

Моделирование влияния термических неоднородностей на приведенное сопротивление теплопередаче внешних ограждающих конструкций зданий

Кузнецова Е.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье выполнен анализ влияния термических неоднородностей, в частности внешнего угла стеновой конструкции здания, на теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Рассмотрена математическая модель теплопереноса через внешний угол здания с последующим решением задачи с применением компьютерной техники. Определено значение приведенного сопротивления теплопередаче рассматриваемого фрагмента внешнего ограждения здания.

Ключевые слова: приведенное сопротивление теплопередаче, термическая неоднородность, теплоперенос, теплопроводное включение.

The simulation of the influence of thermal non-uniformities on resistance to heat transfer of building envelopes

Kuznetsova E.

Kyiv National University of Technologies & Design

The analysis of the influence of thermal non-uniformities, an external wall corner in particular, on thermal performance of building envelopes was performed in the article. The mathematical model of heat transfer through the external corner of a building with subsequent computer solving of the problem was considered. The value of effective resistance to heat transfer of the considered fragment of the building envelope was determined.

Keywords: thermal resistance, thermal non-uniformity, thermal bridge.

УДК 536.24

Н.В. КУЛИКОВА, А.А. РЕДЬКО

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ КОТЕЛЬНЫХ

АГРЕГАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ

ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ НА ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ

В статье рассмотрена методика теплового расчета теплообменника на тепловых трубах с глубоким охлаждением продуктов сгорания котельной установки и конденсацией водяного пара. Приведены результаты численного исследования распределений температуры и давлений теплоносителей (продуктов сгорания и нагреваемой воды) по длине противоточного теплообменника

Ключевые слова: теплоутилизатор; тепловые трубы; теплоноситель, котельная установка

В настоящее время одним из основных путей экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в коммунальной энергетике является повышение эффективности их использования путем утилизации тепла уходящих газов [1, 10].

В решение энергетической программы в нашей стране значительный вклад может внести применение теплоутилизационных установок, работающих на дымовых газах котельных.

Постановка проблемы. В настоящее время около 35–40 % топливно-энергетических ресурсов Украины используется на теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Из них 70% теплоты вырабатывается на централизованных и индивидуальных котельных. Существующие котельные установки имеют КПД около 90%, при этом потери теплоты с уходящими газами составляют около 6–8%. Затраты на отопление зданий составляют не менее 50% от всех затрат жилищно-коммунального сектора.

Актуальность. Одним из перспективных направлений в энергосбережении является утилизация теплоты продуктов сгорания котельных установок за счет их охлаждения ниже точки росы ($50 \div 55 \text{ }^\circ\text{C}$) и выделения теплоты конденсации водяных паров [8]. Использование теплоты конденсации водяного пара позволяет повысить коэффициент использования топлива до 8%.

Обзор и анализ публикаций. Основным видом вторичных энергоресурсов (ВЭР) в промышленности является теплота отходящих газов теплоэнергетических и технологических агрегатов [1, 9, 10].

Для использования этих тепловых отходов применяются теплоутилизаторы на тепловых трубах (термосифонах) [8].

Эффективные компактные теплообменники-утилизаторы на оребренных термосифонах для паровых котлов малой мощности (паропроизводительностью 1 т/ч) разработаны в Киевском политехническом институте [2].

На рис.1 показана схема теплоутилизатора на тепловых трубах.

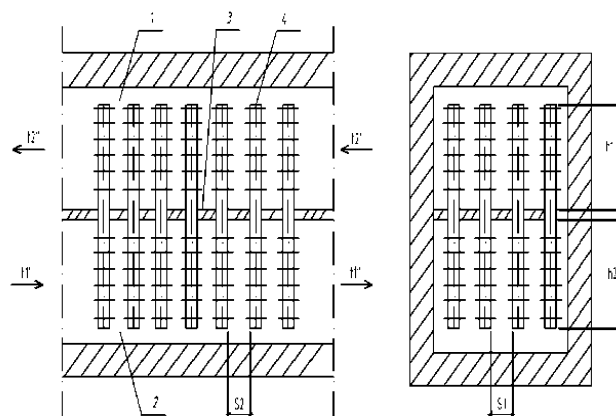


Рис.1 Схема простейшего теплоутилизатора на тепловых трубах

Теплообменник состоит из двух газоходов 1 и 2, разделенных газоплотной перегородкой 3. В перегородке закреплены замкнутые теплопередающие элементы в виде тепловых труб 4 со свободными концами, размещенными в газоходах с «горячим» и «холодным» теплоносителями.

