

РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА В ЕДНОМЕРНО ТЕМПЕРАТУРНО ПОЛЕ НА ТОПЛООБМЕНЕН АПАРАТ

Мария Георгиева*, Зоя Ходжева, Симеон Василев

Университет по хранителни технологии
*кафедра „Промислена топлотехника“
кафедра “Техническа механика и машинознание”
4000 Пловдив България

TEMPERATURE DISTRIBUTION WITHIN THE ONE-DIMENSIONAL TEMPERATURE FIELD OF HEAT EXCHANGER

Mariya Georgieva, Zoya Hodzheva, Simeon Vasilev

University of Food Technologies, Plovdiv

ABSTRACT

In the design of heat exchangers, strength calculations are needed to verify the emerging efforts in the areas of attachment of the tube in tube grille when they work under different conditions of the project. Selected materials for the corresponding heat exchanger must be suitable for the field of use. Basic computing parameters in the selection of structural materials and the calculation of strength are the temperature and pressure. Account of the complexity of the loading of the components of the apparatus, many dependencies to be obtained by a combination of theory and experimental results.

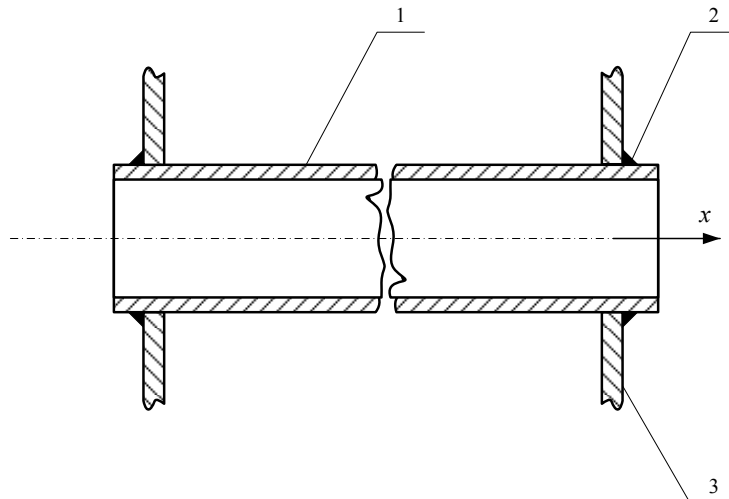
Key words: temperature, heat exchanger, deformations, temperature deformations

Въведение:

От гледна точка на структурната механика прътите от тръбните решетки на топлообменните апарати, двустранно запънати в двата края, могат да се разглеждат като статично неопределими със степен на статическа неопределеност $\kappa=1$. Тъй като основните им деформации са възпрепятствани (фиг. 1), в тях ще се пораждат температурни напрежения, които могат да бъдат пресметнати чрез познатата формула [3]:

$$\sigma_t = -E.\alpha.\Delta t \quad (1)$$

където E е модулът на еластичност на материала, Pa;
 α - коефициентът на температурно разширение, deg^{-1} ;
 Δt - средният температурен пад.



фиг. 1 Схема на тръба от топлообменен апарат: 1- Тръба; 2- Заваръчен шев; 3- Опорна плоча

При прилагането на (1)

