

Список использованных источников

1. Комбинированные энергетические установки в система автономного электроснабжения [Электронный ресурс.] URL: <http://tehnodacha.ru/news/stat/> (дата обращения 19.09.2017)
2. ПНСТ 40-2015 (IEC/TS 62257-4:2005) Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 4. Выбор и конструирование системы. 2005. С. 4–10.
3. Почти все об альтернативной энергетике и энергосбережении. [Электронный ресурс.] URL: http://www.dom-spravka.info/_alt_energo/gb_00.html (дата обращения 09.11.2017)
4. Лукутин Б. В., Муравлев И. О., Плотников И. А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Томск : ТПУ, 2015. С. 5–46.

УДК 536.244

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ СТРУЙНОМ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА С КОНТРОЛЕМ АДЕКВАТНОСТИ РАСЧЕТОВ

MODELLING OF PROCESS OF HEAT TRANSFER AT THE JET FLOW OF THE BODY WITH THE CONTROL OF ADEQUACY OF CALCULATIONS

Василевский Н. С., Кувалдин А. Е., Королев В. Н., Денисов М. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
n_vasilevskiy@list.ru

Vasilevskiy N. S., Kuvaldin A. E., Korolev V. N., Denisov M. A.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Выполнен расчёт коэффициента теплоотдачи при струйном обтекании цилиндра с помощью пакета ANSYS CFX и произведено сравнение полученных данных с результатами эксперимента и аналитического расчета.

Abstract: Calculation of the heat transfer coefficient is executed at a jet flow of the cylinder with the help of package ANSYS CFX and comparison of the received data with results of experiment and analytical calculation is made.

Ключевые слова: ANSYS, воздух, теплообмен.

Key words: ANSYS, air, heat transfer.

Работа выполнена при проведении учебных занятий по курсу «Научные инженерные расчёты в современных компьютерных программах».

Целью исследования является проверка адекватности расчета коэффициента теплоотдачи при струйном обтекании цилиндра с помощью пакета ANSYS CFX, сравнение полученных данных с результатами эксперимента и аналитического расчета.

Постановка задачи. Исследуется процесс теплообмена между поверхностью цилиндра и воздухом. Воздух с температурой 25 °С и скоростью 3 м/с подается в камеру смешения, после чего через решётку струи воздуха перпендикулярно попадают на поверхность цилиндра, температура поверхности которого 55 °С, т. е. рассматривается теплообмен при граничных условиях третьего рода.

После построения геометрической модели в КОМПАС-3D, задача разбивается на 2 домена: воздушное пространство и поверхность нагревателя. Задаются: вход и выход воздуха как показано на рис. 1; начальные параметры для теплоносителя (воздуха); значение теплового потока, отводимого с поверхности цилиндра.

Результаты расчетов распределения температуры воздуха и поверхности цилиндра, выполненные с помощью пакета ANSYS CFX, приведены на рис. 2.

Коэффициент теплоотдачи, рассчитанный с помощью пакета ANSYS CFX, составил 55,1 Вт/(м²·К).

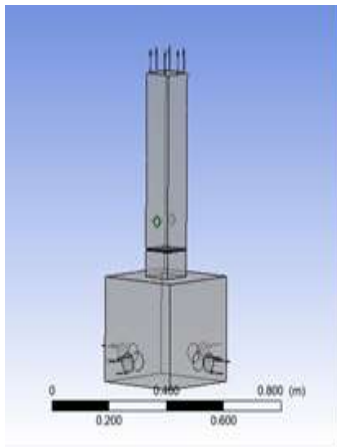


Рис. 1. Вход и выход воздуха

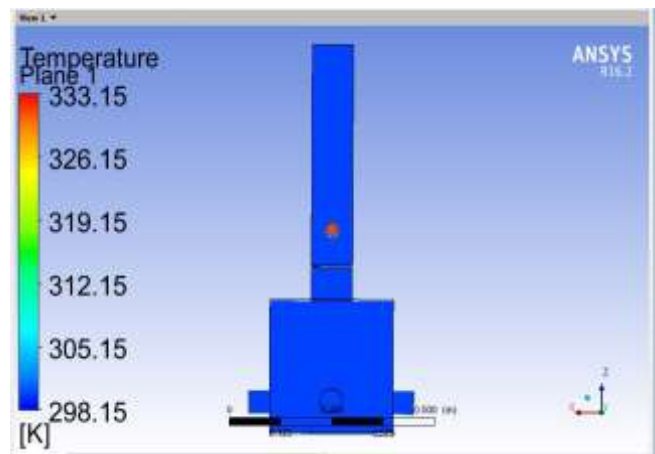


Рис. 2. Температурная шкала

Проведено сравнение величины коэффициента теплоотдачи, полученного с помощью пакета ANSYS CFX, с результатами эксперимента.

Схема экспериментальной установки показана на рис. 3. В камеру смешения (9) подавался воздух (с целью выравнивания поля скоростей воздух подавался с четырех сторон).

