

## УНИВЕРСАЛНИ СКОРОСТНИ ПРОФИЛИ НА ЗАВЪРТЯНА ИНЖЕКТИРАНА СТРУЯ

Петър Костов, Койчо Атанасов, Невен Кръстев, Диана Ангелова  
*Технически Университет – София, Факултет и Колеж – Сливен,  
гр. Сливен, бул. “Бургаско шосе” №59*

## UNIVERSAL VELOCITY PROFILES OF INJECTED WHIRLED JET

Petar Kostov, Koycho Atanasov, Neven Krystev, Diana Angelova  
*Technical University of Sofia, Faculty and College – Sliven  
8800 Sliven, 59 Burgasko Shose Blvd*

### Abstract

*The universal velocity profiles of actual, tangential and axial components are presented in this paper. The experimental results of injected whirled jet in burner-mixer have been obtained. The equivalence between summarized and velocity profiles are proved.*

**Keywords:** *universal velocity profiles, injected whirled jet, flat flame.*

### Въведение

В предходни наши статии [1], [2] са представени резултати от проведени експериментални изследвания върху основните закономерности на аеродинамиката на инжектирана, ограничена, завъртяна струя. За целта е използвана експериментална уредба на плоскопламъчна инжекционна горелка (фиг.1.). При този сравнително нов клас горивни устройства, допълващи познатата класификация [3], се получава радиален факел на инжекционен принцип. Той има широко приложение в промишлеността. Получаването му на този принцип има съществени предимства [4], [5] по отношение експлоатацията и конструкцията на горивното устройство.

Цел на настоящата работа е въз основа на експерименталните данни и получените от тях скоростни профили на действителна, аксиална и тангенциална компоненти на скоростта да се построят универсални скоростни профили.

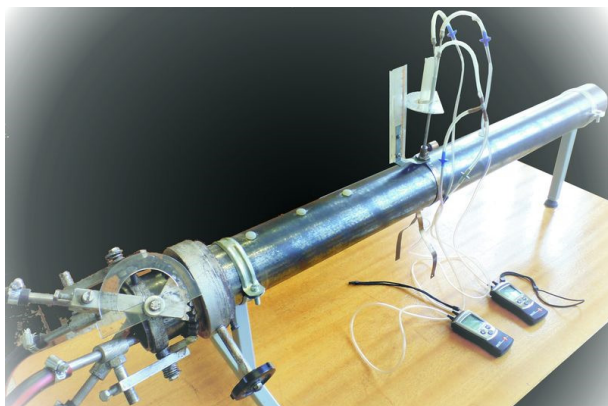
### Материали и методи

Изследванията са извършени за смесителния тракт на горивното устройство. За целта е използван стенда показан на фиг.2. Процесите на смесообразуване, горене и догаряне, както условията за формиране на устойчив радиален

факел са чисто физически и се формират и определят в смесителния участък на горелката. За този характерен участък от горивното устройство е удачно, от гледна точка на численото моделиране, резултатите да са представени във вид на универсални скоростни профили. Те могат да се използват при проектиране на нови устройства от такъв тип при различни геометрични параметри на смесителя.



**Фиг.1. Плоскопламъчна горелка –  
експериментална уредба**



**Фиг.2. Лабораторен стенд за изследване аеродинамичните характеристики на инжектирана, завъртяна струя. Проточна част.**

Условията при които са извършени експериментите, използваната методиката и измервателните уреди са описани в [1] и [2].

Сложната кинематика на завъртените струи затруднява получаването на универсални скоростни профили. За приближено описание на разпределението на скоростите в завъртените струи се използват уравненията на Шлихтинг. [6] и Абрамович [7].

Използваната методиката е описана подробно в [3] [6] [7].

