос на горелката.

Горивото постъпва от бутилки за втечен газ, под високо налягане в газов колектор (18). Посредством газови тръби (16), газът достига до четирите дюзи (3) на горелката. Чрез ръкохватката (13) и конусен зъбен механизъм, може да се реализира безстепенно изменение на ъгъла на наклон на дюзите β , спрямо централната ос на горелката. По този начин се променя степента на завъртане на газовия факел. Горелката позволява при определен ъгъл на наклон на дюзите β , завъртяното течение да премине в радиална струя. При схемата на фигура 1 активни струи са газовете и принудително подаване на въздух не е необходимо.

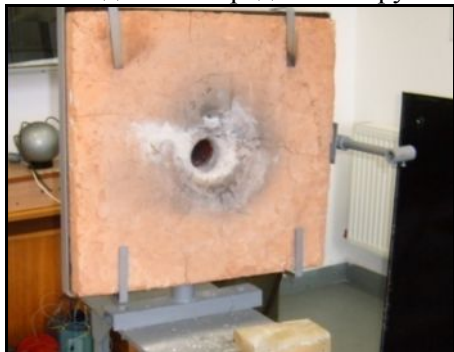


Фиг. 1. Завъртащ механизъм на експерименталната уредба.

Използвана е лабораторната инсталация – фигура 2, описана подробно в [Костов П., Н. Кръстев 2004].



Фиг. 2 А. Експериментална уредба с възможност за създаване на радиална струя.



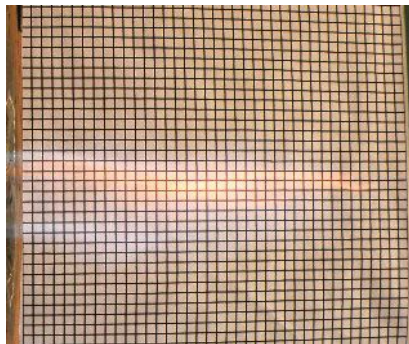
Фиг. 2 Б. Експериментална уредба с възможност за създаване на радиална струя.

На фигурите по-долу са представени материалите от получените в резултат на експериментите профили на горящ инжектиран газов факел при различни положения на дюзите.

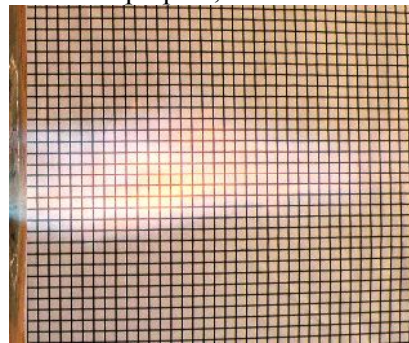
Снимките на горящия факел дадени на фигури 3 са получени чрез пряко фотографиране с подходяща експозиция на фона на бяло-черна мрежа с разстояние между нишките 12 mm.

На фиг.3.А и фиг.3.Б, дюзите са разположени на ъгъл $\beta = 0^\circ$ спрямо оста на горелката и входно налягане на газовия поток при $p = 1,8 \text{ bar}$ и $p = 2,2 \text{ bar}$.

Топлинното натоварване на инжекционната вихрова горелка, съответства на разход на гориво - $V_r = 1,8-2,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Опитите са реализирани при номинален режим и понижен, но близък до номиналния.

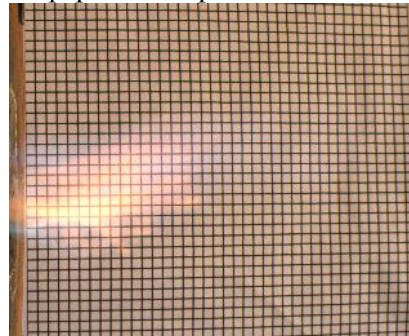


Фиг. 3.А Профили на правоточна струя при $p = 1,8 \text{ bar}$.

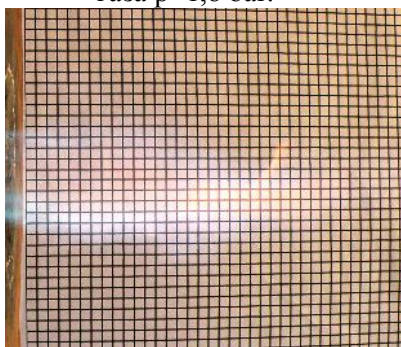


Фиг. 3.Б Профили на правоточна струя при $p = 2,2 \text{ bar}$.

