

ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА КОНВЕКТИВНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ВЕРТИКАЛЬНО ЗАВИХРЕННОЙ ЖИДКОСТИ

Бурмашева Н.В.^{1,2}, Дьячкова А.В.^{1,2}

¹⁾ Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация.

²⁾ Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация.
E-mail: zetsuen160@outlook.com

WIND EFFECT ON THE CONVECTIVE FLOW OF A VISCOUS INCOMPRESSIBLE VERTICALLY SWIRLING FLUID

Burmashева N.V.^{1,2}, Dyachkova A.V.^{1,2}

¹⁾ Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation.

²⁾ Institute of Engineering Science, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation.

The new exact solution describing the convective flow of a viscous incompressible vertically swirling fluid in a horizontal layer is obtained. The flow is induced by an inhomogeneous distribution of a temperature, pressure and wind velocity. This solution can describe the occurrence of counterflows.

Традиционно используемой для описания движения вязких жидкостей в неоднородном тепловом поле моделью является система уравнений тепловой конвекции [1]. Нелинейность этой системы обуславливает сложность ее интегрирования и анализа ее точных (аналитических) нетривиальных решений. Один из подходов к интегрированию рассматриваемой системы основан на использовании классов точных решений, линейных по части переменных. Впервые данный класс был предложен Ц. Линем для задач магнитной гидродинамики [2]. При внешней простоте этот класс позволяет описывать нелинейные эффекты, наблюдаемые в вязких жидкостях. В настоящей работе рассматривается сдвиговое конвективное течение с полем скоростей вида $V_x = u(z) + a(z)y$, $V_y = v(z)$.

Помимо сложностей отыскания общего решения остается проблема выбора краевых условий, адекватно описывающих происходящий в жидкой среде процесс. Тип краевого условия существенно зависит от соприкасающихся на границе сред. Например, на контакте жидкости с твердой поверхностью традиционно используется условие прилипания [3]. На контакте жидкости с воздухом может задаваться скорость движения контактной поверхности. Это условие можно трактовать как ветровое воздействие на границе области течения жидкости. Свойства частного решения сильно зависят от выбора системы краевых условий.

Третья проблема касается способов анализа полученного точного решения. Иногда зависимость характеристик течения от координат введенной

(необязательно декартовой) системы оказывается сильно нелинейной, и не удастся провести анализ «в лоб». В этом случае приходится применять альтернативные подходы, например, как это сделано в [4].

В данной работе представлено точное решение, описывающее сдвиговое конвективное течение вязкой несжимаемой вертикально завихренной жидкости в протяженном горизонтальном слое. Рассматриваемое течение индуцировано неоднородным распределением температуры, давления и скорости ветра на верхней границе слоя. Показано, что полученное точное решение способно описывать течения с достаточно сложным профилем (см. рис. 1) с наличием точек застоя, где скорость принимает нулевое значение, и зон с обратным течением.

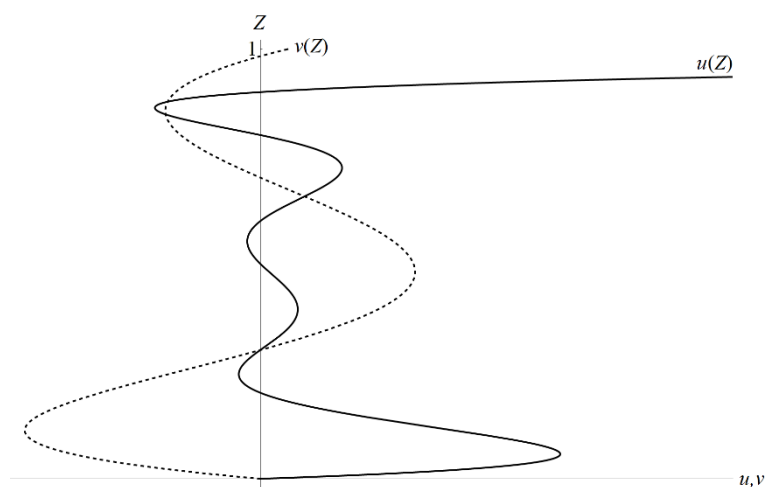


Рис. 1. Профили компонент u , v поля скорости

1. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. – М.: Наука, 1972. – 392 с.
2. Lin C.C. Note on a class of exact solutions in magneto-hydrodynamics // Arch. Rational Mech. Anal. – 1958. – Vol. 1. – Is. 1. – P. 391-395.
3. Goldstein S. Modern Developments in Fluid Mechanics - II. – Oxford: Oxford Univ. Press, 1938.
4. Burmasheva N.V., Prosviryakov E.Yu. Studying the stratification of hydrodynamic fields for laminar flows of vertically swirling fluids // Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures. – 2020. – Iss. 4. – P. 62–78. – DOI: 10.17804/2410-9908.2020.4.062-078.