От получените резултати са построени универсални скоростни профили в безразмерен вид. Същността на метода се състои в следното: за определени сечения, намиращи се на 150, 225 и 300mm от началото на смесителната камера, универсалните профил на скоростите получаваме при обработка в координати:

- за действителната компонента на скоростта:

$$\frac{W_{di}}{W_{dmax}} = f\left(\frac{r_i}{R}\right) \quad (1);$$

- за аксиалната компонента на скоростта:

$$\frac{W_{ai}}{W_{amax}} = f\left(\frac{r_i}{R}\right) \quad (2);$$

- за тангенциалната компонента на скоростта:

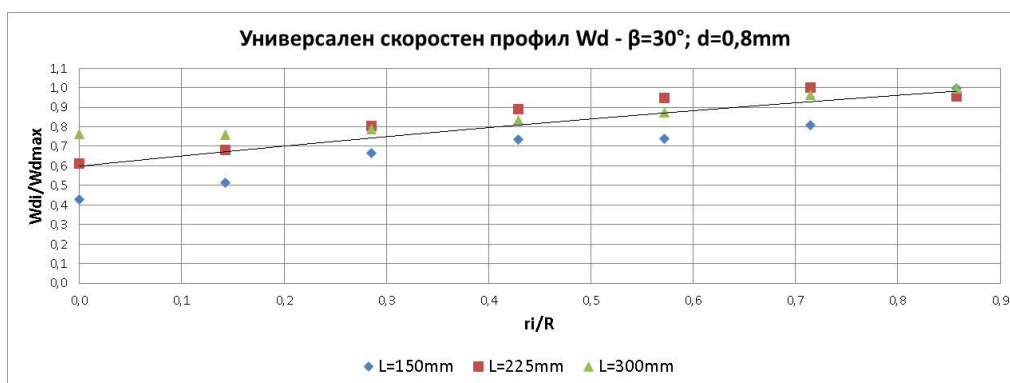
$$\frac{2W_{ti}}{W_{tmax}} = f\left(\frac{r_i}{R}\right) \quad (3),$$

където:  $W_{di}$ ,  $W_{ai}$ ,  $W_{ti}$  – скорост в дадената точка от избраното сечение;

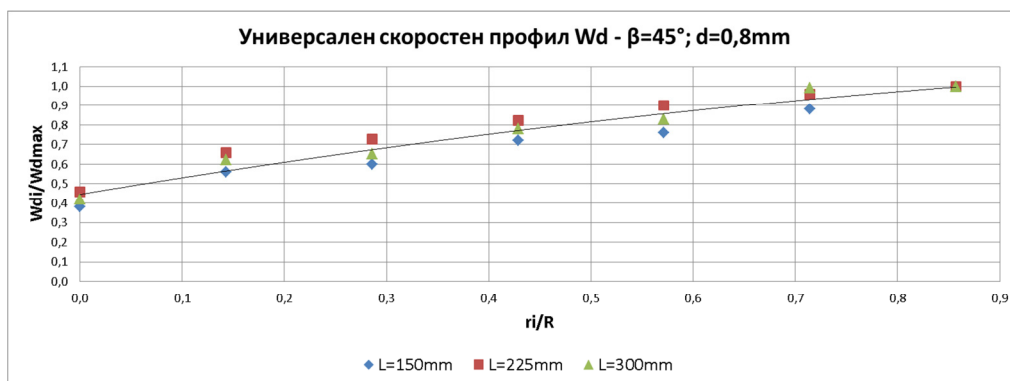
$W_{dmax}$ ,  $W_{amax}$ ,  $W_{tmax}$  – максимална скорост в разглежданото сечение;

$R$  – радиус на смесителя;

