

УДК 532.536

Басок Б.І., чл.кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.,
Давиденко Б.В., д-р техн. наук, старш. наук. співроб.,
Новіков В.Г., канд. техн. наук, **Беляєва Т.Г.**, канд. техн. наук,
Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

НЕСТІЙКІСТЬ ПОВІТРЯНОЇ ТЕЧІЇ У ВЕРТИКАЛЬНИХ КАНАЛАХ З ВНУТРІШНІМ ПІДВЕДЕННЯМ ТЕПЛОТИ

Вступ. При внутрішньому підведенні теплоти у заповнений повітрям вертикальний канал виникає повітряна течія, що викликана дією термогравітаційної сили. Початковий період цієї течії супроводжується автоколивальними процесами, які можна розглядати, як прояв термогідрравлічної нестійкості в потоці [1].

Мета досліджень полягає у визначенні характеристик динаміки течії і коливань тиску та швидкості в каналі. Для цього виконується чисельне моделювання природної конвекції у вертикальному каналі при локальному внутрішньому підведенні теплоти. Задача описується системою диференціальних рівнянь, що включає рівняння нерозривності, рівняння переносу імпульсу, рівняння енергії та рівняння стану ідеального газу. Для розв'язання даної системи рівнянь у вхідному та вихідному перерізах каналу задаються значення тиску. У вхідному перерізі задається також значення температури повітря. Вважається, що внутрішнє тепловиділення відбувається на невеликій ділянці каналу, що розташовується ближче до його вхідного перерізу.

З результатів розрахунків характеристик повітряної течії у вертикальному каналі діаметром 0,1 м і висотою 1,25 м при внутрішньому підведенні теплоти потужністю 3000 Вт, що відбувається на ділянці від 0,1 м до 0,2 м від вхідного перерізу каналу, впливає, що від початку внутрішнього підведення теплоти температура на ділянці її підведення стрімко зростає. Відбувається температурне розширення повітря в каналі. При цьому повітря рухається як вбік вихідного перерізу каналу, так і вбік вхідного перерізу. Внаслідок поступового збільшення температури і зменшення густини повітря виникає термогравітаційна сила, яка змушує весь об'єм повітря в каналі рухатися вертикально вгору. Внаслідок цього швидкість повітря у вхідному перетині, також як і у вихідному перетині, стає позитивною. Але при цьому швидкість у вхідному перерізі значно менша, ніж швидкість повітря у вихідному перерізі каналу.

Зміна у часі швидкості течії повітря і надлишкового тиску в каналі при $\tau > 0,1$ с має характер періодичних коливань. У випадку, що розглядається, на часовому інтервалі $0,69$ с $< \tau < 0,71$ с середня швидкість течії повітря в каналі складає $5,644$ м/с. Амплітуда коливань швидкості $A_v = 0,01035$ м/с. Амплітуда коливань тиску $A_p = 2,53$ Па. Частота коливань швидкості і тиску $\omega = 227$ Гц. З результатів досліджень також впливає, що при одноковій потужності джерел тепловиділення зі збільшенням висоти каналу амплітуда коливань тиску A_p також збільшується, а частота коливань - зменшується.

З часом, внаслідок дії сили гідрравлічного опору, амплітуда коливань зменшується і коливання поступово затухають.

Висновок. При локальному підведенні теплоти в вертикальний канал виникає течія, що супроводжується коливаннями швидкості і тиску. Цей фактор необхідно враховувати при проектуванні теплоенергетичного обладнання.

Список використаних джерел

1. Басок Б. И., Давыденко Б. В., Гоцуленко В. В. Автоколебания в трубе Рийке при расположении электронагревателя непосредственно на ее входе // Сибирский журнал промышленной математики. – 2013. – Т. XVI, № 2(54). – С. 50 – 61.

References

1. Basok B. I., Davydenko B. V., Gotsulenko V. V. Self-oscillations in a Rijke tube with an electric heater located directly at its inlet // Sibirskiy zhurnal industrial'noy matematiki. - 2013. - Vol. XVI, No. 2 (54). - P. 50 - 61. (Rus.)