

Т. А. Ильина, Е. А. Петров, Н. С. Василевский, А. С. Колпаков
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
tanya-ilina-1995@mail.ru

ВЫБОР ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИХРЕВОЙ ВОЗДУХОРАЗДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассматриваются результаты моделирования вихревого движения в ANSYS и SolidWorks. Сделаны сравнительные выводы по результатам и выбрана оптимальная программная среда для целей моделирования вихревой воздухоораздачи в производственных зданиях.

Ключевые слова: моделирование; ANSYS; SolidWorks; вентиляция; вихревая воздухоораздача; производственные здания; энергоэффективность.

T. A. Ilina, E. A. Petrov, N. S. Vasilevskiy, A. S. Kolpakov
Ural Federal University, Ekaterinburg

SELECTION OF A SOFTWARE SYSTEM FOR THE PURPOSE OF MODELING VORTEX AIR PROCESS IN CONSTRUCTION

The article discusses the results of vortex motion modeling in ANSYS and SolidWorks. Comparative conclusions on the results were made and the optimal software environment was selected for the purpose of simulating vortex air distribution in industrial buildings.

Keywords: modeling; ANSYS; SolidWorks; ventilation; air vortex; industrial buildings; energy efficiency.

Существует довольно обширное теоретическое и экспериментальное исследование вихревого эффекта и его применение в различных областях техники. В статье [1] приведены результаты численного анализа теоретических основ вихревой

воздухораздачи компактными струями применительно к конкретному помещению выбранного типового проекта. Следует заметить, что численные значения результатов совпадают с теми, которые заявляют авторы методики применения вихревого эффекта в вентиляции производственных зданий.

Поскольку создание реальной экспериментальной установки для проверки полученных результатов [1] весьма трудоёмко и дорогостояще, построение экспериментов при помощи ЭВМ выглядит более привлекательно.

На данный момент уже созданы несколько программных систем, позволяющих смоделировать физические процессы в области движения сплошных сред. Одна из таких программных систем – ANSYS, широко известная, обладающая мощными расчетными инструментами. Но, поскольку ANSYS не имеет русифицированного интерфейса и широкой библиотеки русскоязычных учебных пособий, его освоение довольно затруднительно. В связи с этим, для решения поставленных задач исследования рассматривается еще одна программная система – SolidWorks, которая лишена данных недостатков.

На рис. 1 представлена схема организации вихревой вентиляции в строительном модуле, приведенная авторами методического пособия [2].

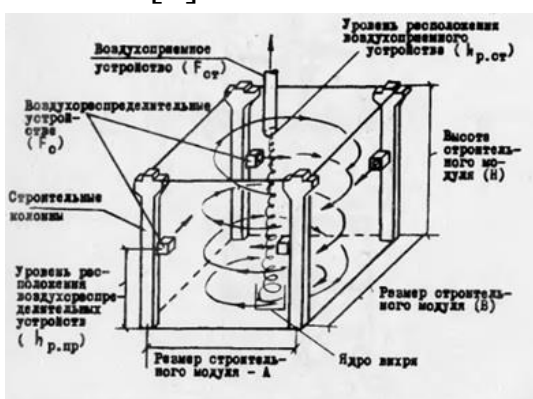


Рис. 1. Схема организации вихревой вентиляции в строительном модуле

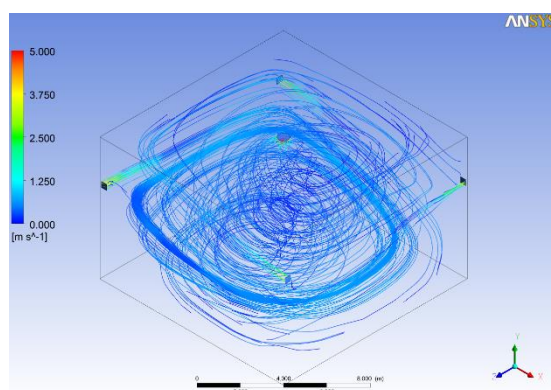


Рис. 2. Моделирование вихревой воздухораздачи компактными струями в строительном объеме в ANSYS

При помощи ANSYS смоделирована вихревая воздужораздача в строительном модуле. Результаты моделирования представлены на рис. 2. Приток воздуха организован тангенциально в четырех точках модуля.

Наблюдается формирование вихря, что согласуется с теорией об использовании вихревого движения в целях вентиляции производственных зданий [2].

Так как численный расчет вихревой вентиляции довольно объёмный и трудоёмкий, для проверки адекватности расчетов использована относительно простая модель водяного смесителя, работа которого основана на вихревом эффекте. Моделирование производилось в программных комплексах ANSYS (рис. 3) и SolidWorks (рис. 4).