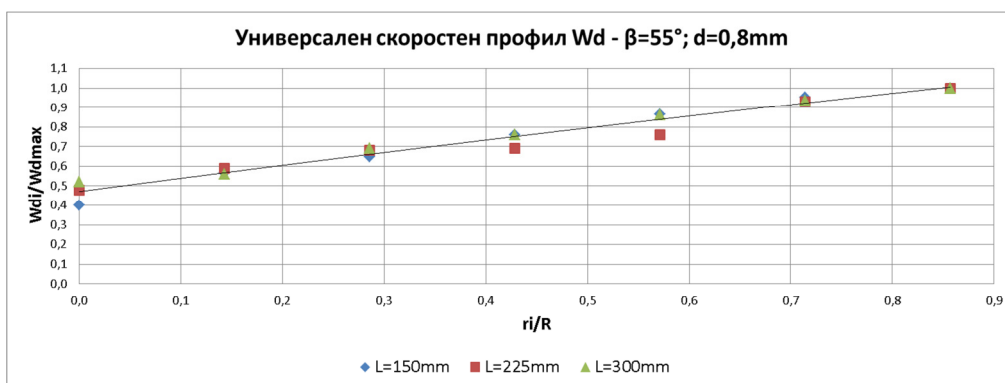
$r_i$  – разстоянието от центъра на смесителя до точката в която се измерва скоростта.



**a)**



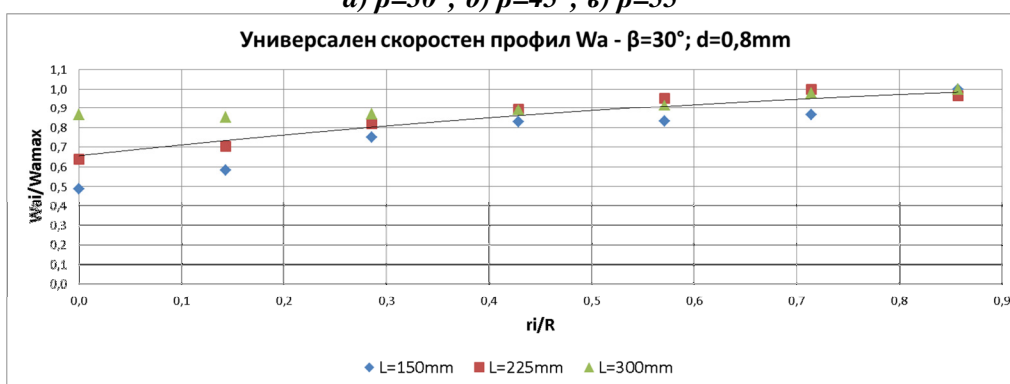
**б)**



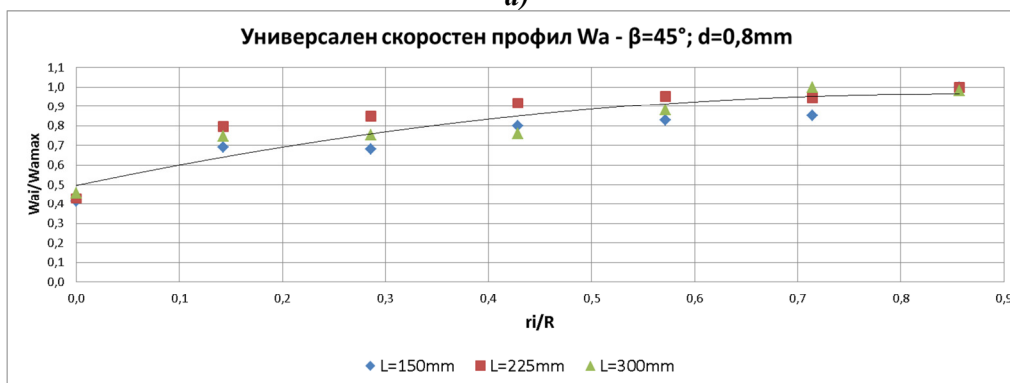
в)

Фиг. 3. Универсални скоростни профили на действителната компонента на скоростта  $W_d$ , за различен ъгъл на наклона на газовите дюзи  $\beta$ . Диаметър на дюзите  $d=0,8\text{mm}$ .

