

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНЖЕКЦИОННА ГАЗОВА РАДИАЛНА СТРУЯ В ГОРИВНАТА ПРАКТИКА

Петър КОСТОВ, Невен КРЪСТЕВ, Иван ДИМИТРОВ

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

Резюме

В настоящата работа са представени резултати целящи демонстрация на възможността да бъде създадена радиална струя при неизотермични условия, с енергоносител – газово гориво. Проведени са експерименти в лабораторни условия и са получени реални профили на радиални газови струи.

Ключови думи

Радиална струя, горене, завъртян газов факел.

Въведение

В горивната практика намират широко разпространение плоскопламъчните горелки поради повишената интензивност на топлообмен и равномерност на нагриване.

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

Подобна аеродинамична картина е свързана и с нарастване на конвективния топлообмен от продуктите на горене към огнеупорната повърхност на пещта. Тя се загрява и се превръща в източник на равномерно излъчван лъчист поток към нагриваемите изделия.

Съществен момент от работата на плоскопламъчната горелка е, че лъчистият поток насочен към нагриваните изделия е с по-висока плътност в сравнение със случая когато горивото изгаря във вид на свободен факел в обема на пещта.

За организация на плосък факел във вид на радиална струя е необходимо да бъдат създадени условия за изтичане без откъсване на газозвъдушната смес в целия режим интервал на работа.

В специализираната литература обтичането на радиалната струя без откъсване от челната повърхност е известно като ефект Коанд.

Формулиране на проблема

Цел на настоящата работа е експериментално да се демонстрира възможността за създаване на радиална струя при изгаряне на газобразно гориво и изследват етапите на нейното развитие.

Същинска част

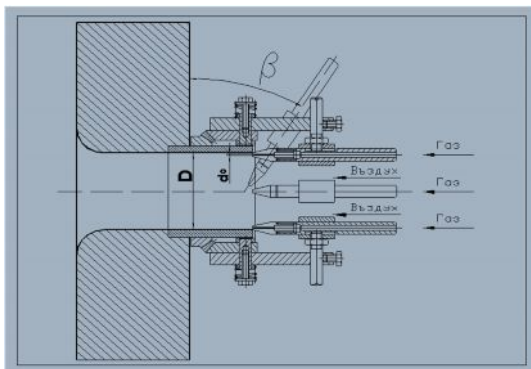
В специализираната литература обтичането на радиалната струя без откъсване от челната повърхност е известно като ефект Коанд.

В познатите конструкции на плоскопламъчни горелки радиална струя се получава като на изхода на принудително подавания поток се поставя отражател с особена форма с роля на трудно обтекаемо тяло.

Друга възможност е прилагането на специална конструкция на завъртащ апарат, който придава въртеливо движение на въздушния поток.

С такава конструкция са проведени експерименти в лабораторията по топлотехника на ИПФ – Сливен за създаване на радиална струя с енергоносител – газово гориво.

На фиг.1 е показана конструкцията на завъртащия механизъм с помощта на система от дюзи през които изтича газовото гориво. Дюзите са с възможност за промяна на пространственото си положение спрямо надлъжната ос на горелката.



Фиг. 1. Завъртащ механизъм на експерименталната уредба.

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

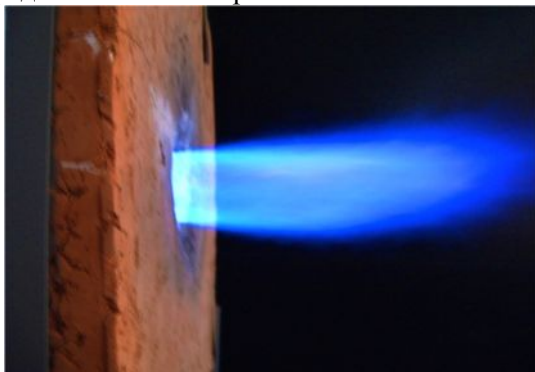


Фиг. 2. Експериментална уредба с възможност за създаване на радиална струя.

На фигурите по-долу е показан снимков материал на експерименталната уредба и профили на горящ газов факел при различни положения на дюзите.

Демонстрираните снимки показват възможността да бъде реализиран ефект на Коанд при неизотермични условия на инжекционен принцип.

На фиг.3 а) и б) дюзите са разположени успоредно на оста на горелката.



Фиг. 3 А)



Фиг. 3 Б)

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



Фиг. 3 В)



Фиг. 3 Г)

От фигура 3 г) нататък се появява осева циркуляционна зона, която постепенно нараства.



Фиг. 3 Д)

На фиг. 3 ж) факела се сформира като радиална струя, която се разстила по челната повърхност на огнеупорната плоча.



