**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра теоретической и прикладной механики**

БУРАК

Владислав Геннадьевич

**НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ**

**СЛОЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЦИЛИНДРА**

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук, доцент П. Н. Конон

Допущен к защите

«**\_\_**» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 2016 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

доктор физико-математических наук, профессор М.А. Журавков

Минск, 2016

**РЕФЕРАТ**

Неизотермическое движение слоя вязкой жидкости на поверхности вращающегося цилиндра / Владислав Геннадьевич Бурак; Механико-математический факультет, Кафедра теоретической и прикладной механики; науч. рук. П. Н. Конон.

Дипломная работа содержит

* 51 страница,
* 11 иллюстраций,
* 3 таблицы,
* 1 приложение,
* 17 использованных источников.

Ключевые слова: вязкая жидкость, НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ, цилиндрическая оболочка, уравнениЕ Навье-Стокса, уравнениЕ НЕРАЗРЫВНОСТИ, уравнениЕ ЭВОЛЮЦИИ, форма свободной поверхности, поток жидкости, амплитуда возмущений.

В дипломной работе изучается задача о движении слоя вязкой жидкости с постоянной и непостоянной температурой на внутренней и внешней поверхности горизонтально расположенного, вращающегося с постоянной угловой скоростью, цилиндра в поле сил тяжести с учетом сил инерции и без.

Целью дипломной работы является получение системы уравнений, представляющей собой полную постановку задачи о движении слоя вязкой жидкости с постоянной и непостоянной температурой на внутренней и внешней поверхности горизонтально расположенного, вращающегося с постоянной угловой скоростью, цилиндра с учетом сил инерции и без; получение форм свободных поверхностей для движения слоя жидкости на поверхности горизонтально расположенного, вращающегося с постоянной угловой скоростью, цилиндра с учетом сил инерции и без.

Для достижения поставленной цели использовались:

* Модель вязкой несжимаемой жидкости с   
  необходимыми краевыми условиями в цилиндрической системе координат,
* Основные предположения теории тонкого слоя,
* Разработанный алгоритм решения поставленной задачи в пакете Wolfram Mathematica.

В дипломной работе получены следующие результаты:

* Получена система уравнений, представляющая собой полную постановку задачи о неизотермическом движении плоского слоя вязкой жидкости на внешней и внутренней поверхности вращающегося цилиндра,
* Получено уравнение эволюции и решена задача определения формы свободной поверхности слоя вязкой жидкости на внутренней поверхности вращающегося цилиндра при медленном вращении цилиндра,
* Получены формы свободной поверхности слоя вязкой жидкости на поверхности вращающегося цилиндра с учетом силы тяжести, пренебрегая силами инерции и поверхностного натяжения при медленном вращении,
* Получена система дифференциальных уравнений в частных производных для определения вида свободной поверхности слоя вязкой жидкости на внутренней поверхности вращающегося цилиндра с учетом сил инерции,
* Получены изображения формы свободной поверхности слоя вязкой жидкости на поверхности вращающегося цилиндра с учетом сил инерции.

Дипломная работа носит практический характер. Её результаты могут быть применены в различных технологических процессах, использующих течение на поверхности вращающегося цилиндра.

Дипломная работа выполнена автором самостоятельно.

**THESIS**

A nonisothermal motion of viscous liquid layer on the surface of the rotating cylinder / Vladislav Gennadievich Burak; Faculty of Mechanics and Mathematics, Department of Theoretical and Applied Mechanics; supervisor P. N. Konon.

Research contains:

* 51 pages,
* 11 images,
* 3 tables,
* 1 appendix,
* 17 used sources.

Keywords: viscous fluid, ISOTHERMAL FLOW, cylindrical shell, Navier-Stokes equations, CONTINUITY EQUATION, EVOLUTION EQUATION, form of free surface, FLUID FLOW, perturbation amplitude.

The research work poses the problem of motion of a viscous fluid layer with a constant and non-constant temperature on the inner and outer surface of a horizontal cylinder. Cylinder rotates at a constant angular velocity of the cylinder in the gravity field (with forces of inertia and without these forces).

The aim of the thesis is to obtain a system of equations (complete statement of the problem of motion of a viscous fluid layer with a constant and non-constant temperature on the inner and outer surface of a horizontal rotating cylinder in the gravity field with forces of inertia and without these forces; obtains free form surfaces for movement of the liquid layer on the surface of a horizontal rotating cylinder in the gravity field with forces of inertia and without these forces.

To achieve raised goal author used:

* fractional Model of viscous incompressible fluid with boundary value conditions in cylindrical coordinate system derivatives,
* Basic assumptions of the theory of a thin layer,
* The developed algorithm for solving single and double layer of the stationary problem in the package Wolfram Mathematica.