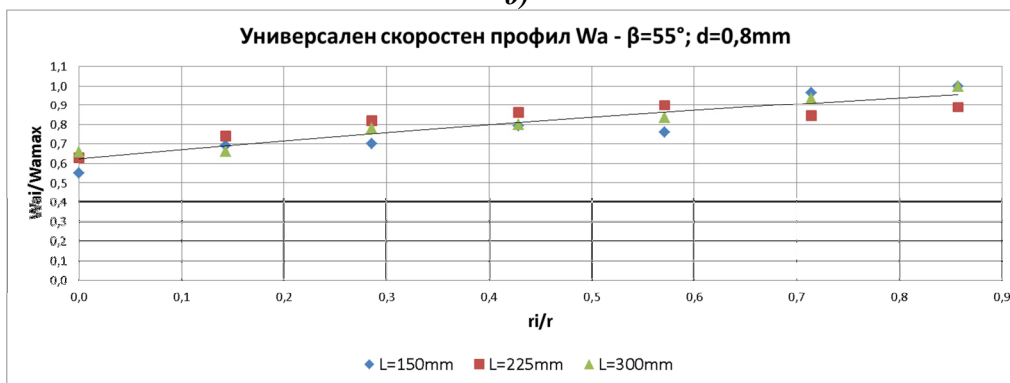
а)  $\beta=30^\circ$ ; б)  $\beta=45^\circ$ ; в)  $\beta=55^\circ$



а)



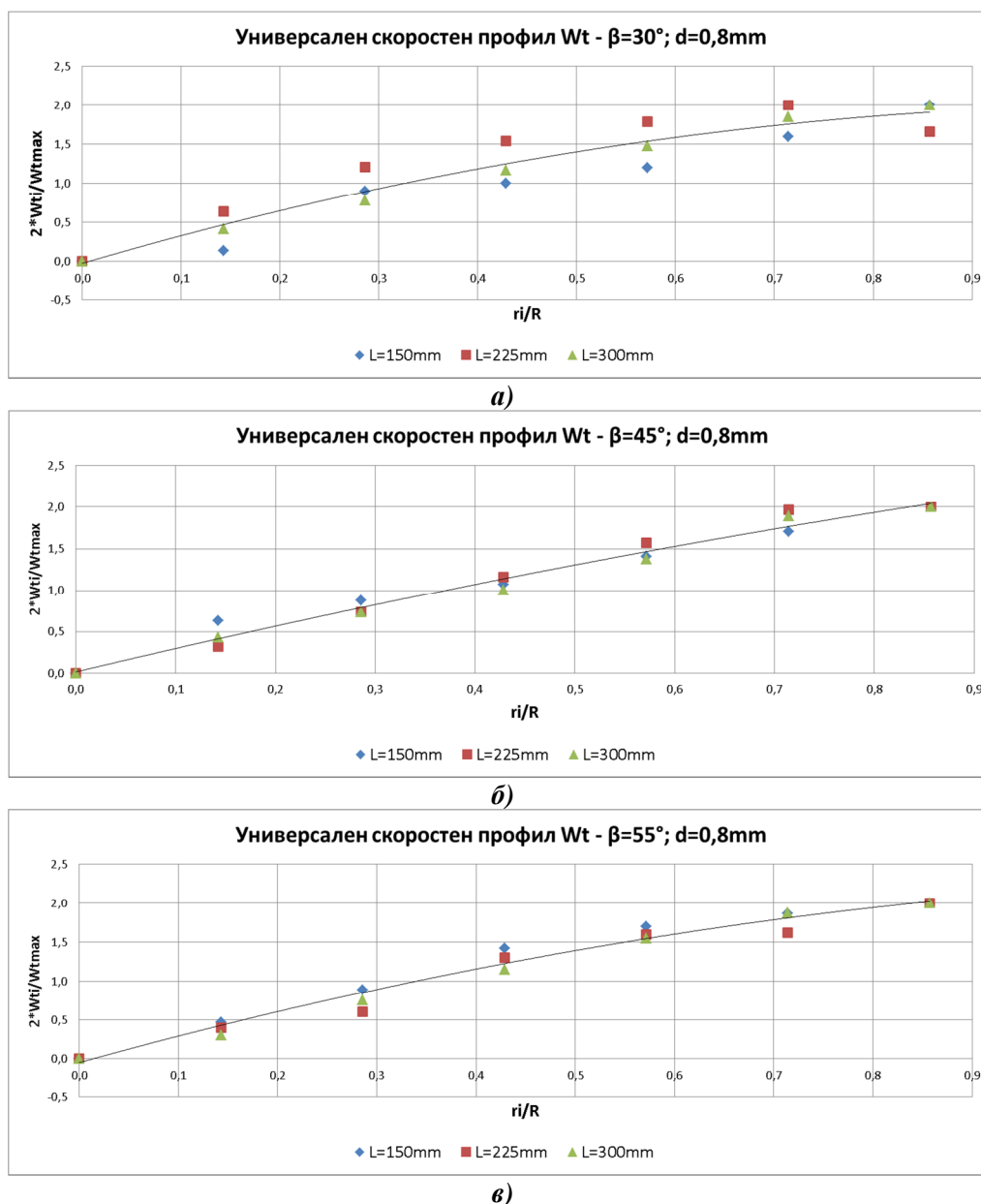
б)



