

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

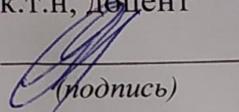
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «Технологическое оборудование»

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н, доцент

 О.К. Яцкевич
(подпись)

« 18 » 01 2021 г.

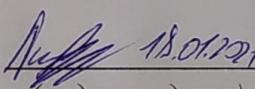
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра технических наук

«МКЭ-анализ соединения деталей машин болтовыми группами с обеспечением устойчивых объединенных пятен контакта»

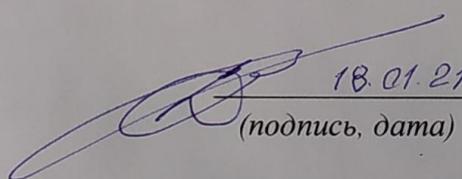
Специальность 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении»

Магистрант

 П.С. Литвинюк
(подпись, дата)

Руководитель

к.т.н., доцент

 С.С. Довнар
(подпись, дата)

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена систематизации алгоритма проведения виртуальных испытаний с возможностью последующей доработки конструкции, изучению поведения пятен контакта сопрягаемых деталей под действием болтовой нагрузки и условия создания объединенного герметичного пятна контакта.

Актуальность исследования объясняется особым вниманием, которое уделяется соединениям деталей машин группами болтовых соединений с сохранением постоянного пятна контакта изучаемое с применением МКЭ-анализом.

Лист: 94. Рис.: 49. Библ.: 10. Табл.: 5.

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	5
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	10
ГЛАВА 1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	13
ГЛАВА 2 ОБЗОР МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОБЩИХ СВЕДЕНИЙ О ШЕРОХОВАТОСТИ	15
2.1 Момент завинчивания болтового соединения	19
2.2 Классы прочности и материалы резьбовых деталей	21
2.3 Коэффициенты запаса прочности и долговечности болтовых соединений для машиностроительных конструкций.	24
2.4 Расчет резьбовых соединений на прочность.....	26
2.5 Конструктивные и технологические мероприятия, повышающие прочность резьбовых соединений	33
2.6 Расчет болтовых соединений группой болтов	37
2.7 Классификация групповых болтовых соединений.....	38
2.8 Техничко-экономические преимущества применения прогрессивного крепежа.....	39
2.9 Условия повышения герметичности стыка	44
2.10 Исследование шероховатости поверхности.....	45
ГЛАВА 3 МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИСПЫТАНИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОЕДИНЕННЫМИ БОЛТОВЫМИ ГРУППАМИ.....	48
3.1 Выбор программного комплекса для решения задачи.....	50
3.2 Описание алгоритма проведения компьютерного моделирования	52
3.3 Подготовка исходной геометрии.....	54

3.4	Выбор метода моделирования группы болтовых соединений.....	55
3.5	Задание граничных условий	69
3.6	Подготовка сетки конечных-элементов	72
3.7	Анализ результатов расчетных исследований	74
3.8	Доработка конструкции.....	78
ГЛАВА 4 ПРИМЕНЕНИЕ МКЭ МЕТОДА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПЯТНА КОНТАКТА		84
3.1	Оценка существующей конструкции.....	86
3.2	Доработка конструкции scarf joint	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ		96

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

В магистерской диссертации применяются следующие сокращения:

МКЭ – Метод конечных элементов

КЭ – Конечные элементы

ГР-БС – Группа болтовых соединений

БД – Базовые детали

CAD – Система автоматизированного проектирования
(computer-aided design)

CAE – Система автоматизированных инженерных расчетов
(computer-aided engineering)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Басов, К.А. ANSYS: справочник пользователя. / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
2. В. С. Стёпин, В. Г. Горохов, М. А. Розов. Философия науки и техники. — М., 1999.
3. Философские проблемы технических наук, лекция Становление и организация_технических_наук. http://studme.org/1465071717679/filosofiya/stanovlenie_organizatsiya_tehnicheskikh_nauk;
4. Промышленная революция - <https://ru.wikipedia.org/>
5. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
6. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. пособие. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 512с
7. Государственный стандарт РБ, СТБ 1879-2008 «Затяжка резьбовых соединений технические требования».
8. ГОСТ 1759.4-87 «Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний».
9. Sara Johansson, David Satterman. Simulation Driven Product Development (How it can be combined with Lean Philosophy to achieve increased product development efficiency) : Master of Science Thesis in the Master Degree Program Supply Chain Management : Report No. E2011:021 / [2] Sara Johansson, David Satterman. – Sweden, 2012. – 108 pages.
10. ANSYS [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ansys.com/about-ansys>. – Date of access: 01.10.2019.