

МЕХАНИКА

УДК 539.3

ДЕФОРМИРОВАНИЕ КОНТАКТИРУЮЩИХ УПРУГИХ КРУГОВЫХ ЦИЛИНДРОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ОСЯМИ ВБЛИЗИ ЗОНЫ КОНТАКТА

© 2014 г. А.Д. Азаров

Азаров Анатолий Дмитриевич – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий отделом сложных информационно-измерительных систем, НИИ механики и прикладной математики им. И.И. Воровича Южного федерального университета, пр. Стачки, 200/1, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: polyani49@mail.ru.

На основе численных расчетов при разных значениях радиусов и свойствах материалов изучено сопряжение форм профилей контактирующих цилиндров в плоской постановке с привлечением точного решения Мухелишвили и формул, полученных Т.Т. Лоо и Н.У. Трой. Выполнен анализ влияния кривизны на напряженно-деформированное состояние в зоне контакта цилиндров. Проведено сопоставление и показана разница между решениями Герца и Т.Т. Лоо, Н.У. Трой.

Ключевые слова: контакт упругих цилиндров, напряженное состояние, деформирование, кривизна.

Литература

1. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия: пер. с англ. М., 1989. 510 с.
2. Лоо Т.Т., Трой Н.У. Effect of curvature on the Hertz theory for two circular cylinders in contact // J. Appl. Mech. 1958. Vol. 25. P. 122–124.
3. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966. 707 с.
4. Азаров А.Д., Бабенко И.С., Журавлев Г.А. Анализ влияния кривизны упругих тел на напряженно-деформированное состояние в зоне их контакта // Совр. проблемы механики СС: тр. XV Междунар. конф., г. Ростов-на-Дону, 4-7 декабря 2011 г. Т. I. Ростов/Д, 2011. С. 6–10.
5. Азаров А.Д., Журавлев Г.А., Бабенко И.С. Анализ влияния кривизны контактирующих упругих цилиндров на их напряженное состояние // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2013. № 2. С. 21–26.

УДК 532.5:519.6

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ–СТОКСА В ЗАДАЧЕ ОБТЕКАНИЯ ТОНКОЙ ПЛАСТИНКИ

© 2014 г. Я.А. Бердник

Бердник Янина Александровна – аспирант, кафедра теоретической и компьютерной гидроаэродинамики, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: yaninaberdnik@mail.ru.

Решения данной задачи в рамках теории пограничного слоя рассматривались и ранее в многочисленных работах. В отличие от остальных решений в качестве исходных уравнений нами берутся точные уравнения Навье–Стокса. Также предлагается новый подход, использующий специальный итерационный процесс. Возмущения на каждом последующем шаге итерационного процесса предполагаются малыми по сравнению с предыдущими приближениями, и по ним производится линеаризация. В качестве начального приближения берётся невозмущенный набегающий поток. На каждом шаге решается интегральное уравнение относительно функции вязкого трения на пластинке.

Ключевые слова: уравнения Навье–Стокса, интегральные уравнения, вязкая жидкость, итерационный метод, плоская пластинка, сила трения, функция вязкого трения, преобразование Фурье.

Литература

1. Qussai J. Abdul-Ghafour. A general velocity profile for a laminar boundary layer over flat plate with zero incidence // J. of Engineering. 2011. Vol. 17. P. 1614–1622.
2. Massey B.S. Mechanics of fluids. L.; N.Y., 2006. 696 p.

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / пер. с нем.; под ред. Л. Г. Лойцянского М., 1974. 711 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., 1973. 848 с.

УДК 532.783

ФИЛЬТРАЦИОННОЕ ТЕЧЕНИЕ В МАССИВЕ С РАДИАЛЬНО-АНИЗОТРОПНЫМИ ЗОНАМИ И ПРОТЯЖЕННОЙ ЛИНИЕЙ СБРОСА

© 2014 г. Х.С. Лайпанов

Лайпанов Хамит Сулейманович – кандидат физико-математических наук, профессор, кафедра физики, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, ул. Ленина, 29, г. Карачаевск, КЧР, 369202, e-mail: Laipanov-777@mail.ru.

Решается задача фильтрации в среде, расположенной на полуплоскости, ограниченной линией сброса, изрезанной полукольцевой трещиной на радиально-анизотропные зоны. Полученные результаты представлены в самом общем виде, позволяющем построить любые течения в 32 различных нефтяных и водоносных пластах. Иллюстрация информативности полученных результатов производится исследованием влияния геометрических и физических параметров массивов на дебит скважины.

Ключевые слова: фильтрация, среда, контур, жидкость, трещина, массив, нефтеносный, водоносный, полуплоскость, пласт.