Фиг. 3 Е)



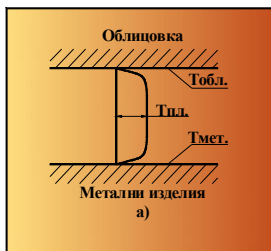
Фиг. 3 Ж)

$E_{пл}$ –

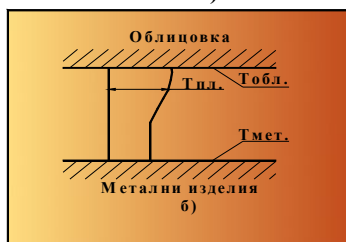
Практически ефективността от приложение на инжекционния плосък факел, може да бъде оценена ако се разгледа често срещаната в горивната техника схема на топлообмен:

факел – вътрешна облицовка на пещта – нагревани изделия.

На фиг.4 са показани разпределенията на температурите в пещно пространство при равномерно разпределение на продуктите на горене и при изгаряне на газа близо до повърхността на облицовката.



Фиг. 4 А)



Фиг. 4 Б)

За резултиращия топлинен поток върху повърхността на нагряваните изделия може да се запише:

$$q_{мет} = E_{эф1} - E_{эф2} \quad (1)$$

където:

- $q_{мет}$ – количество топлина възприета от обработвания метал;
- $E_{эф1}$ – топлинен поток постъпващ в метала;
- $E_{эф2}$ – топлинен поток напускащ метала;

$$E_{эф1} = E_{пл} + E_{обл} + E_{пл-обл} + q_{конв} \quad (2)$$

където:

- $E_{пл}$ – лъчист топлинен поток от пламъка към метала;
- $E_{обл}$ – лъчист топлинен поток от облицовката;
- $E_{пл-обл}$ – отразен лъчист поток от пламъка към облицовката.

$$q_{конв} = \alpha_{пл} (T_{пл} - T_{мет}) \quad (3)$$

- конвективен топлинен поток от продуктите на горене към метала.

$$E_{эф2} = E_{мет} + E'_{мет} + E'_{обл} \quad (4)$$

- $E_{мет}$ – собствено излъчване от метала;
- $E'_{мет}$ – отразен лъчист поток от метала;
- $E'_{обл}$ – отразен лъчист поток от облицовката към метала.

След заместване в законите на Стефан-Болцман и Кирхов се получава:

$$q_{мет} = \sigma \varepsilon_{пл} T_{пл} (\varepsilon_{пл} - \varepsilon_{обл}) + \sigma \varepsilon_{обл} T_{обл} \varepsilon_{мет} + \alpha_{пл} (T_{пл} - T_{мет}) - \sigma \varepsilon_{мет} T_{мет}^4 \quad (5)$$

Зависимостта позволява да бъдат определени факторите интензифициращи топлообмена от пламъка към нагрявания метал: $\varepsilon_{пл}, T_{пл}, \varepsilon_{обл}, T_{обл}, \alpha_{пл}$;

Температурата на пламъка може да бъде повишена чрез загряване на въздуха и организация на горивния процес с коефициент на излишък на въздух близък до единица. Възможно е приведена степен на чернота в система-

та плосък факел-облицовка да бъде увеличена чрез използване на материал с по-висока степен на чернота и чрез изкуственото и увеличение чрез промяна на макрогеометрията на повърхността.

Изводи.

1. Проведените начални експерименти по изследване на радиална газова струя в условия на плосък факел дават основание да се смята, че подобна конструкция успешно може да се ползва в горивната практика.

2. Освен коментираните предимства инжекционната горивна система предполага отпадането на необходимостта от вентилатори и разпределителна въздушна мрежа от тръбопроводи и регулиращи механизми, което за една голяма нагревателна пещ е съществено обстоятелство.

Литература

Костов П., Н. Кръстев, Експериментална уредба за изследване на емисии от азотни оксиди образувани при изгаряне на инжектирани ограничени завъртяни газове струи. Сборник доклади "Наука, техника технологии и образование" Ямбол, 2004г.

Патент ФРГ, N: 107 3140, 1960.

Патент ФРГ, N: 110 8840, 1961.

Klaummer H., Erfahrungen mit einem strahlwand beheizten Röhrenverzinkunsofen. Stahl und Eisen N:12, 1994.

North American Mfg.Co.Fuel 32-48, November, 1992.

Patterson G. N., Aircraft, Engineering 10 N:115, 1998.

Patrick M.A., Gemisch und Strömings untersuchungen, öl und Gasfenerungen, N:1,2, Heft, 1968.

Trinks W., Industrial Furnaces, N.-Y., U11, 2005.

POSSIBILITIES FOR USAGE OF GAS INJECTION RADIAL JET IN BURNING INDUSTRY.

P. Kostov, N. Krystev, I. Dimitrov

Resume

This work presents results demonstrating the ability to create radial jet at not isothermal conditions with energy source – gaseous fuel.

The experiments were conducted under laboratory conditions. During the research were obtained realistic radial profiles of gas jets.

Key words:

Radial jet, burning, swirled gaseous torch.