The following results were achieved:

* Obtained the complect statement of the problem of non-isothermal motion of a flat layer of viscous liquid on the outer and inner surface of the rotating cylinder,
* Obtained the equation of evolution and solved the problem of determining the shape of the free surface of a viscous liquid layer on the inner surface of a rotating cylinder with a slow rotation of the cylinder,
* Obtained free form surface of viscous liquid layer on the rotating cylinder surface with regard to gravity, neglecting the inertia forces and the surface tension at slow rotation,
* Obtained the system of differential equations in partial derivatives to determine the type of the free surface of a viscous liquid layer on the inner surface of the rotating cylinder, taking into account inertia forces,
* Obtained the image of the form of the free surface of a viscous liquid layer on the surface of the rotating cylinder, taking into account inertia forces.

Diploma work is practical. The results can be used to in various technological processes using flow on the surface of the rotating cylinder.

Diploma work was performed by the author himself.

**РЭФЕРАТ**

Неізатэрмічны рух вязкай вадкасці на паверхні цыліндрычнай абалонкі, якая круціцца / Уладзiслаў Генадзевiч Бурак; Механіка-матэматычны факультэт, Кафедра тэарэтычнай і прыкладной механікі; навуковы кіраўнік П. М. Конан.

Дыпломная праца ўтрымлівае

* 51 старонка,
* 11 ілюстрацый,
* 3 таблiцы,
* 1 дадатак,
* 17 выкарыстаных крыніц.

Ключавыя словы: вязкая вадкасць, неiзатэрмiчны рух, цыліндрычная абалонка, ўраўненне Наўе-Стокса, ўраўненне неразрыўнасцi, ўраўненне ЭВАЛЮЦЫІ, форма вольнай паверхні, паток вадкасці, амплітуда адхіленняў.

У дыпломнай працы вывучаецца задача аб руху пласта вязкай вадкасці з пастаяннай і нясталай тэмпературай на ўнутранай і знешняй паверхні гарызантальна размешчанага цыліндру, які верціцца з сталай кутняй хуткасцю, ў поле сіл цяжару з улікам сіл інэрцыі і без.

Мэтай дыпломнай працы з'яўляецца атрыманне сістэмы ўраўненняў, якая прадстаўляе сабой поўную пастаноўку задачы аб руху пласта вязкай вадкасці з пастаяннай і нясталай тэмпературай на ўнутранай і знешняй паверхні гарызантальна размешчанага цыліндру, які верціцца з сталай кутняй хуткасцю, з улікам сіл інэрцыі і без; атрыманне формаў свабодных паверхняў для руху пласта вадкасці на паверхні гарызантальна размешчанага цыліндру, які верціцца з сталай кутняй хуткасцю, з улікам сіл інэрцыі і без.

Для дасягнення пастаўленай мэты выкарыстоўвалася:

* Мадэль вязкай несціскальнай вадкасці з неабходнымі краявымі ўмовамі ў цыліндрычнай сістэме каардынат;
* Асноўныя здагадкі тэорыі тонкага слою.
* Распрацаваны алгарытм рашэння аднаслаёвай і двухслаёвай стацыянарнай задачы ў пакеце Wolfram Mathematica.

У дыпломнай працы атрыманы наступныя вывады:

* Атрымана сістэма ўраўненняў, якая ўяўляе сабой поўную пастаноўку задачы аб неізатэрмічным руху плоскага пласта вязкай вадкасці на знешняй і ўнутранай паверхні цыліндру, якi верцiцца.
* Атрымана ураўненне эвалюцыі і вырашана задача вызначэння формы свабоднай паверхні пласта вязкай вадкасці на ўнутранай паверхні цыліндру, якi верцiцца, пры павольным кручэнні цыліндру.
* Атрыманы формы свабоднай паверхні пласта вязкай вадкасці на паверхні цыліндру, якi верціцца з улікам сілы цяжару, грэбуючы сіламі інэрцыі і павярхоўнага нацяжэння пры павольным кручэнні.
* Атрымана сістэма дыферэнцыяльных ураўненняў у частковых вытворных для вызначэння віду свабоднай паверхні пласта вязкай вадкасці на ўнутранай паверхні цыліндру, якi верціцца, з улікам сіл інэрцыі.
* Атрыманы выявы формы свабоднай паверхні пласта вязкай вадкасці на паверхні цыліндру, якi верціцца, з улікам сіл інэрцыі.

Дыпломная работа носіць практычны характар. Яе вынікі могуць быць ужыты ў розных тэхналагічных працэсах, якія выкарыстоўваюць двухпласлаёвы рух на ўнутранай паверхні цыліндра, які верціцца.

Дыпломная работа выканана аўтарам самастойна.