

MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY
FACULTY OF MECHANICS AND MATHEMATICS
Department of Theoretical and Applied Mechanics

BIAZMENAVA
Karalina Paulauna

Annotation for the graduation thesis

STUDY OF THE MOTION AND STABILITY OF A VISCOUS LIQUID JET
ON AN INNER CYLINDRICAL BODY

Academic Supervisor:
PhD, Associate Professor
P.N. Konon

Minsk, 2025

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа, 53 стр., 17 рис., 1 таб., 24 источника.

Ключевые слова: ВЯЗКАЯ СТРУЯ, ОСЕССИМЕТРИЧНОЕ ТЕЧЕНИЕ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ, ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ, УРАВНЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ.

Данная дипломная работа посвящена исследованию движения и устойчивости вязкой струи жидкости, текущей вдоль внутреннего цилиндрического тела с учетом поверхностного натяжения, силы тяжести, направленной вдоль оси цилиндра.

Основными целями работы являются определение установившегося движения струи постоянной толщины, анализ формы невязкой струи под действием гравитации, вывод и анализ уравнений эволюции для нестационарного развития поверхности осесимметричной струи, исследование устойчивости осесимметричной струи с внутренним телом. Для достижения целей использовались модели вязкой несжимаемой жидкости с необходимыми краевыми условиями в цилиндрической системе координат; приближения Стокса для тонкого слоя жидкости, математические методы решений уравнений в частных производных; пакет Wolfram Mathematica 13.

В дипломной работе получены следующие результаты. Проведена общая постановка задачи. Решена стационарная задача движения слоя постоянной толщины на внутреннем цилиндрическом теле в поле гравитации. Исследована нестационарная задача движения тонкого слоя по внешней поверхности в приближении Стокса, получено и исследовано уравнение эволюции. Исследована гидродинамическая устойчивость течения.

АНАТАЦЫЯ

Дыпломная праца, 53 старонак, 17 ілюстрацый, 1 табліца, 24 крыніц.

Ключавыя словы: ВЯЗКАЯ СТРУМЕНЬ, АСЕСИМЕТРЫЧНАЯ ЦЯЧЭННЕ, ГИДРАДИНАМИЧНАЯ НЕСТАБИЛЬНАСЦЬ, ПАВЯРХОЎНАЕ НАЦЯЧЭННЕ, УРАЎНЕННІ ЭВАЛЮЦЫІ.

Гэтая дыпломная праца прысвечана даследаванню руху і ўстойлівасці вязкай струмені вадкасці, якая цячэ ўздоўж унутранага цыліндрычнага цела з улікам павярхоўнага нацяжэння і сілы гравітацыі, накіраванай уздоўж восі цыліндра.

Асноўнымі мэтамі працы з'яўляюцца вызначэнне ўсталяванага руху струмені пастаяннай таўшчыні, аналіз формы невязкай струмені пад уздзеяннем гравітацыі, вывод і аналіз ураўненняў эвалюцыі для нестэбильнага развіцця паверхні асесіметрычнай струмені, даследаванне ўстойлівасці асесіметрычнай струмені з унутраным целам. Для дасягнення пастаўленых мэт выкарыстоўваліся мадэлі вязкай несціскаемай вадкасці з неабходнымі краявымі ўмовамі ў цыліндрычнай сістэме каардынат, набліжэнне Стокса для тонкага слоя вадкасці, матэматычныя метады рашэння ўраўненняў у прыватных вытворных, пакет Wolfram Mathematica 13.

У дыпломнай працы атрыманы наступныя вынікі. Праведзена агульная пастаноўка задачы. Вырашана стацыянарная задача руху слоя пастаяннай таўшчыні на ўнутраным цыліндрычным целе ў полі гравітацыі. Даследавана нестэбильная задача руху тонкага слоя па знешняй паверхні ў набліжэнні Стокса, атрымана і даследавана ўраўненне эвалюцыі.

ANNOTATION

The thesis contains: 53 pages, 17 pictures (figure), 1 table, 24 sources used.

KEYWORDS: VISCOUS JET, AXISYMMETRIC FLOW, HYDRODYNAMIC INSTABILITY, SURFACE TENSION, EVOLUTION EQUATIONS.

This thesis is devoted to the study of motion and stability of a viscous liquid jet flowing along the inner cylindrical body considering surface tension, gravity force directed along the cylinder axis.

The main objectives of the work are to determine the steady-state motion of a jet of constant thickness, to analyze the shape of a non-viscous jet under the action of gravity, to derive and analyze the evolution equations for the unsteady surface development of an axisymmetric jet, and to study the stability of an axisymmetric jet with an internal body. To achieve the objectives, we used models of viscous incompressible fluid with necessary boundary conditions in the cylindrical coordinate system; Stokes approximations for a thin layer of fluid, mathematical methods of solutions of partial derivative equations; Wolfram Mathematica 13.

The following results are obtained in the thesis work. A general formulation of the problem has been carried out. The stationary problem of motion of a layer of constant thickness on the inner cylindrical body in the gravitational field is solved. The non-stationary problem of motion of a thin layer on an external surface in the Stokes approximation is investigated; the evolution equation is obtained and investigated. The hydrodynamic stability of the flow is investigated.