На следващите фигури личи влиянието на променящия се ъгъл на газовите дюзи върху размерите и формата на факела.

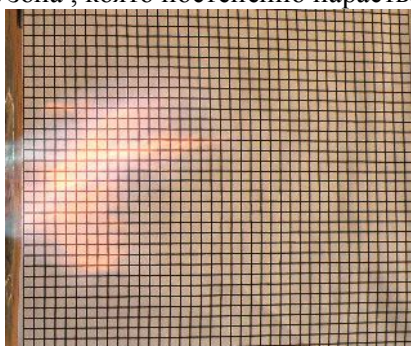


Фиг. 4.А. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=15^\circ$ и входно налягане на газа $p=1,8 \text{ bar}$.

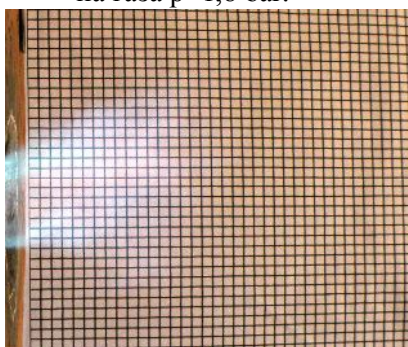


Фиг. 4.Б. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=15^\circ$ и входно налягане на газа $p=2,2 \text{ bar}$.

От фигура 4, нататък се появява осева циркулационна зона, която постепенно нараства.



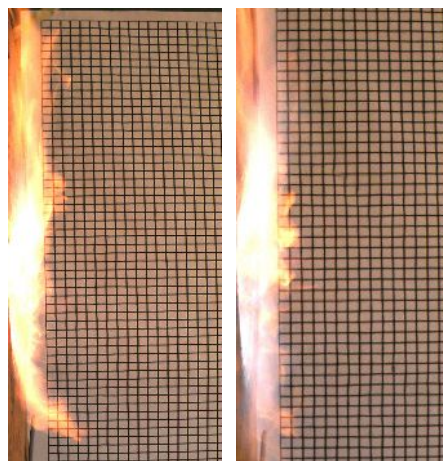
Фиг. 5.А. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=30^\circ$ и входно налягане на газа $p=1,8 \text{ bar}$.



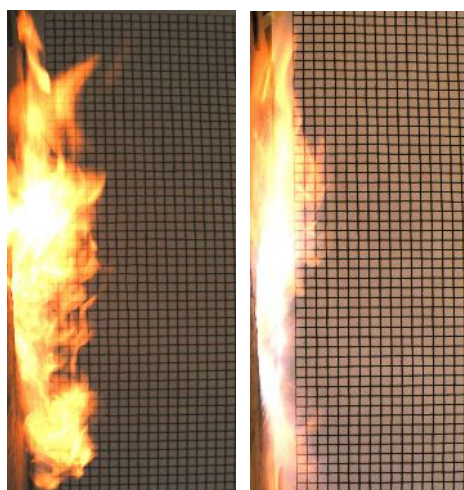
Фиг. 5.Б. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=30^\circ$ и входно налягане на газа $p=2,2 \text{ bar}$.

От фигурите добре се вижда как с изменение ъгъла на дюзите постепенно дължината му намалява, а се увеличават напречните му размери. При ъгъл $\beta=45^\circ$ факела става радиален.

На фигури 6 А и 6 Б е показано сформирането на радиална струя, която се разстила по челната повърхност на огнеупорната плоча.



Фиг. 6. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=45^\circ$ и входно налягане на газа: А) $p=1,8 \text{ bar}$ и Б) $p=2,2 \text{ bar}$.