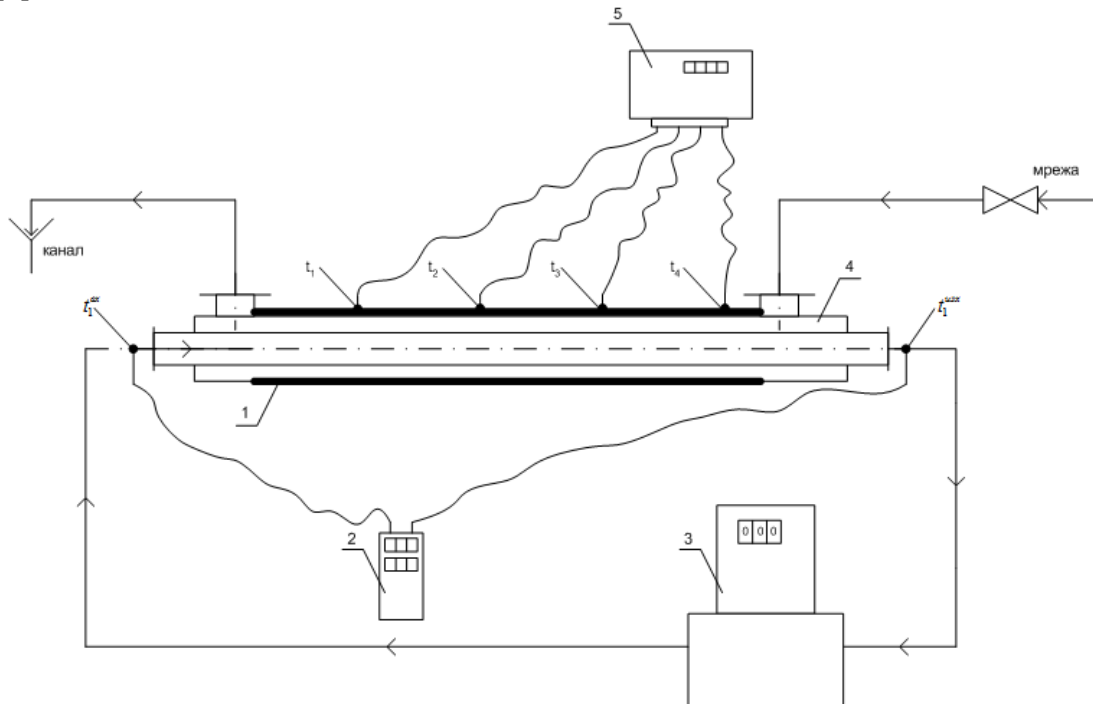
$$\Delta t = t_1 - t_0, K \quad (2)$$

представлява разлика между температурата на тръбата, създадена от преминаващият през нея работен флуид t_1 и температурата на околната среда t_0 . Обикновено се взема като една усреднена стойност. Това води съответно и до усреднени стойности на температурните напрежения, което в преобладаващия брой случаи е съществено отклонение от реалността. В действителност, температурата, мерена по дължината на пръта (направление x на фиг.1), е променлива величина, която особено при по-интензивен топлообмен, може да повлияе съществено върху получените от (1) резултати. Ето защо при определяне на температурните напрежения се налага средната температурна разлика да бъде заменена с едно по-прецизно отчитане на температурата, включващо проследяване на изменението ѝ по дължина на тръбата. Теоретично, чрез моделиране с познати и често използвани при практически пресмятания функции, това е направено в [1, 2].

В настоящата работа предлагаме едно експериментално изследване на температурните промени, измервани по дължина на топлообменния апарат с оглед проверка на адекватността на прилаганите в [1] теоретични модели.

Материали и методи на експерименталното изследване:

Лабораторният стенд се състои от топлообменен апарат тип "тръба в тръба"(4) (фиг.2), във вътрешната тръба на който преминава предварително загрята до определена температура от термостата вода. Напускайки топлообменния апарат водата се връща отново в термостата. Във пръстеновидното сечение се движи вода от водопроводната мрежа. Циркулацията на топлата вода се осъществява от помпата на термостата (3). Температурите на външната повърхност на топлообменния апарат се измерват и следят чрез контролер MS DL 3.02 с архиватор в 4 точки в комплект със сензори за температура Pt100. Температурите на топлата вода на входа и на изхода се измерват чрез двуканален процес метър със сензори Pt100 [4].



фиг. 2 Схема на опитната уредба:

1. Изолация; 2. Двуканален процес метър; 3.Термостат; 4. Теплообменен апарат тип "тръба в тръба"; 5. Архиватор 4Ch с изход RS485

Технически характеристики на опитния топлообменник:

- 1) Материал на вътрешната топлообменна тръба - месинг;
- 2) Материал на външната тръба – хром-никелова стомана X18Н10Т;
- 3) Размери на тръбата - външна тръба (кожух) - $\phi 32 \times 2,5$;
- 4) Вътрешна тръба - $\phi 16 \times 1,5$;
- 5) Изчислителна дължина 1350mm.

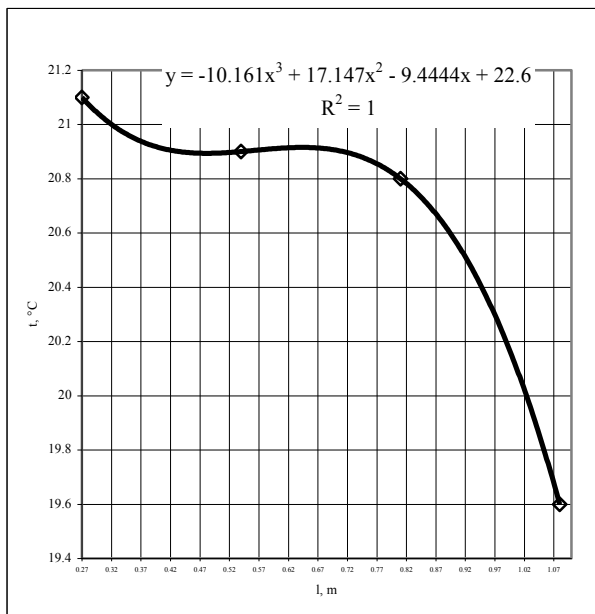
Напълва се резервоара на термостата с дестилирана вода, последователно се задава чрез контактния му термометър температура (40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80 °C и 90°C), до която трябва да се загрее водата и се включва към електрическата мрежа. Следи се и се отчита температурата във всички точки през интервал от 5 min. След установяване на стационарен режим се променя показанието на контактния термометър на термостата за всяка от горепосочените температури. Експериментите са проведени при постоянен дебит на топлоносителя и противотоково движение на флуидите.