Для моделирования приняты следующие исходные данные:

- диаметры входных патрубков: $d_1 = d_2 = 0,5$ м;
- температура воды на входе: $t_{\text{вх}1} = 20^\circ\text{C}$, $t_{\text{вх}2} = 75^\circ\text{C}$;
- скорость воды на входе: $w_1 = 5$ М/с, $w_2 = 10$ М/с.

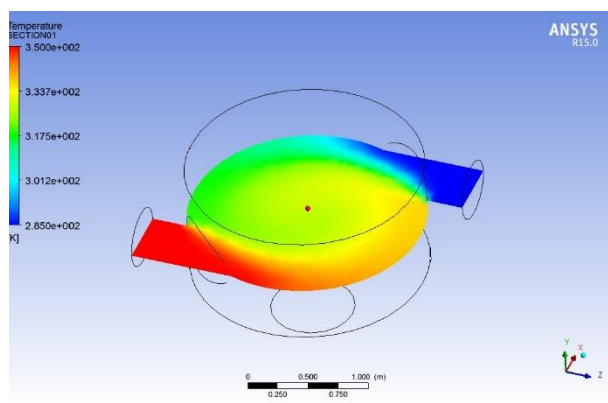


Рис. 3. Моделирование смесителя в ANSYS. Характер распределения температуры

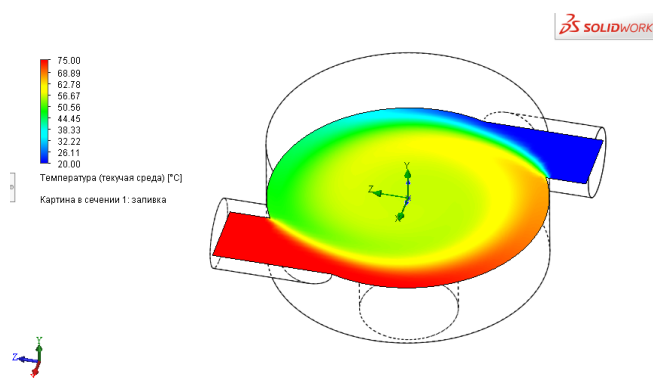


Рис. 4. Моделирование смесителя в SolidWorks. Характер распределения температур

Можно сделать вывод, что картины распределения температуры на рис. 3–4 имеют схожий характер. Поскольку результаты в ANSYS и SolidWorks совпадают, а SolidWorks имеет русифицированный и интуитивно понятный интерфейс, то в качестве приоритетной вычислительной системы выбран именно он.

Проверим адекватность расчетов в SolidWorks, вычислив температуру воды на выходе из патрубка. Изменением плотности и изобарной теплоемкости воды в ручном расчете пренебрегаем.

Площади живых сечений входных патрубков находим по формулам 1–2

$$f_1 = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,5^2}{4} = 0,19625 \text{ м}^2, \quad (1)$$

$$f_2 = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,5^2}{4} = 0,19625 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Расходы воды на входе рассчитываются с помощью выражений 3–4

$$G_1 = \rho \cdot w_1 \cdot f_1 = 1000 \cdot 5 \cdot 0,19625 = 981 \text{ кг/с}, \quad (3)$$

$$G_2 = \rho \cdot w_2 \cdot f_2 = 1000 \cdot 10 \cdot 0,19625 = 1963 \text{ кг/с}. \quad (4)$$

Составив тепловой баланс, выразим и вычислим температуру воды на выходе по (5)

$$t_{\text{вых}} = \frac{G_1 \cdot t_{\text{вх1}} + G_2 \cdot t_{\text{вх2}}}{G_1 + G_2} = \frac{981 \cdot 20 + 1963 \cdot 75}{981 + 1963} = 56,67^\circ\text{С}. \quad (5)$$

Согласно полученным результатам расчета в SolidWorks, среднее значение температуры по сечению на выходе из смесителя составляет 56,6 °С. Расхождение в расчетах – около 0,1 %.

Таким образом, в качестве приоритетной программы для моделирования и исследования вихревой воздухораздачи в производственных зданиях выбрана вычислительная система SolidWorks, обладающая русифицированным, интуитивно понятным интерфейсом, точность расчетов которой находится в требуемых пределах.

Список использованных источников

1. Ильина Т. А, Петров Е. А., Колпаков А. С. Сравнение способов воздухообмена производственного помещения // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 206–210.
2. Методические указания по проектированию вихревой вентиляции / Л. В. Кузьмина [и др.]. М. : ВЦНИИОТ, 1984. 52 с.