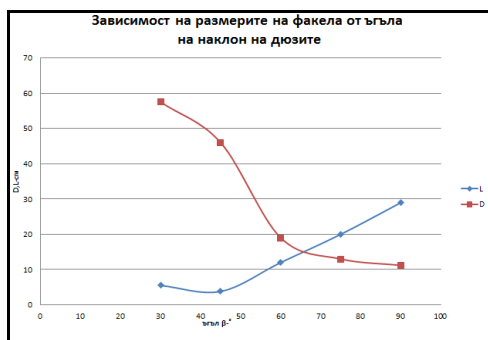


Фиг. 7. Форма на инжектиран факел при ъгъл на дюзите $\beta=60^\circ$ и входно налягане на газа: А) $p=1,8 \text{ bar}$ и Б) $p=2,2 \text{ bar}$.

От демонстрираните снимки се вижда влиянието на конструктивните и режимните параметри върху формата на инжекционен газов факел както и възможността да бъде реализиран ефект на Коанд при неизотермични условия на инжекционен принцип.

Основен конструктивен параметър, чрез който се влияе на формата на факела е степента на завъртане на газовия факел, определена чрез ъгъла на наклон на дюзите β .

На фигура 8 е показано изменението на дължината и диаметъра на факела при различни ъгли на наклон на дюзите. От фигурата се вижда чувствителното влияние на степента на въртене върху основните размери на факела.



Фиг. 8. Зависимост на размерите на факела от ъгъла на наклона на дюзите.

За определяне на степента на въртене, най-широко разпространение е получило отношението [Антонов И.] [Атанасов К.]:

$$s = \frac{M}{K.R} \quad (1)$$

където: M - момент на количеството на движение на струята;
 K - количеството на движение на струята;
 R - радиус на цилиндричния канал.

Според [Гупта А.], за определяне на степента на въртене може да се използва и отношението на тангенциалната към аксиалната скорост. В този случай степента на въртене се дефинира като:

$$s = \frac{u_{ym}}{u_{xm}}, \quad (2)$$

като u_{ym} и u_{xm} представляват съответните максимални стойности на тангенциалната и осева компоненти на скоростта.

В [Кръстев Н.], са представени и количествени данни за влиянието на степента на въртене на факела върху емисиите вредни газове.

Това допълнително обогатява общата картина за влиянието на кинематичния параметър върху процеса на горене.

Изводи.

1. Проведените начални експерименти по изследване влиянието на ъгъла на дюзите β , който е конструктивни параметър, върху основните размери и формата на плоския инжектиран факел дават основание да се смята, че с подобна конструкция успешно може да се реализира горелка която да покрива голям диапазон от степените на въртене.
2. От експериментите става ясно, че степента на въртене и дебита на газ, които е режимен параметър позволяват да се въздейства върху геометрията на плосък факел, което може да се използва във практиката.

Литература

- Антонов, Ив. А. Изследване на завъртени турбулентни струи, Автореферат на кандидатска дисертация. С., 1976.
- Ахмедов Р. Б. и др. Аэродинамика закрученной струи. М., Энергия, 1977.
- Ахмедов Р. Б. Дутьевые газогорелачные устройства. М., Недра, 1970.
- Атанасов К.Т., Числено изследване изгарянето на газово гориво в завъртяна турбулентна струя. Автореферат на дисертация за получаване на ОНС „Доктор“, Сливен, 2001.
- Гупта, А., Д. Лилли, Н. Сайред. Закручение потоки. М., Мир, 1987.
- Кръстев Н. Й., Влияние на режимните и конструктивни параметри на горивното устройство върху образуването на азотни оксиди при изгаряне на газово гориво. Автореферат на дисертация за получаване на ОНС „Доктор“, Сливен, 2006.
- Костов П., Н. Кръстев, Експериментална уредба за изследване на емисии от азотни оксиди образувани при изгаряне на инжектирани ограничени завъртяни газови струи. Сборник доклади “Наука, техника технологии и образование” Ямбол, 2004г
- Trinks W., Industrial Furnaces, N.-Y., U11, 2005.

INFLUENCE OF SOME REGIME AND CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF SWIRLING BURNING DEVICE ON MAIN SHAPE AND DIMENSIONS OF FLAT INJECTION FLAME

P. Kostov, N. Krystev, I. Dimitrov

Resume

This paper includes a study of the effect of obtaining a gas injection flat-flame torch from the single linear flame. The aim of the study is exploring the impact of burning design on the flame shape and combustion. Some experiments were conducted in laboratory conditions. Real radial profiles of gas jets are obtained by direct photography.

Key words:

Injection torch, burning, swirling gas torch, radial jet.