Одной из главных задач этой работы является найти оптимальную методику теплового расчета коэффициента теплоотдачи для двухступенчатого теплоутилизатора на тепловых трубах.

Основные результаты исследования. В данной работе предлагается методика теплового расчета двухступенчатого теплоутилизатора на тепловых трубах (термосифонах) с учетом конденсации водяного пара при глубоком охлаждении продуктов сгорания котельного агрегата.

Методика расчета предполагает позонный расчет параметров (температура, давление, мощность термосифонов, выпадение конденсата и т.д.) по длине теплообменника [9].

КПД утилизатора определяется по формуле;

$$\eta_y = 0,99\left(1 - \frac{t''}{t'}\right), \quad (1)$$

где t' и t'' – температура газов на входе и на выходе из теплообменника.

Также был проведен анализ методик расчета других авторов [1, 3, 6, 7, 8]. Результат численных расчетов следующий.

В качестве рабочих теплоносителей тепловых труб принимались вода, метанол и изобутан (C_4H_{10}). При охлаждении продуктов сгорания от 150°C до $45\text{--}50^\circ\text{C}$ с расходом $14 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{час}$ обеспечивается тепловая мощность 538 кВт. Теплообменная поверхность теплоутилизатора с тепловыми трубами, заполненными водой, значительно меньше на (39 – 40%), чем с тепловыми трубами, заполненными изобутаном. Однако тепловая мощность теплоутилизатора увеличивается в теплоутилизаторе, выполненного по двухступенчатой тепловой схеме: первая ступень – 10 рядов тепловых труб (термосифонов), заполненных водой; вторая – 10 рядов термосифонов, заполненных изобутаном, либо первая ступень – 10 рядов тепловых труб заполненных метанолом; вторая – 10 рядов термосифонов заполненных изобутаном.

Результаты расчета одноступенчатого теплообменника (во всех термосифонах теплоноситель изобутан) показывают, что мощность аппарата ниже на 30%.

Распределение тепловой мощности термосифонов по длине теплоутилизатора показано на рис.2.

