**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра теоретической и прикладной механики**

АБРАМОВИЧ

Александра Егоровна

**ДВИЖЕНИЕ СЛОЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА**

Дипломная работа

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук,

доцент, П. Н. Конон

Допущена к защите

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

Минск, 2017

# РЕФЕРАТ

Движение слоя вязкой жидкости на поверхности вращающегося диска / Александра Егоровна Абрамович; Механико-математической факультет, Кафедра теоретической и прикладной механики; науч. рук. П. Н. Конон.

44 страницы, 19 иллюстраций, 10 использованных источников.

Ключевые слова: ВЯЗКАЯ ЖИДКОСТЬ, УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА, СИЛА КОРИОЛИСА.

В дипломной работе изучается задача о движении жидкого слоя на горизонтальном вращающемся диске.

Целями дипломной работы являются построение приближенной модели и определение закона движения вязкой капли по вращающейся поверхности при движении как без учета влияния силы Кориолиса, так и с его учетом; численное исследование уравнения, определяющего закон движения капли; построение модели движения пленки в приближении тонкого пограничного слоя; постановка нестационарной задачи; вывод уравнения эволюции и его анализ.

Для достижения поставленных целей использовались:

* Приближенная модель вязкой жидкости с необходимыми условиями в декартовой и цилиндрической системах координат;
* Численный метод Рунге-Кутта четвертого порядка решения системы дифференциальных уравнений и прямой метод для нахождения компонент скорости.

В дипломной работе были получены следующие результаты:

1. Выведены уравнения движения капли на вращающемся диске при движении без учета и с учетом влияния силы Кориолиса соответственно;
2. Проведено численное решение и построены графики изменения координаты по радиусу со временем при различных угловых скоростях при движении без учета влияния силы Кориолиса, выведена формула для нахождения времени достижения края диска;
3. Построен численный метод и решена система уравнений движения жидкой капли с учетом влияния силы Кориолиса, построены графики изменения координат со временем, найдено отношение силы Кориолиса к силе инерции; проведено сравнение с экспериментами;
4. Построена модель движения слоя вязкой жидкости в цилиндрической системе координат в поле сил инерции, поверхностного натяжения и тяжести;
5. С помощью прямого метода найдены компоненты скорости движения слоя;
6. Выведена система уравнений эволюции для пленки вязкой жидкости в приближении пограничного слоя, рассмотрен случай установившегося течения, найдено асимптотическое приближение для толщины слоя на некотором удалении от оси вращения.

Результаты работы докладывались на конференции студентов, магистрантов и аспирантов БГУ в 2017 году.

Дипломная работа носит практический характер. Ее результаты могут быть применены в различных технологических процессах, использующих движение слоя на горизонтальной вращающейся подложке.

THESIS

Motion of a layer of a viscous liquid on the surface of a rotating disk / Alexandra Egorovna Abramovich; Faculty of Mechanics and Mathematics, Department of Theoretical and Applied Mechanics; Supervisor P.N. Konon.

44 pages, 19 illustrations, 10 used sources.

Keywords: VISCOUS LIQUID, NAVIER-STOKES EQUATIONS, CORIOLIS FORCE.

In the graduate work, the problem of the motion of a liquid layer on a horizontal rotating disk is studied.

The objectives of the graduate work are the construction of an approximate model and the determination of the law of motion of a viscous drop along a rotating surface when moving both without taking into account the influence of the Coriolis force and its consideration; numerical study of the equation that determines the law of motion of a drop; the construction of the droplet motion model in the approximation of a thin boundary layer; statement of the non-stationary problem; derivation of the evolution equation and its analysis.

To achieve the set goals, following was used:

* + Approximate model of a viscous fluid with necessary conditions in Cartesian and cylindrical coordinate systems;
  + The fourth-order Runge-Kutta method for solving a system of differential equations and a direct method for finding the velocity components.

