

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКЦИИ У ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Ратникова М.И., Зиганшин А.М.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
amziganshin@kgasu.ru

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования необходимо знать закономерности распространения течений возникающих у нагретых или охлажденных вертикальных поверхностей. Такая задача возникает, например, при защите остекления от ниспадающих охлажденных потоков. Знание характеристик, возникающих в этом случае течений, позволяет рассчитать необходимую мощность отопительного прибора, наиболее рационально и эффективно защищающего как само остекление от выпадения конденсата, так и помещение от проникновения охлажденных потоков.

При решении задачи защиты остекленных поверхностей от ниспадающих потоков воздуха, ее обычно разбивают на две – определение характеристик потока охлажденного воздуха развивающегося вдоль остекления и нагретого – вдоль отопительного прибора [1]. Затем исследуют взаимодействие этих потоков – определяют место слияния, характеристики результирующего течения. При этом решение задач проводится аналитически или экспериментально.

Аналитическое решение обычно проводится в рамках теории пограничного слоя [2-6] или с использованием интегрального метода [5, 7]. В результате получают зависимости для теплоотдачи, изменение максимальной скорости и избыточной температуры вдоль потока, а также в его поперечных сечениях. Имеются примеры и экспериментального исследования таких течений, например в [8, 9].

Результаты, полученные аналитически и экспериментально, обычно ограничиваются рассмотрением частных случаев течения жидкости у нагретой поверхности в виде бесконечной пластины. Имеются работы, посвященные численному исследованию свободной конвекции у вертикальных поверхностей. При этом, как правило, используется самостоятельно написанный программный код, например [11], поэтому геометрия исследуемых областей в этих случаях также максимально упрощена.

На сегодняшний день большое развитие получили, так называемые, инженерные вычислительные комплексы, которые позволяют, не имея специального математического и программистского образования, проводить исследования в области вычислительной гидродинамики – *Computational Fluid Dynamics (CFD)*.

Основным преимуществом численного моделирования является возможность исследования течений при достаточно сложных условиях – сложная геометрия, взаимодействие потоков и т.д. Однако основная проблема здесь заключается в проверке адекватности полученного численного решения. Для этого на первом этапе определяется *численная схема* (комплекс всех моделей, уравнений и условий задачи), адекватно воспроизводящая все основные характеристики исследуемого течения при сравнении с достоверными аналитическими или экс-

периментальными данными. Далее с использованием найденной схемы могут моделироваться подобные, но ранее неисследованные течения.

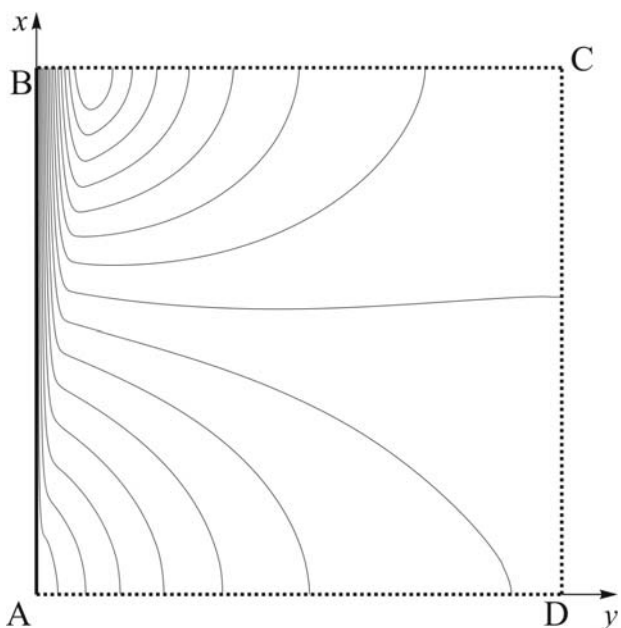


Рис. 1. Схема расчетной области и течения

В этой работе определяется численная схема решения задачи о естественной конвекции вдоль нагретой вертикальной пластины, дающая результаты, наиболее близкие к известным.

На первом этапе работы с вычислительным комплексом в препроцессоре *Gambit* строится исследуемая область и расчетная сетка в ней. Далее в процессоре *Fluent* устанавливаются граничные условия (рис. 1) и проводится решение.

На рисунке границы BCDA – проницаемы, AB – вертикальная равномерно нагретая стенка ($T=332,15\text{ K}$).

На рис. 2 приведено сравнение профилей скорости и температуры в продольном сечении течения у нагретой стенки, полученных численно, с результатами аналитического решения [7] и экспериментального исследования [8].

татами аналитического решения [7] и экспериментального исследования [8].

