ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Иванова Виктора Андреевича «Математическое моделирование упруго-гидродинамического взаимодействия тел в узлах трения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук в Диссертационный Совет Д 212.070.07 при ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность и общая характеристика работы. Рассматриваемые в диссертационной работе задачи теории смазки с учетом деформирования тел в области контакта не теряют своей актуальности и важности в связи с растущими потребностями инженеров-конструкторов, все шире применяющих методы математического моделирования в практике конструирования и совершенствования машин и механизмов.

Исследования данной работы были нацелены на построение математической модели и метода самосогласованного расчета зоны упруго-гидродинамического контакта узлов трения при больших нагрузках, а также реализацию метода в виде комплекса программ.

В этой связи был разработан метод расчета функции податливости, определяющей линейную функциональную связь между давлением в области контакта и прогибом упругой поверхности. Данная функция легла в основу построенного итерационного вычислительного алгоритма расчета давления в смазочном слое с учетом прогиба поверхностей. На основе расчетов распределений давления определены и исследованы интегральные характеристики смазочного слоя, которые важны для описания нестационарной динамики слоя. В результате были получены уравнения и исследованы решения, описывающие релаксационные колебания цилиндрического ролика, движущегося вдоль упругой пластины при наличии слоя жидкой смазки.

Содержание работы. Диссертация включает введение, 5 глав основного текста, заключение, список литературы из 110 наименований и 2 приложения. Объем диссертации составляет 138 страниц. Работа содержит 63 рисунка и 6 таблиц.

Во введении обоснована актуальность проблемы, изложены основные результаты, цель и задачи, научная и практическая значимость работы, а также сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе кратко изложена история и текущее состояние контактной гидродинамики, сформулирована общая проблема упруго-гидродинамической задачи и обозначен подход к ее решению.

Во второй главе представлены аналитические решения задачи прогиба поверхности и проведено сравнение этих решений с результатами численного расчета. Изложена методика построения функции податливости.

В третьей главе рассмотрена задача упруго-гидродинамического контакта ролика с пластиной. Построено аналитическое асимптотическое решение переходного нестационарного режима, которое используется для сравнения с численным решением, полученным по разработанному автором методу.

В четвертой главе рассмотрена математическая модель подшипника скольжения, изложен численный алгоритм и дано описание программного комплекса расчета давления в смазочном слое.

В пятой главе разработанный метод решения нестационарной упруго-гидродинамической задачи применен для изучения работы реальных объектов – роликовых подшипников качения, применяемых при производстве алюминия.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

Научная новизна диссертационной работы определяется следующими аспектами. Предложена идея расщепления общей задачи на две задачи на основе введения функции податливости и разработан новый численный метод определения этой функции для пары контактирующих тел с использованием

разложения Фурье и коэффициентов регуляризации. Введенная податливости функция является ключевым элементом при расчете узлов трения.

Получено новое асимптотическое решение релаксационных колебаний ролика, движущегося вдоль пластины конечной толщины, покрытой слоем жидкой смазки.

Показано существование критического значения пьезо-коэффициента вязкости, при котором эффекты от переменной вязкости и прогиба поверхности компенсируют друг друга.

Научная и практическая значимость основных положений диссертации.

В диссертационной работе представлены следующие важные теоретические и практические результаты:

Предложен и реализован метод решения сложной упруго-гидродинамической задачи путем разбиения ее на последовательно решаемые задачи: а) определения функции податливости и б) распределения давления в смазочном слое. Использование функции податливости дает возможность существенно ускорить инженерные расчеты, снизить требования к вычислительным ресурсам. Полученное решение задачи нестационарного контакта движущегося ролика с пластиной имеет важное теоретическое и прикладное значение.

Разработан вычислительный программный комплекс позволяющий вычислять давление в смазочном слое подшипников скольжения с учетом множества различных реальных факторов. Результаты диссертационной работы использовались ООО «Русская инжиниринговая компания» для оптимизации подшипниковых узлов работающих в условиях жидкой смазки.

Достоверность. Результаты диссертационной работы являются достоверными, так как получены на основе апробированных вычислительных алгоритмов, а также обоснованных аналитических решений. Разработанные методы расчета показали хорошую сходимость с результатами расчетов других авторов, использующих иные алгоритмы вычислений.

Апробация работы и соответствие паспорту специальности. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе: 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК; 5 статей - в материалах международных и российских конференций. Имеется также свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а именно п.п.: 1, 2, 5:

Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений. В диссертационной работе разработан подход «гибридного моделирования» упруго-гидродинамического контакта тел, в котором численные модели эффективно сочетаются с аналитическими, что позволяет избежать больших вычислительных и временных затрат.

Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей. В работе предложен асимптотический метод решения задачи о релаксационных колебаниях ролика, контактирующего с упругой пластиной при наличии жидкого смазочного материала. С использованием этого метода получено аналитическое решение, описывающее нестационарные вариации давления в смазочном слое при резких изменениях внешней нагрузки.

Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. Диссертация нацелена на решение технической проблемы взаимодействия упругих тел в узлах трения при наличии жидкой смазки. При этом для решения задач применяются как численные, так и аналитические асимптотические методы.

Замечания по диссертации и автореферату

В работе не обсуждаются в полной мере возможные ограничения и пределы применимости предлагаемого метода решения контактной упруго-гидродинамической задачи.

Заключение

Диссертационная работа Иванова В.А. «Математическое моделирование упруго-гидродинамического взаимодействия тел в узлах трения» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и имеющую важное теоретическое и прикладное значение. Уровень диссертации соответствует требованиям «Положения о присуждения ученых степеней», а ее автор, Иванов Виктор Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»,

Официальный оппонент

кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН).

«26» ноября 2018г. Матвеев Александр Данилович

660036, г.Красноярск, ул. Академгородок 50/44.

Телефон: 8(923)-311-75-02 e-mail: mtv241@mail.ru

Подпись Матвеева А.Д заверяю:

Ученый секретарь ИВМ СО РАН

кандидат физ.-мат. наук Вяткин А. В.