In the graduate work the following results were obtained:

1. Systems of equations of motion of a droplet on a rotating disk are shown with motion without taking into account and taking into account the influence of the Coriolis force, respectively;
2. A numerical solution has been made and graphs of the radial coordinate change with time have been plotted for different angular velocities during the motion without taking into account the influence of the Coriolis force, a formula is derived for finding the time to reach the edge of the disk;
3. A numerical method is constructed and a system of equations for the motion of a liquid drop is solved, taking into account the influence of the Coriolis force, graphs of the coordinate change with time are constructed, a Coriolis force-inertia ratio is found; a comparison with experiments was made;
4. A model is constructed for the motion of a layer of a viscous fluid in a cylindrical coordinate system in the field of inertial forces, surface tension and gravity;
5. Using the direct method, the components of the velocity of the layer are found;
6. A system of evolution equations for a layer of a viscous fluid in the boundary-layer approximation is derived, a steady flow case is considered, an asymptotic approximation is found for the thickness of the layer at some distance from the axis of rotation.

The graduate work is of a practical nature. Its results can be applied in various technological processes that use the motion of a layer on a horizontal rotating substrate.

РЭФЕРАТ

Рух пласта глейкай вадкасці на паверхні дыска, якi верцiцца. / Аляксандра Ягораўна Абрамовіч; Механіка-матэматычны факультэт, Кафедра тэарэтычнай і прыкладной механікі; навук. рук. П. Н. Конан.

44 старонкi, 19 ілюстрацый, 10 выкарыстаных лiтаратурных крыніц.

Ключавыя словы: ГЛЕЙКАЯ ВАДКАСЦЬ, ЎРАЎНЕННІ НАВЬЕ-СТОКСА, СІЛА КАРЫАЛIСА.

У дыпломнай працы вывучаецца задача аб руху вадкага пласта на гарызантальным дыску, якi верцiцца.

Мэтамі дыпломнай працы з'яўляюцца пабудова набліжанай мадэлі і вызначэнне закона руху вязкай кроплі па паверхні, якая верцiцца, пры руху як без уліку ўплыву сілы Карыалиса, так і з яго улікам; колькаснае даследаванне раўнанняў, якія вызначаюць закон руху кроплі; пабудова мадэлі руху кроплі ў набліжэнні тонкага памежнага пласта; апісанне нестацыянарнай задачы; вывад раўнання эвалюцыі для стацыянарнага выпадку.

Для дасягнення пастаўленых мэтаў выкарыстоўваліся:

* Набліжаная мадэль вязкай вадкасці з неабходнымі ўмовамі ў декартовой і цыліндрычнай сістэмах каардынат;
* Колькасны метад Рунге-Кутта чацвёртага парадку рашэння сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў і прамы метад для знаходжання кампанент хуткасці.

У дыпломнай рабоце былі атрыманы наступныя вынікі:

1. Выведзены сістэмы раўнанняў руху кроплі на дыску, які верціцца, пры руху без уліку і з улікам уплыву сілы Карыалиса адпаведна;
2. Праведзена колькаснае рашэнне і пабудаваны графікі змены каардынаты па радыусе з часам пры розных кутніх хуткасцях пры руху без уліку ўплыву сілы Карыалiса, выведзена формула для знаходжання часу дасягнення краю дыска;
3. Пабудаваны колькасны метад і вырашана сістэма раўнанняў руху вадкай кроплі з улікам уплыву сілы Карыалiса, пабудаваны графікі змены каардынатаў з часам, знойдзена стаўленне сілы Карыалiса да сілы інэрцыі; праведзена параўнанне з эксперыментамі;
4. Пабудавана мадэль руху пласта вязкай вадкасці ў цыліндрычнай сістэме каардынат у поле сіл інэрцыі, павярхоўнага нацяжэння і цяжару;
5. З дапамогай прамога метаду знойдзены кампаненты хуткасці руху пласта;
6. Выведзена сістэма раўнанняў эвалюцыі для пласта вязкай вадкасці ў набліжэнні памежнага пласта, разгледжаны выпадак плыні, якая ўсталявалася, знойдзена асімптатычнае набліжэнне для таўшчыні пласта на некаторым выдаленні ад восі кручэння.

Дыпломная праца носіць практычны характар. Яе вынікі могуць быць ужытыя ў розных тэхналагічных працэсах, якія выкарыстоўваюць рух пласта на гарызантальнай падкладцы, якая верцiцца.