Резултати от измерванията: Резултатите от получените стойности на температурата на повърхността в зависимост от температурата в термостата и от работната дължина на тръбата са дадени в табл. 1

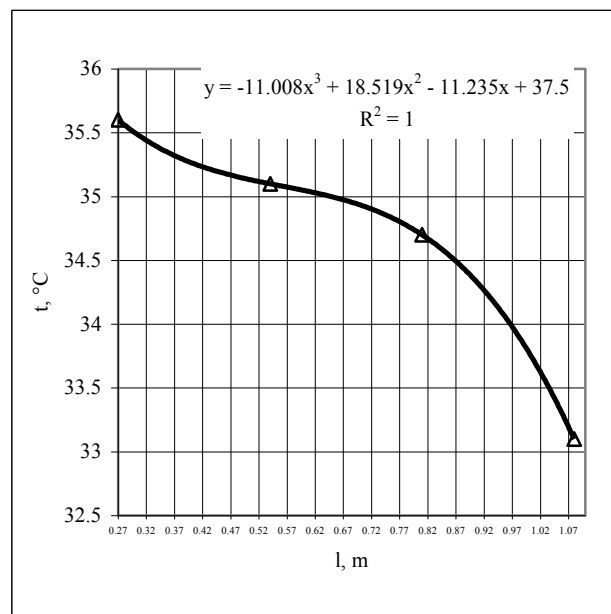
Таблица 1

l, m \ $t, ^\circ C$	40°C	50°C	60°C	70°C	80 °C	90°C
0,27	21,1	35,6	40,9	45,9	51,9	55
0,54	20,9	35,1	40,6	45,1	50,9	53,6
0,81	20,8	34,7	40	44,5	49,5	53,6
1,08	19,6	33,1	38,7	43,4	49,3	52,9

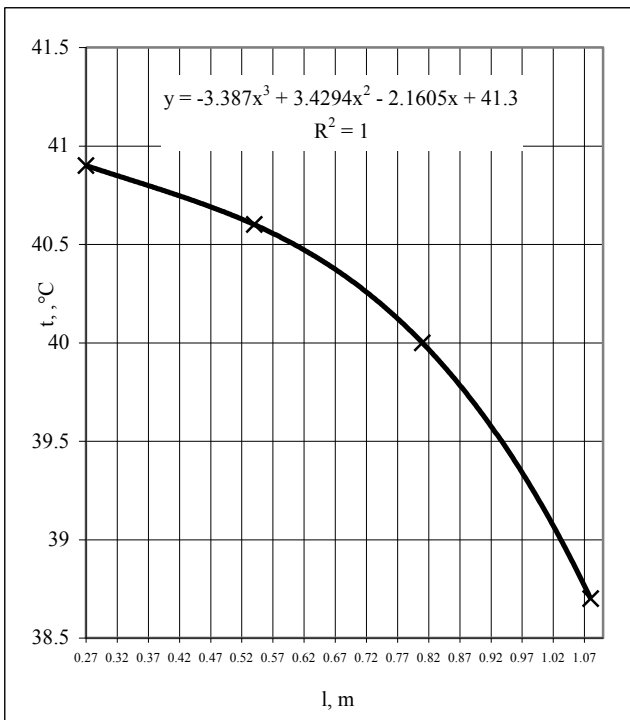
Графичното представяне на зависимостта на температурите на повърхността от работната дължина на тръбата при различни температури в термостата са дадени на фиг. 3, 4, 5, 6, 7 и 8.



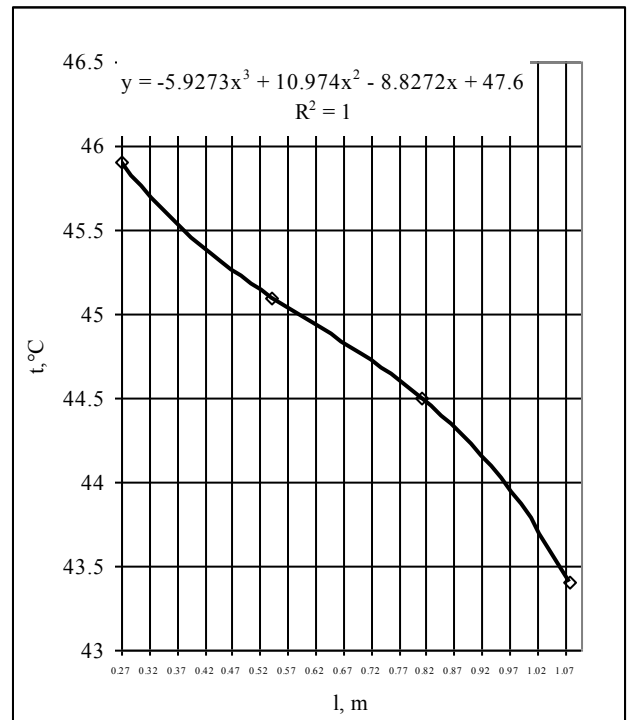
фиг.3 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 40°C