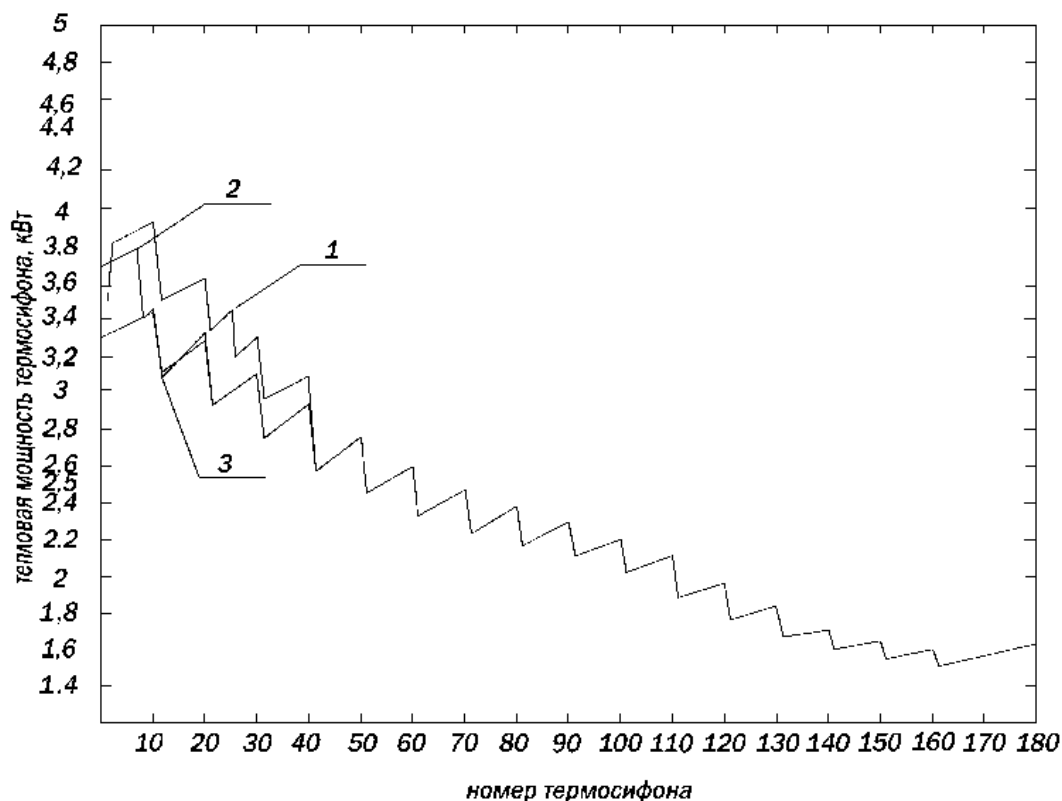


Рис. 2. Распределение тепловой мощности термосифонов по длине теплоутилизатора (1 – до 27 термосифона – вода, после 27 – изобутан; 2 – до 8 термосифона метанол, после 8 – изобутан; 3 – во всех термосифонах теплоноситель – изобутан).

Выводы. Результаты численного исследования показывают эффективность применения двухступенчатых конденсационных теплообменников на тепловых трубах (термосифонах) в системах утилизации теплоты котельных установок, выполненных по двухступенчатой схеме с различными теплоносителями

Список используемой литературы

1. Кудинов А.А., 2001. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. – Ульяновск: УлГТУ. – 139 с.
2. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О., 2005. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – К.: Факт. – 704 с.
3. Исаченко В.П. Теплопередача. 1975. Учебник для вузов. Изд. 3-е перераб. и доп. – М.: «Энергия»; – 488 с. с ил.

4. Васильев Л.Г. Теплообменники на тепловых трубах. – Минск: Наука и техника, 1981. – 143 с.
5. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. – М.: Наука, 1982. – 472 с.
6. Юдин В.Ф. Теплообмен поперечнооребрённых труб. – Л.: Машиностроение, 1982. – 189 с., ил.
7. Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче.
8. Навродская Р.А., 2001. Утилизация теплоты уходящих газов газопотребляющих котлов в поверхностных теплоутилизаторах конденсационного типа. – Автореф. дис. канд. техн. наук. – К.: – 20 с.
9. Внуков А.К., Рязанова Ф.А. Повышение эффективности использования природного газа в водогрейных котлах с помощью экономайзера-конденсатора. – Теплоэнергетика. – № 7. – 2013. – С. 43-50.
10. Киосов А.Д., Авруцкий Г.Д. Глубокая утилизация тепла уходящих газов котлов и его аккумулирование. – Теплоэнергетика. – 2011. № 11. – С. 60-63.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2013

Утилізація теплоти відхідних газів котельних агрегатів за допомогою двохступеневого теплоутилізатору на теплових трубах

Кулікова Н.В., Редько А.О.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

У статті розглянута методика теплового розрахунку теплообмінника на теплових трубах з глибоким охолодженням продуктів згоряння котельної установки та конденсацією водяного пару. Наведені результати численого дослідження розподілення температури та тиску теплоносіїв (продуктів згоряння та нагріваємої води) по довжині протічального теплообмінника.

Ключові слова: теплоутилізатор; теплові труби; теплоносій, котельна установка.

Outlet gases utilization in boiler units by means of two-phase heat-utilizer at heat pipes

Kulikova N. Redko A.

Kharkiv National University of Construction and Architecture

This article proposes the heat computation technique of heat exchanger at heat pipes with deep combustion- product cooling in boilers and water steam condensation. The results of heat carrier temperature and pressure distribution (namely: combustion products and water being heated) according to counterflow - heat exchanger length are presented.

Keywords: heat-utilizer; heat-pipes; heat-carrier; boiler unit.