

УДК 536.22

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ В СЛОЯХ МАРАНГОНИ

© 2014 г. В.А. Батищев, В.В. Заикин, В.А. Гетман

Батищев Владимир Андреевич – доктор физико-математических наук, профессор, кафедра теоретической и компьютерной гидродинамики, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: batish@math.sfedu.ru.

Batischev Vladimir Andreevich – Doctor of Physical and Mathematical Science, Professor, Department of Theoretical and Computer Fluid Dynamics, Faculty of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences, Southern Federal University, Milchakov St., 8a, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: batish@math.sfedu.ru.

Заикин Виктор Владимирович – аспирант, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: 88@mail.ru.

Zaikin Viktor Vladimirovich – Post-Graduate Student, Faculty of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences, Southern Federal University, Milchakov St., 8a, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: 88@mail.ru.

Гетман Вероника Андреевна – магистр, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: vnikaget@gmail.com.

Getman Veronika Andreevna – Master Student, Faculty of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences, Southern Federal University, Milchakov St., 8a, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: vnikaget@gmail.com.

На основе системы Навье–Стокса изучен эффект возникновения вращательного движения жидкости в тонком пограничном слое вблизи свободной недеформируемой границы при воздействии на эту поверхность продольного градиента температуры. Рассмотрены два случая стационарного осесимметричного термокапиллярного течения жидкости в полупространстве, а именно радиальный градиент температуры вдоль свободной поверхности положителен в первом случае и отрицателен во втором. В первом случае возникает вращательное движение жидкости только в пограничном слое. Вне пограничного слоя вращение отсутствует. Во втором случае вращательный эффект не обнаружен.

Ключевые слова: свободная граница, пограничный слой, эффект Марангони, вращение, малая вязкость, теплопроводность.

This article examined the effect of the rotational motion of a fluid in a thin boundary layer near the free surface at the impact of this surface longitudinal temperature gradient. We investigated two cases of stationary axisymmetric thermocapillary flow, namely the radial temperature gradient along the free surface is positive in the first case, and negative in the second case. Rotational fluid flow arises only in the boundary layer in the first case. Rotation of the fluid is absent in the region of the boundary layer. The rotational effect is not observed in the second case.

Keywords: free surface, boundary layer, effect of Marangoni, rotation, small viscosity, thermal conductivity.

Литература

1. Napolitano L.G. Marangoni boundary layers // Proceedings III European Symposium on Material Science in Space. Grenoble, 1979. P. 313 – 315.
2. Пухначев В.В. Групповой анализ уравнений нестационарного пограничного слоя Марангони // Докл. АН СССР. 1984. Т. 279, № 5. С. 1061 – 1064.
3. Шкадов В.Я. К образованию волн на поверхности вязкой тяжелой жидкости под действием касательного

напряжения // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1970. № 3. С. 133 – 137.

4. Батищев В.А. Асимптотика неравномерно нагретой свободной границы капиллярной жидкости при больших числах Марангони // Прикладная математика и механика. 1989. Т. 53, вып. 3. С. 425 – 432.

5. Батищев В.А., Хорошунова Е.В. Возникновение вращательных режимов при термокапиллярном течении неоднородной жидкости в слое // Прикладная математика и механика. 2000. Т. 64, вып. 4. С. 560 – 568.

Поступила в редакцию

24 января 2014 г.

УДК 539.3

FINITE ELEMENT MODELLING OF PIPELINE WITH VOLUMETRIC DEFECT (КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДА С ОБЪЕМНЫМ ДЕФЕКТОМ)

© 2014 г. А.А. Ляпин, М.И. Чебаков, А. Dumitrescu, G. Zecheru

Ляпин Александр Александрович – кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики Южного федерального университета, пр. Стачки, 200/1, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: lyapin@sfnedu.ru.

Lyapin Alexandr Alexandrovich – Candidate of Physical and Mathematical Science, Junior Scientific Researcher, Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics of Southern Federal University, Stachki Ave, 200/1, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: lyapin@sfnedu.ru.

Чебаков Михаил Иванович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом механики контактных взаимодействий, Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики Южного федерального университета, пр. Стачки, 200/1, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: chebakov@math.rsu.ru.

Chebakov Mikhail Ivanovich – Doctor of Physical and Mathematical Science, Professor, Head of Contact Mechanics Department, Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics of Southern Federal University, Stachki Ave, 200/1, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: chebakov@math.rsu.ru.

Думитреску Андрей – доцент, Университет нефти и газа Плоешти, бул. Бухареста, 39, г. Плоешти, 100030, Румыния, e-mail: andrei_d@upg-ploiesti.ro.

Dumitrescu Andrei – Associate Professor, Petroleum-Gas University of Ploiesti, Bucharest Bd., 39, Ploiesti, 100030, Romania, e-mail: andrei_d@upg-ploiesti.ro.

Зечеру Георге – профессор, Университет нефти и газа Плоешти, бул. Бухареста, 39, г. Плоешти, 100030, Румыния, e-mail: gzecheru@upg-ploiesti.ro.

Zecheru Gheorghe – Professor, Petroleum-Gas University of Ploiesti, Bucharest Bd., 39, Ploiesti, 100030, Romania, e-mail: gzecheru@upg-ploiesti.ro.

