

УДК 519.6: 532.5

Возможные виды течения в закрытой каверне и противоречия в задаче с подвижной крышкой.

Н.К. Волосова (аспирант Московского государственного технического университета МГТУ им. Н.Э. Баумана);

М.А. Басараб (профессор, д.ф. - м.н. Московского государственного технического университета МГТУ им. Н.Э. Баумана);

К.А. Волосов, профессор, д.ф. - м. н.,

А.К. Волосова, к. ф.- м. н. (ООО «Трамплин») г. Москва;

*к. ф.-м. н., доц. Д.Ф. Пастухов, к. ф.-м. н., доц. Ю.Ф. Пастухов
(Полоцкий государственный университет)*

Аннотация. Указаны противоречия в решениях краевой задачи течения вязкой ньютоновской жидкости в закрытой кювете с подвижной крышкой. Сравниваются свойства решений различных нелинейных задач. Проводится некоторая аналогия с задачами отека пластины Блаузиуса. Впервые выделены главные члены уравнений в геометрии кюветы и построена простая асимптотика дающая представление о решении по аналогии с решением Блаузиуса в теории пограничного слоя. Обоснован переход к краевой задаче с открытой кюветой, которую рассматриваем как модель задачи об аневризме. Численными итерационными методами исследованы различные приближения решения первой краевой задачи для уравнений Навье Стокса и типы течений в закрытой кювете. Проведено сравнение с результатами работ по численным исследованиям такой задачи другими авторами.

Введение. В данной работе разделяем отдельно две задачи : **«течения в закрытой каверне с подвижной крышкой»** и **«течения в открытой каверне с подвижной крышкой»**. Данная работа посвящена анализу **«течения ньютоновской жидкости в закрытой каверне с подвижной крышкой»**.

В данной работе рассматривается краевая задача в закрытой кювете с подвижной верхней стенкой без свободной поверхности в рассматриваемом объеме. Поэтому силы тяжести учтены и «спрятаны» в функции давления [23] . Приводится её численные решения разными методами. (см, например [2]-[41].)

Литература.

1. F. Romano, H. C. Kuhlmann,. Particle- boundary interaction in a shear-driven cavity flow. Theor. Comput. Fluid Dyn., 31:427-445, 2017.
2. J.Jong, F. Hussian On the identification of a vortex. J. Fluid. Mech. A study 285:69-94, 1995.
3. T.W. Sheu, S.F. Tsai. Flow topology in a steady three –dimensional lid-driven cavity. Comp. Fluids 31:911-934, 2002.
4. U. Ghia, K.N. Ghia, C.T. Shen. High-Re solutions for incompressible flow using the Navier-Stokes equations and a multigrid method. J. Comput. Phys., 48: 387-411, 1982.
5. P.N. Shankar Slow viscous Flows. National Aerospace laboratories, India.

2007.

6. A. Salih. An Exact solutions of Navier-Stokes equation. Indian Institute of space science and technology. Thiruvanthapuman. 2011.

7. J.F. Scott. Moffatt-type flows in a trihedral cone. J. Fluid Mech. 725;446-461,2013.

8. W.W. Schultz, H.B. Keller, Drinev cavity flows by efficient numerical techniques. J.Comp. Phys., 49:310-333, 1983.

9. C.Kuhlmann, S.A. Albensoeder. Stability of steady three-dimensional lid-driven in a cube and the supercritical flow dynamics. Pys.Fluids, 26(2)024104-1-024104-11, Feb. 2014, ISSN 1070-6631, 1089-7666.

10. J.M. Lopez, B.D.Welfert, K.Wu. Yalim, J. Yalim Transition to the complex dynamics in the cubic lid-driven cavity. Pysis. Rev. Fiuids., 2:074401-1-074401-23, 2017.

11. J. C. Loiseau , J.C. Robinet, E. Leriche Intrmittency and transition to chaos in the cubical lid-driven cavity flow. Fluid Dyn. Res., 48(6) : 164-1421-1-061421-11, 2016.

12. P.D. Anderson, O.S. Galaktionov, G.W. Peters, F.N. van de Vosse, H.E. Meijer. Chaotic fluid mixing in non-quasi-static flows. Int. J. Head Fluid Flow, 21(2): 176+185, 2000, ISSN 0142-727X.

13. W.L. Chien, H.Rising, J. M. Ottino. Laminar mixing and chaotic mixing in several cavity flow. J. FFluid Mech. , 1700:355-377, 1986.

14. Hassan Aref. Chaotic advection of fluid Particles. Philosophical Transactions: Physical Sciences and Engineering. V. 333, No 1631, <http://www.jstor.org/stable/53810>.