Литература

1. Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. М., 1972. 368 с.
2. Лайпанов Х.С. Двумерная фильтрация в массиве с n -распределением радиально-анизотропных зон // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2002. № 4. С. 10–22.
3. Лайпанов Х.С. Задача стационарной фильтрации в двумерном массиве с n -распределением линейно-анизотропных зон // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2003. № 1. С. 16–19.
4. Голубева О.В. О моделировании работы скважин при напорной фильтрации жидкости в горизонтальных пластах // Учен. зап. М., 1961. Т. 99, вып. 5. С. 3–21.
5. Лайпанов Х.С. Фильтрационные процессы в кусочно-однородных изотропных и кусочно-однородных анизотропных массивах с трещиной и слабопроницаемой завесой. Карачаевск, 1999. 302 с.

УДК 532.593

НИЗКОЧАСТОТНАЯ АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ВОЛНАХ, ВЫЗВАННЫХ ВИБРАЦИЕЙ ПЛАСТИНЫ, ЛЕЖАЩЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ

© 2014 г. Э.Н. Потетюнко

Потетюнко Эдуард Николаевич – доктор физико-математических наук, доцент, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: mechmat@aanet.ru.

Рассматривается в линейной постановке задача о плоском периодическом по времени волновом движении диссипативной жидкости бесконечной глубины, вызванном вертикальными колебаниями пластины, лежащей на верхней поверхности жидкости. Изучается краевая задача, соответствующая решению физической задачи. Граничное условие, заданное на свободной поверхности, продлевается под пластину. На этом этапе контактные напряжения под пластиной считаются заданными. С помощью преобразования Фурье по горизонтальной координате отыскивается деформация верхней границы. Под ней она приравняется к заданной, что приводит к интегральному уравнению относительно контактных напряжений. Для решения этого уравнения построена низкочастотная асимптотика. В низкочастотном приближении найдены контактные напряжения под пластиной и вид свободной поверхности вне пластины.

Ключевые слова: жидкость, диссипация, краевая задача, свободная поверхность, деформация, контактные напряжения, интегральное преобразование, интегральное уравнение, решение, низкие частоты, итерационный метод, погрешность решения.

Литература

1. Хаскинд М.Д. Гидродинамическая теория качки корабля. М., 1973. 328 с.

2. *Сретенский Л.Н.* Теория волновых движений жидкости. М., 1977. 816 с.
3. *Трепачёв В.В.* Теоретические и экспериментальные исследования поверхностных и внутренних волн. Севастополь, 1980. С. 55–64.
4. *Трепачёв В.В.* Асимптотический анализ движения жидкости, вызванного возмущениями на её границах: дис. ... канд. физ.-мат. наук.. Ростов н/Д, 1985. С. 95–114.
5. *Потетюк Э.Н.* Волновое движение неоднородной жидкости // Вопросы волновых движений жидкости. Ростов н/Д, 1989. С. 88–166.
6. *Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В.* Теоретическая гидромеханика. Ч. I. М., 1963. 584 с.
7. *Снеддон И.Н.* Преобразования Фурье. М., 1955. 667 с.
8. *Градштейн И.С., Рыжик И.М.* Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. 4-е изд. М., 1962. 110 с.

УДК 532.5: 519.6

ПОЛУАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В КАНАЛЕ ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ

© 2014 г. М.А. Сумбатян, В.В. Абрамов

Сумбатян Межлум Альбертович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и компьютерной гидроаэродинамики, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: sumbat@math.sfedu.ru.

Абрамов Владимир Владимирович – аспирант, кафедра теоретической и компьютерной гидроаэродинамики, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: abram5189@yandex.ru.

Предлагается новый численно-аналитический метод решения двумерной задачи о течении вязкой несжимаемой жидкости в канале постоянной ширины. Метод основан на неявной разностной схеме по времени для уравнений Навье–Стокса, который приводит к итерационному процессу, где на каждом временном шаге решаются эллиптические краевые задачи для функции тока и завихренности. Эти решения строятся через функции Грина, полученные в виде Фурье-разложений по поперечной координате. Граничные условия приводят к интегральным уравнениям с разностным ядром для функции завихренности на стенках канала, что достигается с помощью быстрого преобразования Фурье. Приведен пример расчета в ламинарном режиме.

Ключевые слова: *функция тока, завихренность, уравнения Навье–Стокса, численно-аналитический метод, неявная конечно-разностная схема, функция Грина, быстрое преобразование Фурье.*

Литература

1. *Роуч П.Дж.* Вычислительная гидродинамика. М., 1980. 616 с.
2. *Флетчер К.* Вычислительные методы в динамике жидкостей. Т. 1.1. М., 1991. 552 с.
3. *Lesieur M., Metais O., Comte P.* Large-eddy simulations of turbulence. Cambridge, 2005. 219 p.
4. *Meseguer A., Trefethen L.N.* Linearized pipe flow to Reynolds number 10^7 // J. Comput. Physics. 2002. Vol. 186. P. 178–197.
5. *Сумбатян М.А., Троян Э.А.* Об одном эффективном методе вычисления звуковых полей, генерируемых турбулентными потоками жидкости // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2009. № 4. С. 27–31.
6. *Воеводин В.В., Тыртышиников Е.Е.* Вычислительные процессы с теплицевыми матрицами. М., 1987. 320 с.
7. *Van Loan C.* Computational frameworks for the Fast Fourier Transform. Philadelphia, 1992. 341 p.