Рассмотрена нелинейная задача о моделировании поврежденного трубопровода под действием внутреннего давления. При помощи метода конечных элементов построены поля смещений, пластических деформаций и напряжений в среде. Расчет проведен с использованием модели пластичности для материала трубопровода. Проанализирован уровень напряжений в различных областях конструкции. В качестве материала использован наиболее распространенный сплав, применяемый при создании нефтяных трубопроводов. Изучено влияние геометрии дефекта на напряженно-деформированное состояние структуры. Получены результаты, позволяющие сократить расходы на создание тестовых образцов.

Ключевые слова: трубопровод, дефект, пластичность.

The nonlinear static problem of the modeling of pipeline with volumetric surface defects, under inner pressure was considered. Using the finite element approach unknown displacements and stresses fields were constructed. The simulation was made using the appropriate model of plasticity for the pipeline material. The level of stresses is analyzed for various zones of construction. As a material for pipeline was used the most popular alloy that used for production of oil pipelines. The influence of defect geometry on the stress-strain behavior of the pipeline system was investigated. The results allowing to decrease the cost for creation of testing specimens were obtained.

Keywords: pipeline, defect, plasticity.

References

1. Alexander C.R. Development of Standards for Composite Repair Systems / Pipeline & Gas Technology Magazine, Hart Energy Publishing, LP, October 2009 Edition. 2009. P. 1 – 4.
2. Duell J.M., Wilson J.M., Kessler M.R. Analysis of a carbon composite overwrap pipeline repair system // International J. of Pressure Vessels and Piping. 2008. № 85. P. 782–788.
3. Kyu-Hyeon Lee, Sang-Hoon Rhee The mechanical properties and bioactivity of poly(methyl methacrylate) / SiO₂-CaO nanocomposite // Biomaterials. 2009. № 30. P. 3444–3449.

Поступила в редакцию

13 марта 2014 г.

УДК 532.582

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ

© 2014 г. Б.И. Сметанин, А.Е. Тарасов

Сметанин Борис Иванович – доктор технических наук, профессор, кафедра теоретической и компьютерной гидроаэродинамики, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: smet@math.sfedu.ru.

Smetanin Boris Ivanovich – Doctor of Technical Science, Professor, Department of Theoretical and Computer Hydroaerodynamics, Faculty of Mathematics, Mechanics and Computer Science, Southern Federal University, Milchakov St., 8a, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: smet@math.sfedu.ru.

Тарасов Александр Евгеньевич – аспирант, Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики Южного федерального университета, пр. Стачки, 200/1, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: aetarasov@sfedu.ru

Tarasov Alexander Evgenievich – Post-Graduate Student, Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics of Southern Federal University, Stachki Ave, 200/1, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: aetarasov@sfedu.ru.

Рассмотрена в линейной постановке задача о взаимодействии упругой круговой цилиндрической оболочки конечной длины с потоком идеальной несжимаемой жидкости. Оболочка совершает вынужденные осесимметричные гармонические изгибные колебания, вызывающие бегущие по ней продольные волны. С использованием метода интегральных преобразований задача сведена к решению системы интегрального и дифференциального уравнений. Приближенное решение этих уравнений ищется в виде разложений по функциям, образующим полные ортогональные системы. Оба уравнения сведены к решению двух систем линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов указанных разложений. Результаты численной реализации алгоритма решения задачи представлены в виде графиков.

Ключевые слова: упругая круговая цилиндрическая оболочка, поток идеальной несжимаемой жидкости, взаимодействие оболочки с жидкостью.

Problem of the interaction of elastic circular cylindrical shell of finite length with a flow of ideal incompressible fluid in a linear formulation was considered. Shell makes forced axisymmetric harmonic bending vibrations causing progressing longitudinal waves. Using the method of integral transforms the problem was reduced to solving a system of integral and differential equations. Approximate solution of these equations is searched in the form of expansions of the basic unknown functions in the functional series on orthogonal polynomials. Both equations are reduced to solving two systems of linear algebraic equations for the coefficients of these expansions. The results of the numerical implementation of the algorithm for solving the problem presented in the form of graphs.

Keywords: elastic circular cylindrical shell, flow of an ideal incompressible fluid, shell interaction with the liquid.

Литература

1. Вибрации в технике : справочник: в 6 т. Т. 1 / под ред. В.В. Болотина. М., 1978. 352 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., 2003. 840 с.
3. Сметанин Б.И., Тарасов А.Е. Гидродинамическое моделирование движителя в виде цилиндрической оболочки в потоке жидкости // Современные проблемы механики сплошной среды : тр. XVI Междунар. конф., Ростов н/Д, 15–18 октября 2012 г. Т. II. Ростов н/Д, 2012. С. 210 – 214.

4. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1971. 1108 с.
5. Александров В.М., Коваленко Е.В. Задачи механики сплошных сред со смешанными граничными условиями. М., 1986. 336 с.
6. Беляев В.В., Грунтфест Р.А. Волновой движитель как пропульсивная система // Изв. СКНЦ ВШ. Естеств. науки. 1974. № 4. С. 18 – 23.

Поступила в редакцию

25 декабря 2013 г.