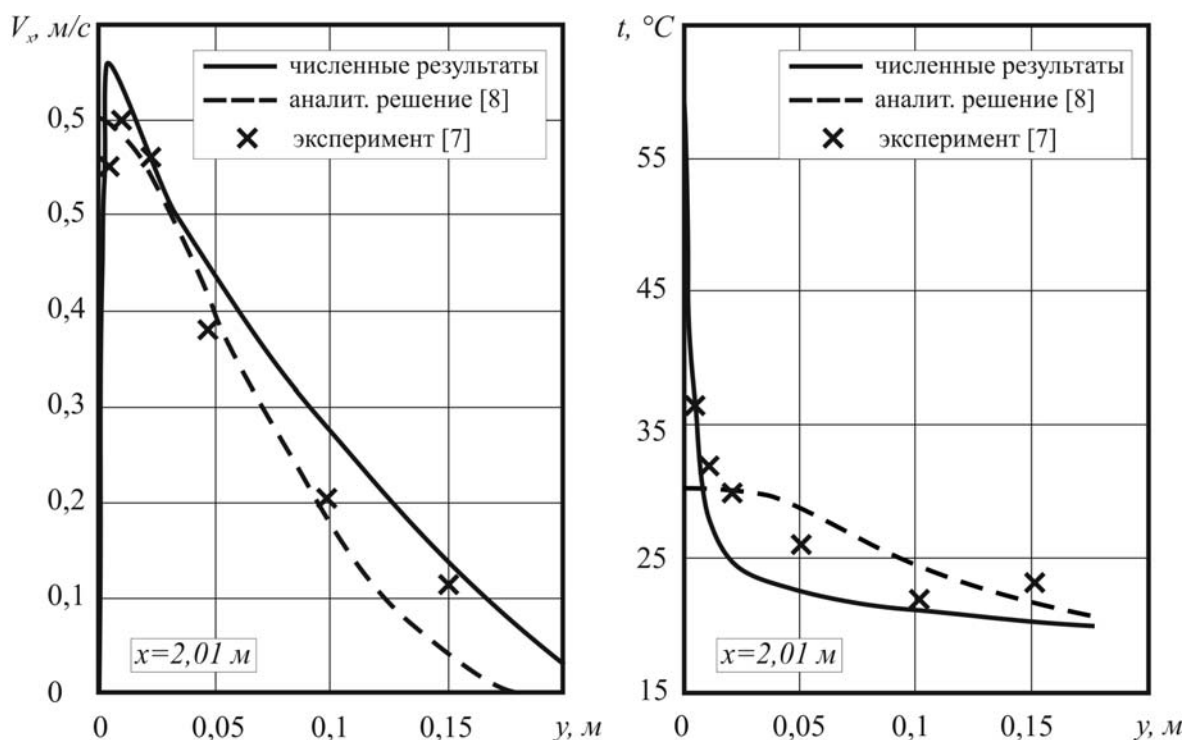


Рис. 2.

Видно хорошее совпадение результатов между собой, что позволяет говорить об адекватном компьютерном моделировании поставленной задачи.

В дальнейшем предполагается расширить применение данной численной схемы для решения задач о конвективных потоках у вертикальных нагретых поверхностей, заделанных вглубь и выступающих из окружающей стенки.

Библиографический список

1. Горских, Сергей Александрович. Моделирование взаимодействия плоских полуограниченных струй воздушных завес: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.03. Воронеж, 2003. 165 с.
2. Eckert E., Jackson T. Analysis of turbulent free convection boundary layers on flat plate // NASA. TN 2207. 1950.
3. Schmidt E., Beckmann W., with Pohlhausen E. // Tech. Mech. Thermodyn., 1, 341, 391 (1930).
4. H. Schuh The solution of the laminar-boundary - layer equation for the flat plate for velocity and temperature fields for variable physical properties and for the diffusion field at high concentration // NASA. TM 1275. 1950.
5. Гебхарт Б., Джалурия И., Махаджан Р., Саммакия Б. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен. В 2-х кн. Кн. 1 / Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 678 с.
6. Martynenko O. G., Berezovsky A. A. and Sokovishin Yu. A. Laminar free convection from a vertical plate // International Journal of Heat and Mass Transfer. 1984. Vol. 27. P. 869-881.
7. Шепелев, И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении / И.А. Шепелев. М.: Стройиздат, 1978. 145 с.
8. Griffiths, Ezer, and Davis, A. H.: The transmission of heat by radiation and convection. Special Rep. No. 9, Food Investigation Board, British Dept. Sci. and Ind. Res., 1922.
9. Oleg G. Martynenko, Pavel P. Khramtsov Free-Convective Heat Transfer. With Many Photographs of Flows and Heat Exchange. Springer. 2005. 516 p.
10. B. Webb Interaction of radiation and free convection on a heated vertical plate-Experiment and analysis // Journal of Thermophysics and Heat Transfer. 1990. Vol. 4. P. 117-121.
11. Miyamoto M., Kato Y., Kurima J., Kurihara S., Yamashita K. Free convection heat transfer from vertical and horizontal short plates // International Journal of Heat and Mass Transfer. 1985. Vol. 28. P. 1733-1745.

ГЕНЕРАТОР КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ ПОДВИЖНОГО ЭЛЕМЕНТА

Рянов Л.Н.

*Уфимский государственный авиационный технический университет
r.linar@mail.ru*

В последнее время наблюдается тенденция возрастания интереса к автономным источникам энергии, подтверждением служит появление значительного количества публикаций, патентов и опытных образцов во всем мире. Так с помощью малогабаритных и легких генераторов, дополненных выпрямителями, накопительными конденсаторами и преобразователями напряжения, повсеместно можно подзаряжать аккумуляторные батареи разнообразных маломощных потребителей, таких как сотовый телефон, фотоаппарат, КПК, ноутбук, а в перспективе и индивидуальную экипировку солдата будущего. Особый интерес проявляется к генераторам колебательного движения, которые позволяют использовать, окружающую нас, механическую энергию вибраций, толчков и т. п. Наиболее целесообразно использовать для этих целей генераторы с постоянными магнитами, при этом нет потерь энергии на возбуждение магнитного поля и существенно повышается автономность.