

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА УРЕДБА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ КОЕФИЦИЕНТА НА ТОПЛОПРЕДАВАНЕ ПРИ ДВИЖЕНИЕ НА ВЪЗДУХ В КАНАЛ С КРЪГЛО НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ

Константин КОСТОВ

ТУ – София, ИПФ – Сливен, гр. Сливен, бул. “Бургаско шосе” №59;

Резюме

В настоящата работа се разглежда експериментална уредба, позволяваща изследването на коефициента на топлопредаване при движение на въздух в канал с кръгло напречно сечение. Представената експериментална уредба се явява основа, за по-нататъшно изследване на възможностите за интензифициране на коефициента на топлопредаване, а от там и на топлообмена между флуида и стената на канала. Направено е описание на уредбата, анализ на нейните възможности, като е представена и методика за провеждане на експериментите. Проведени са експерименти, като е определен коефициента на топлопредаване и е изведена частна критериална зависимост от вида $Nu=f(Re)$, за конкретния случай. Получените резултати са основа за провеждане на следващи експерименти, с цел анализиране влиянието на различни методи и средства за интензифицирането на топлообмена между газова среда и твърдо тяло.

Ключови думи

експериментална уредба, коефициент на топлопредаване, интензивност на топлопредаване, интензифициране на топлообмена

Въведение

Конвективният топлообмен между движещ се флуид и твърда повърхност, се явява основния работен процес при пренос на топлината в различни топлообменни устройства. Интензивността на този процес се определя от геометричните размери на твърдото тяло, хидродинамичния режим на движение и вида на флуида, както и от температурните условия, при които протича процеса.

Плътноста на топлинния поток при конвективен топлообмен [Раичков Г., 2011] може да се представи с израза:

$$(1) \quad q = q_k + q_m,$$

където q_k и q_m са съответно плътността на топлинния поток от конвекцията и топлопроводността.

От своя страна q_k може да се представи чрез енталпията на количеството вещество, което преминава през единица повърхност за единица време:

$$(2) \quad q_k = \rho \omega h,$$

където:

ω е скоростта по посока на топлинния поток;

ρ – плътността на флуида;

h – специфичната енталпия.

В зависимост от естеството на възникване на движението на флуида покрай твърдата повърхност, съществуват естествена и принудена конвекция. От инженерна гледна точка най – голям интерес представлява конвективният топлообмен на границата между флуида и повърхността на твърдото тяло, като този процес се нарича топлопредаване.

Мярка за интензивността на топлопредаването е коефициентът на топлопредаване – α [$W/m^2.K$], който представлява отношението на плътността на топлинния поток и на движещата сила на процеса, съгласно закона на Нютон – Рихман:

$$(3) \quad q = \alpha |T_w - T_f|, \quad W/m^2$$

Прилагането на закона Нютон – Рихман не води до никакви принципни опростявания и в

Резултати и обсъждане

Опитните данни и резултати от проведените експерименти са представени в табличен и графичен вид по-долу. Определянето на термодинамичните параметри на въздуха е направено съгласно [Кирилов Г., 2011], а обработката на снетите опитни данни по следната методика [Осипова В., 1979]:

1. Определяне на средната температура по повърхността на тръбата:

$$(4) \quad t_w^{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}{6}, [^{\circ}C]$$

2. Определяне на средната температура на потока:

$$(5) \quad t_f^{cp} = \frac{t_{вх} + t_{изх}}{2}, [^{\circ}C]$$

3. Определяне на количеството топлина отдадено от въздуха на тръбата:

$$(6) \quad Q = m \cdot c_p \cdot (t_{вх} - t_{изх}), [W]$$

4. Определяне на коефициента на топлопредаване:

$$(7) \quad \alpha = \frac{Q}{F \cdot (t_f^{cp} - t_w^{cp})}, \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

5. Определяне критерия на Нуселт:

$$(8) \quad Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

6. Определяне критерия на Рейнолдс:

$$(9) \quad Re = \frac{\omega \cdot l}{\nu}$$

В таблица 1 са представени измерените температури – по повърхността на тръбата, както на входа и на изхода на въздушния поток в тръбата. В таблицата още е посочен и разхода на въздуха преминал през тръбата.

При обработка на опитните данни са направени следните допускания:

- за определящ размер е приет вътрешния диаметър на тръбата – $d_{втр.} = 20\text{mm}$;
- за определяща температура е приета

средната температура на потока – t_f^{cp} .

Таблица 1

разход на въздух	температури, [$^{\circ}C$]							
	на въздушния поток		по повърхността на тръбата					
m, [kg/s]	$t_{вх}$	$t_{изх}$	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
0,00284	142	112	125	102	96	90	85	80
0,00245	162	119	133	110	102	94	91	88
0,0023	184	121	128	107	100	94	91	86
0,00225	201	128	133	106	101	94	89	81
0,00198	237	133	130	104	95	88	81	77
0,00172	255	137	127	102	94	87	82	75
0,00148	281	139	131	96	90	88	88	79
0,00118	306	141	124	89	84	82	80	78
0,00116	351	150	126	97	94	84	78	72

При обработване на експерименталните данни, са изчислени критериите на подобие и е установена аналитичната връзка между тях. Зависимостта между критериите на подобие е представена във вид на степенна функция:

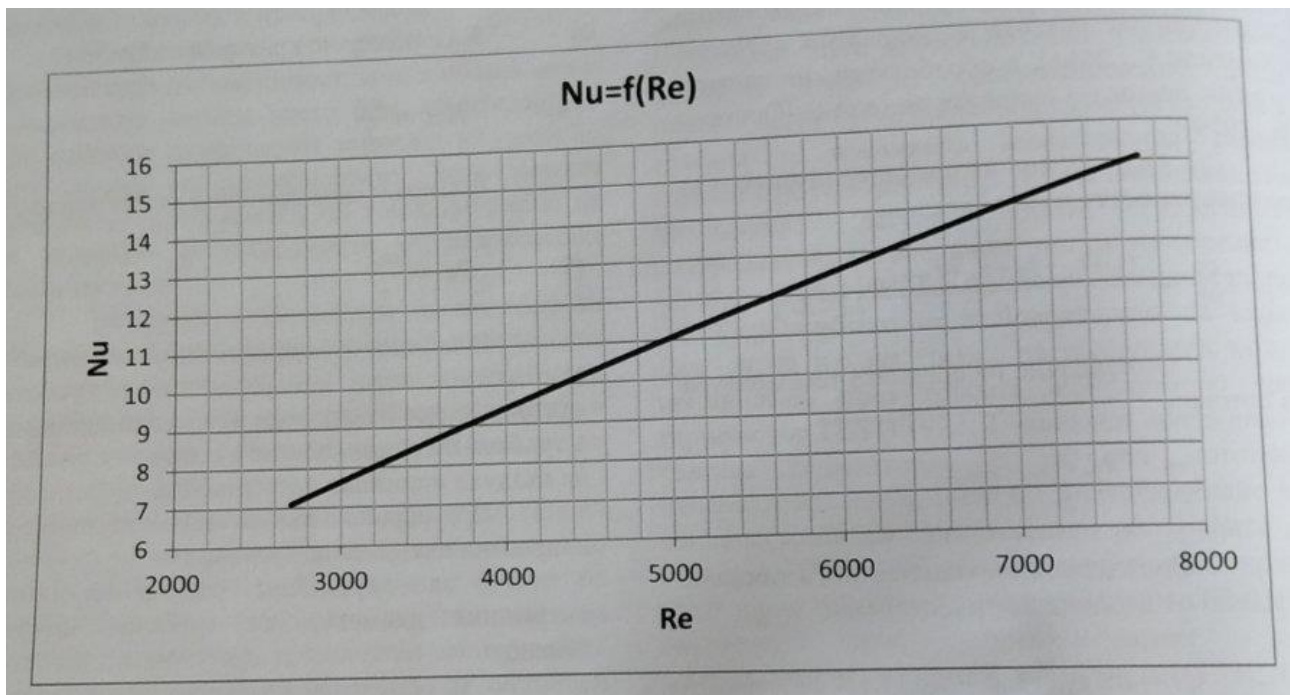
$$(10) \quad Nu = c \cdot Re^n$$

където c и n са постоянни безразмерни числа.

За разглеждания случай е получена следната частна критериална зависимост:

$$(11) \quad Nu = 0,024 Re^{0,72}$$

която графично е представена на фиг.2.



фиг. 2 Експериментална графична зависимост – $Nu=f(Re)$

Заклучение

Създадена е експериментална уредба за изследване на коефициента на топлопредаване при движение на въздух в канал с кръгло напречно сечение.

Проведени са експерименти и са получени стойности за коефициента на топлопредаване. След обработка на данните е изведена частна критериална зависимост.

Получените резултати са основа за провеждане на следващи експерименти, с цел анализиране влиянието на различни методи и средства за интензифицирането на топлообмена между газова среда и твърдо тяло.

Литература

Раичков Г.,Топло – и масопренасяне, Пловдив, Академично издателство на УХТ 2011.

Кименов Г. и колектив, Сборник задачи по термодинамика и топлообмен, Пловдив, Академично издателство на УХТ 2011.

Иссерлин А., Газовые горелки, Издательство Недра, Ленинград, 1966.

Осипова В. Экспериментальное исследование процессов теплообмена, Издательство Энергия, Москва, 1979.

EXPERIMENTAL INSTALLATION TO DEFINE FOR HEAT TRANSFER COEFFICIENT AT MOTION OF AIR IN A TUBE WITH CIRCULAR SECTION

Konstantin KOSTOV

TU – Sofia, Faculty of engineering and pedagogy of Sliven, Sliven 59 Burgasko Shose Blvd

Abstract

In the present study is considered an experimental system, which allows the study of the coefficient of heat transfer when moving air in tube a circular cross section. The experimental installation is the basis for further exploration of the possibilities of increase the heat transfer coefficient a , from there on of the heat exchange between the fluid and the wall of the channel. A description of the system, an analysis of its capabilities was made, and a methodology for conducting the experiments was presented. Experiments were carried out, the heat transfer coefficient was determined and is output private criterion of the type $Nu=f(Re)$, for the specific case. The results obtained are the basis for carrying out further experiments to analyze the impact of different methods and means to intensify the heat exchange between the gas medium and the solid.

Key words

Experimental installation, heat transfer coefficient, heat transmission intensity, intensification of heat exchange