15. Hendrik C. Kuhlmann, Franceasco Romano. The Lid-Driven cavity. <http://www.resachgate.net> > 324413434 , 2018.

16. A. Straccia How to Solve a Classic CFD Benchmark: The Lid-Drivev Cavety Problem. www.comsol.com/blogs> howtosolve. May 2018.

17. A. Salih. Streamfunction – Vorticity Formulation. <http://www.iist.as.i/people/psi/omega>. 2013.

18. Goldstein S. On Laminar Doundary –Layes Flow Near a Position Separation// Q.J. of Mechanics and Applied Mathematics, 1948 , (1) pp.43-69.

19. A. Salih Streamfunction - Vorticity Formulation//Department of Aerospace Engineering Indian Institute of Space Science and Technology, Thiruvananthapuram-Mach 2013. p.10.

20. Волосова Н.К. О конечных методах решения уравнения Пуассона на прямоугольнике с краевым условием Дирихле // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2020. – № 4. – С. 78–92.

21. Модифицированное разностное уравнение К.Н. Волкова для

уравнения Пуассона на прямоугольнике с шестым порядком погрешности/ Волосова Н.К. и др. // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 3-1 (61). С. 4-11.

22. Вычисление поля давления по полю скорости в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны/ Волосова Н.К. // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 9-1 (67). С. 1-10.

23. Фомин А.А., Фомина Л.Н. Численное моделирование течения жидкости в плоской каверне при больших числах Рейнольдса. Вычислительная механика сплошных сред.2014.Т.7.№4.С 363-377.

24. Л.Г. Лойцянский Механика жидкости и газа. Главная редакция Физматлит. «Наука», М. 1978 г.

25. А.А. Самарский введение в теорию разностных схем. М. Наука, 1971.

26. М.Ф. Кравченко, М.А. Басараб Булева Алгебра и методы аппроксимации в краевых задачах электродинамики. Физматлит. 2004.

27. Данилов В.Г., Гайдуков В.Г. Асимптотики решения задачи обтекание несжимаемой жидкостью поверхностей малыми неровностями при больших числах Рейнольдса., Асимптотики решений задач обтекания несжимаемой жидкостью поверхностей., 2016, том 15, номер 1, 5–102.

28. Альбом течений жидкости и газа . М. «МИР» , 1986 г.

29. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика.. М. ФИЗМАТЛИТ. 2006, 736с.

30. С. Мизохата Теория уравнений с частными производными. Под ред. О.А.Олейник М. МИР. 1977.

31. Куфнер А. Фучик С. Нелинейные дифференциальные уравнения. Под. Ред. Похожаева С.И. М. ФИЗМАТЛИТ. Наука, 1988.

32. О.А.Ладыженская Шестая проблема тысячелетия : уравнения Навье-Стокса. УМН. 2003, том.58, вып. 2 (350) , с.48-78.

33. Бахвалов Н.С. Численные методы . Глав ред. Физ-мат. литерат. «Наука», М. 1973, 631с.

34. Моисеев Н. Н. Асимптотические методы нелинейной механики. – М.: Наука, 1981. 399 с.

34. Андрианов И.В., Баранцев Р.Г., Маневич Л.И. Асимптотическая математика и синергетика. М. Едиториал.УРСС.2004 304с.

35. *В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А. Волосов.* Математическое моделирование процессов тепломассопереноса (эволюция диссипативных структур) С добавлением Н.А. Колобова, - М.:Наука, 1987, 352 с.

36. Danilov V. G., Maslov V. P., Volosov K. A. Mathematical Modelling of Heat and Mass Transfer Processes. Kluwer Academic publishers. Dordrecht. Boston. London, 1995. – 316 p.
37. Г.Н. Лазаренко. Предикаты кардиально риска у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты. Автореферат, канд. мед. наук. 2011г. Москва.
38. Волосов К.А. Конструкция решений квазилинейных уравнений с частными производными. Сибирский журнал индустриальной математики. 2008, т.11 н.2 (34), с.29-39
39. О роли профиля скорости на верхнем отрезке в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны/ Волосова Н.К.и др. // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 5-1 (63). С. 11-17.
40. A. Salih. Streamfunction - Vorticity Formulation//Department of Aerospace Engineering Indian Institute of Space Science and Technology, Thiruvananthapuram-Mach 2013. p.10.
- 41.Пастухов Д.Ф. Аппроксимация уравнения Пуассона на прямоугольнике повышенной точности / Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2017. – № 12. – С. 62–77.