в)

Фиг. 4. Универсални скоростни профили на аксиалната компонента на скоростта  $W_a$ , за различен ъгъл на наклона на газовите дюзи  $\beta$ . Диаметър на дюзите  $d=0,8\text{mm}$ .

а)  $\beta=30^\circ$ ; б)  $\beta=45^\circ$ ; в)  $\beta=55^\circ$



Фиг. 5. Универсални скоростни профили на тангенциалната компонента на скоростта  $W_t$ , за различен ъгъл на наклона на газовите дюзи  $\beta$ . Диаметър на дюзите  $d=0,8\text{mm}$ .  
а)  $\beta=30^\circ$ ; б)  $\beta=45^\circ$ ; в)  $\beta=55^\circ$

## Резултати и обсъждане

В настоящата статия са показани част от получените резултати. Универсалните скоростни профили на  $W_d$ ,  $W_a$  и  $W_t$ , при различни степени на въртене [1] и за няколко сечения от смесителната камера са показани на фиг.3, 4 и 5. От графиките се вижда, че характера на разпределение на скоростите във всяко от разглежданите сечения е следния: скоростта нараства започвайки от оста на смесителя, достига максимум в дадена точка, и след това с приближаване стената на цилиндричния смесител отново намалява.

## Заклучение

Въз основа на получените резултати можем да направим следните изводи:

- Получени са универсални скоростни профили в характерни сечения от смесителния участък, който се намира между изходното сечение на дюзите и сечението в което започва образуването на радиална струя;
- Получените универсални скоростни профили могат успешно да се прилагат при числено моделиране на такъв тип горивни устройства;



- Универсалните скоростни профили потвърждават наличието на афинност на скоростните профили в границите на изследваната дължина на смесителя.
- Универсалните скоростни профили могат да послужат при определяне на локални аеродинамични характеристики за разглеждан участък от смесителя;
- Универсалните скоростни профили могат да послужат при верификация на резултати получени при числено моделиране.

### Литература

- [1] Костов П., Н. Кръстев, Д. Ангелова, „Аеродинамично изследване на инжектирана завъртяна струя,“ *Сборник доклади XVIII научна конференция с международно участие ЕМФ 2013*, том I, 2013.
- [2] Костов П., Н. Кръстев, Д. Ангелова, „Някои изследвания на аеродинамиката на инжектирана завъртяна струя,“ *Топлотехника*, том 5, № ISSN 1314-2550, 2013.
- [3] Ахмедов Р. Б., Аэродинамика закрученной струи, Москва: Энергия, 1977.
- [4] Патент на САЩ №3262484, 1966.
- [5] П. Костов, Ст. Миховски, Плоскопламъчна газова горелка, патент №23146/1976.
- [6] Шлихтинг Г., Теория пограничного слоя, Москва: Наука, 1974.
- [7] Абрамович Г. Н., Теория турбулентных струй, Москва: ЕКОЛИТ, 2011.
- [8] Костов П., Н. Кръстев, Д. Ангелова, „Изследване на инжектирана радиална струя при изотермични условия,“ *Топлотехника*, том 3, № ISSN 1314-2550, 2012.