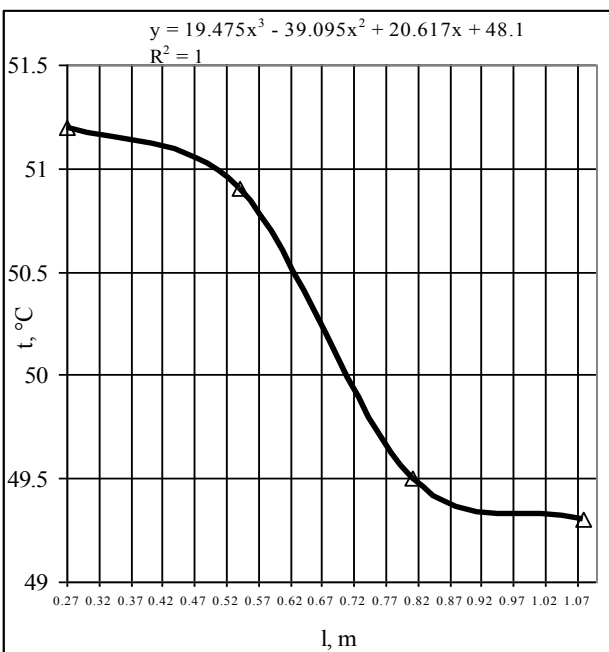
фиг.4 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 50°C



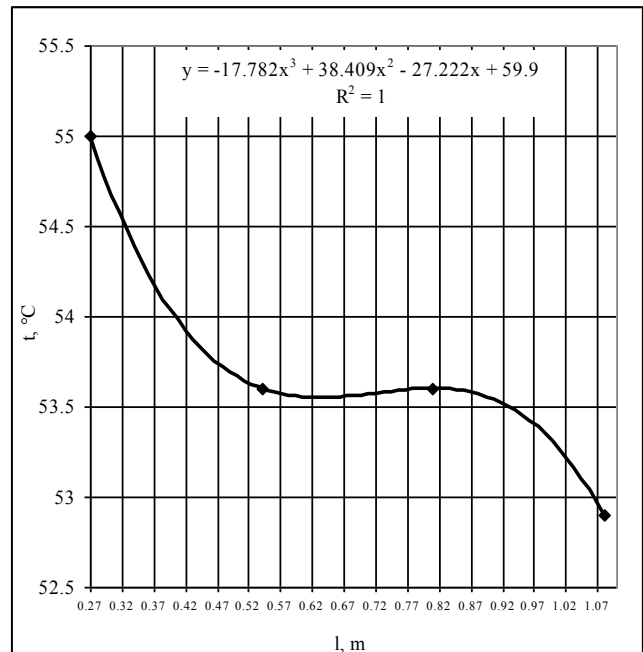
фиг.5 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 60°C



фиг.6 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 70°C



фиг.7 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 80°C



фиг.8 Температурата на повърхността при температура на топлоносителя 90°C

Изводи и заключения:

1. Температурната разлика по дължина на пръта е променлива величина;
2. Изменението на температурния пад има съществено нелинеен характер;

3. За всички входящи температури в термостата температурният пад се описва с най-добра точност чрез кубична парабола от вида:

$$y = a.x^3 + b.x^2 + c.x + d$$

Литература:

1. Василев С., М. Георгиева, К. Ангелов, Температурни напрежения в двустранно запънат прът при неравномерно нагряване. Топлотехника, год.4, кн.1, 2013, стр. 17-20.
2. Емануилов А, Топлообменни апарати. Академично издателство на УХТ - Пловдив, Пловдив, 2008, стр. 144-174.
3. Кисьов Ив. Съпротивление на материалите, Техника, София, 1970.
4. Рашева В., А. Емануилов, Г. Вълчев, Е. Шалапатова, М. Минчев, Ръководство за лабораторни упражнения по Топлинна и масообменна техника, Академично издателство на УХТ - Пловдив, Пловдив, 2003, стр. 4-14.