**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра теоретической и прикладной механики**

МАКОЕД

Анастасия Геннадьевна

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ С УЧЁТОМ ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Научный руководитель

кандидат физико-математических наук,

доцент, Конон Павел Николаевич

Допущен к защите

«**\_\_**» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 2017 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

Минск, 2017

# **РЕФЕРАТ**

Исследование движения и устойчивости струйных течений жидкости с учетом внешнего воздействия / Анастасия Геннадьевна Макоед; Механико-математической факультет, Кафедра теоретической и прикладной механики; науч. рук. П. Н. Конон.

58 страниц, 17 иллюстраций, 4 использованных источника.

Ключевые слова: СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ, УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА, ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЧИВОСТЬ, ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ.

В дипломной работе исследуются струйные течения жидкости под влиянием внешней окружающей среды, а также их устойчивость, определяются максимально растущие возмущения.

Целями дипломной работы являются исследования линейной устойчивости течений жидких струй, взаимодействующих с окружающей средой, в невязкой постановке; определения областей неустойчивости в зависимости от соотношения скоростей струйного течения и внешнего потока, плотностей сред и влияния поверхностного натяжения; вывод системы уравнений, позволяющей определить нелинейные возмущения в струе.

Для достижения поставленных целей использовались:

* Модель движения невязкой жидкости в погранслойном приближении в осесимметричной цилиндрической системе координат с необходимыми краевыми условиями;
* Потенциальность течений идеальной жидкости и интеграл Коши-Лагранжа при исследовании устойчивости;
* Метод малых возмущений при исследовании линейной устойчивости течения;
* Метод Фурье при исследовании нелинейной неустойчивости течения в струе;

В дипломной работе получены следующие результаты:

1. Исследована линейная устойчивость течения струи, взаимодействующей с окружающей средой, в невязкой постановке в случае потенциального течения, получено дисперсионное соотношение;
2. Исследовано влияние отношения скоростей во внешней среде и струе, а также отношения плотностей сред на устойчивость течения;
3. Проведено исследование линейной устойчивости струи в приближении пограничного слоя, когда давление поперек слоя не изменяется;
4. Получена система обыкновенных дифференциальных уравнений для исследования нелинейной неустойчивости струи методом Фурье;

Результаты дипломной работы докладывались на 74-ой научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета.

Результаты работы могут быть использованы при исследовании процессов образования минеральных волокон дутьевым способом.

**THESIS**

Investigation of the motion and stability of fluid jet flows with allowance for external influences / Anastasia Gennad’evna Makoed; Mechanics and Mathematics Faculty, Department of Theoretical and Applied Mechanics; Scintific Adviser P. N. Konon.

58 pages, 17 illustrations, 4 sources used.

Keywords: JET FLOWS, NAVIER-STOKES EQUATIONS, HYDRODYNAMIC STABILITY, BESSEL FUNCTIONS.

In the graduate work, fluid jet flows and their stability under the influence of the external environment are investigated, the maximally growing perturbations are determined.

Goal of the graduate work is to study linear stability of the fluid jet flows interacting with the environment in a non-viscous formulation; to determinate instability regions depending on the relationship between the rations of the speeds of the jet stream and the external flow, the density of environment and the influence of surface tension; to derive a system of equations that makes it possible to determine nonlinear perturbations in the stream.

To achieve the set goals, we used:

* Model of the motion of an inviscid fluid in the boundary layer approximation in an axisymmetric cylindrical coordinate system with the necessary boundary conditions;
* Potentiality of flows of an ideal fluid and the Koh-Lagrange integral in the study of stability;
* The method of small perturbations in the study of linear stability of flows;
* The Fourier method for studying the nonlinear instability of the flow in a jet;

In the graduate work the following results were obtained:

1. The linear stability of the flow of a jet interacting with the environment in a non-viscous formulation in the case of a potential flow has been studied, a dispersion relation has been obtained;
2. The influence of the ratio of the velocities in the external environment and the jet and the ratio of the media densities to the stability of the flow has been investigated;
3. The linear stability of the jet near boundary layer has been investigated when the pressure across the layer didn’t change;
4. A system of ordinary differential equations has been obtained for the investigation of the nonlinear jet instability using Fourier's method;

The results of the graduate work were reported at the 74th scientific conference of students and post-graduate students of the Belarusian State University.

The results of the graduate work can be used to study the formation of mineral fibers by the blowing method.

**РЭФЕРАТ**

Даследаванне руху і ўстойлівасці струйных цячэнняў вадкасці з улікам знешняга ўздзеяння / Анастасія Генадзьеўна Макаед; Механика-матэматычны факультэт, Кафедра тэарэтычнай і прыкладной механікі; навуковы кіраўнік П. Н. Конан.

58 старонак, 17 ілюстрацый, 4 выкарыстаныя крыніцы.

Ключавыя словы: СТРУЙНЫЯ ЦЯЧЭННІ, УРАЎНЕННІ НАЎЕ-СТОКСА, ГІДРАДЫНАМІЧНАЯ УСТОЙЛІВАСЦЬ, ФУНКЦЫІ БЕССЕЛЯ.

У дыпломнай рабоце даследуюцца струйныя цячэнні вадкасці пад уздзеяннем знешняга навакольнага асяроддзя, а таксама іх ўстойлівасць, вызначаюцца максімальна узрастаючыя абурэнніі.

Мэтамі дыпломнай працы з'яўляюцца даследаванні лінейнай устойлівасці цячэнняў вадкіх струй, якія ўзаемадзейнічаюць з навакольным асяроддзем, у нявязкай пастаноўцы; вызначэнні абласцей няўстойлівасці ў залежнасці ад суадносін хуткасцяў струйнаго цячэння і знешняга патоку, шчыльнасцей асяроддзяў і ўплыву павярхоўнага нацяжэння; выснову сістэмы ураўненняў, якая дазваляе вызначыць нелінейныя абурэння ў струі.

Для дасягнення пастаўленых мэтаў выкарыстоўваліся:

* Мадэль руху невязкой вадкасці ў погранслойном набліжэнні ў восесіметрычнай цыліндрычнай сістэме кардынат з неабходнымі краявымі ўмовамі;
* Патэнцыяльнасць плыняў ідэальнай вадкасці і інтэграл Кашы-Лагранжа пры даследаванні ўстойлівасці;
* Метад малых абурэнняў пры даследаванні лінейнай устойлівасци цячэння;
* Метад Фур'е пры даследаванні нелінейнай няўстойлівасці цячэння ў струі;

У дыпломнай рабоце атрыманы наступныя вынікі:

1. Даследавана лінейная ўстойлівасць плыні струі, якая узаемадзейнічае з навакольным асяроддзем, у невязкой пастаноўцы ў выпадку патэнцыйнага цячэння, атрымана дысперсійныя суадносіны;
2. Даследаваны ўплыў адносін хуткасцяў ў знешнім асяроддзі і струі, атаксама адносін шчыльнасцяў асяроддзяў на ўстойлівасць цячэння;
3. Праведзена даследаванне лінейнай ўстойлівасці струі ў набліжэнні пагранічнага пласта, калі ціск папярок пласта не змяняецца;
4. Атрымана сістэма звычайных дыферэнцыяльных ураўненняў для даследавання нелінейнай няўстойлівасці струі метадам Фур'е;

Вынікі дыпломнай работы дакладваліся на 74-ай навуковай канферэнцыі студэнтаў і аспірантаў Беларускага дзяржаўнага універсітэта.

Вынікі работы могуць быць выкарыстаны пры даследаванні працэсаў утварэння мінеральных валокнаў дутьевым спосабам.