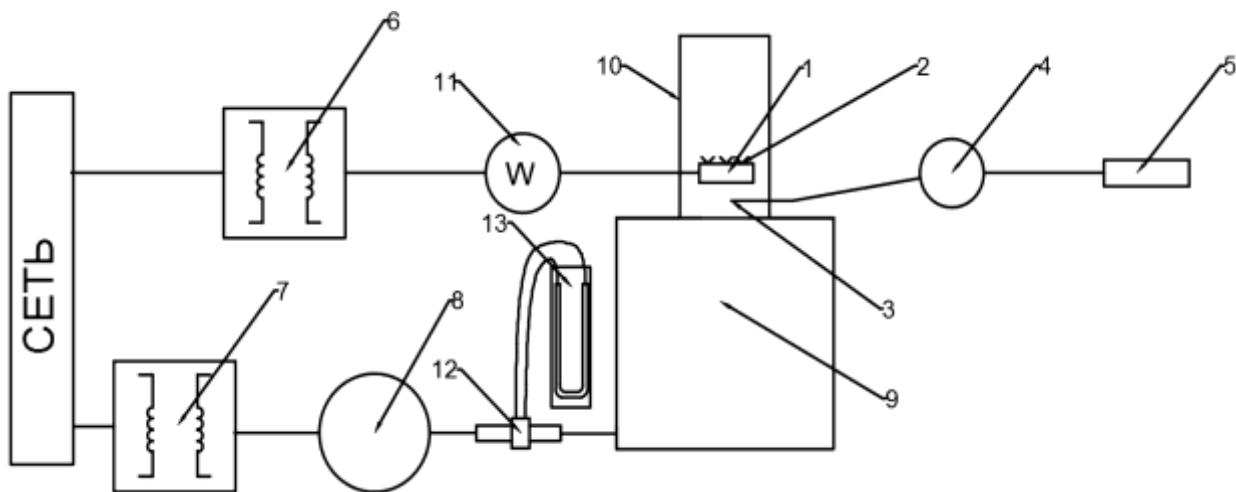


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

Воздух подавался с помощью воздуходувки (8), подключенной для регулировки его расхода через понижающий трансформатор (7). Расход воздуха определялся тарированной расходомерной шайбой (12), с помощью перепада давлений, измеряемого U-образником (13), заполненным водой. Из камеры смешения воздух через струйную решетку с диаметром отверстий 1 мм (в решетке было 100 отверстий) подавался в камеру (10), в которой находился горизонтально

расположенный медный цилиндр (1), закрепленный на высоте 80 мм от струйной решетки.

В корпусе медного цилиндра находился нагреватель и 3 медь-константановые термопары (2), установленные в середине и по краям цилиндра. Нагреватель подключался в сеть через понижающий трансформатор (6). Для измерения электрической мощности нагревателя использовался ваттметр (11).

Термопары подключались через переключающее устройство (4) к милливольтметру (5) для снятия показаний термо-ЭДС. Температура воздуха измерялась с помощью хромель-копелевой термопары (3).

По полученным экспериментальным данным был рассчитан коэффициент теплоотдачи, величина которого составила 52,5 Вт/(м²·К).

С целью аналитического расчета коэффициента теплоотдачи при струйном теплообмене была использована формула [2]

$$Nu = 0,89 Re^{0,7} \cdot \left(\frac{S}{d}\right)^{-0,58} \cdot \left(\frac{Z}{d}\right)^{-0,22},$$

где $Re = \frac{w_{ome} \cdot d}{\nu}$ – безразмерное число Рейнльдса, S – шаг между отверстиями решетки, d – диаметр отверстий в решетке, Z – высота нагревателя над решёткой.

Рассчитанная скорость воздуха через отверстия решетки оказалась равной 7,54 м/с.

Подставив значения всех величин в формулу, было вычислено безразмерное число Нуссельта

$$Nu = 0,89 Re^{0,7} \cdot \left(\frac{S}{d}\right)^{-0,58} \cdot \left(\frac{Z}{d}\right)^{-0,22} = 0,89 \cdot 965,19^{0,7} \cdot \left(\frac{0,01}{0,021}\right)^{-0,58} \cdot \left(\frac{0,08}{0,021}\right)^{-0,22} = 75,46$$

и рассчитан коэффициент теплоотдачи

$$\alpha = \frac{Nu \cdot d}{\lambda} = \frac{75,46 \cdot 0,021}{2,55 \cdot 10^{-2}} = 62,14 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Сравнивая величины коэффициентов теплоотдачи, полученные с помощью пакета ANSYS CFX, с результатами эксперимента и аналитического расчета можно констатировать удовлетворительное совпадение величин. Моделирование процесса теплообмена в ANSYS CFX дает значения коэффициентов теплоотдачи близкие к величинам, полученным экспериментальным путем, что значительно упрощает

расчёт и позволяет более точно производить подбор оборудования. Расчётный метод показал несколько более высокие результаты, что может быть связано с геометрическими особенностями установки.

Таким образом, построенную модель можно использовать для расчета процессов теплообмена.

Список использованных источников

1. Денисов М. А. Автоматизированное проектирование в ANSYS и в КОМПАС-3D: учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург : УрФУ, 2015. 264 с.
2. Королев В. Н. Тепломассобмен: учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2013. С. 126–128.

УДК 669.162

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ

COMPARISON OF ENERGY CONSUMPTION IN MODERN PRODUCTION TECHNOLOGIES OF STEEL

Войнов О. Ю., Лисиенко В. Г., Чесноков Ю. Н., Лаптева А. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
annalapteva@mail.ru

Voinov O. Yu., Lisienko V. G., Chesnokov Yu. N., Lapteva A. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Основные энергозатраты в современной цивилизации сосредоточены в технологиях производства стали. Без стали и других металлов наша цивилизация существовать не может. Приведены данные по энергозатратам при производстве стали различными методами, применяемые в настоящее время.

Abstract: The main power expenses in a modern civilization are