

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

На правах рукописи



**Скрипченко Наталья Борисовна**

УДК 539.3

**КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ  
ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ  
ЛОКАЛЬНОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ**

Специальность 05.02.09 – динамика и прочность машин

Диссертация на соискание научной степени

кандидата технических наук

*Ідентифікація за змістом  
з іншими приєднанками  
дисертації завідувача.*

*Великий секретар  
спеціалізованої вченої  
ради № 050.10.*



*Сукіасов В.Т.*

Научный руководитель  
Ткачук Николай Анатольевич,  
доктор технических наук,  
профессор

Харьков – 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
<b>Раздел 1. Анализ методов расчета контактной прочности сложнопрофильных элементов машиностроительных конструкций...</b>	<b>13</b>
1.1. Анализ видов локализации контакта, формы и обработки рабочих поверхностей сложнопрофильных деталей машин .....	14
1.2. Обзор методов решения контактных задач .....	20
1.3. Модели для учета локальной податливости шероховатости .....	25
1.4. Численные методы анализа напряженно-деформированного состояния сложнопрофильных тел с учетом контакта .....	29
1.5. Выводы по разделу, анализ состояния вопроса и постановка задач исследований .....	31
<b>Раздел 2. Математическое моделирование напряженно- деформированного состояния контактирующих сложнопрофильных шероховатых тел .....</b>	<b>34</b>
2.1. Математическая модель напряженно-деформированного состояния контактирующих тел .....	34
2.2. Описание геометрической формы рабочих поверхностей в зоне контакта .....	41
2.3. Свойства шероховатости .....	43
2.4. Соотношения метода граничных элементов с учетом произвольного распределения зазора и шероховатости поверхностей контактирующих тел.....	47
2.5. Соотношения метода конечных элементов с учетом локальной податливости поверхностного слоя .....	60
2.6. Постановка задачи об оперативном анализе контактного взаимодействия тел с учетом конечности размеров сопрягаемых деталей .....	62

2.7. Выводы по разделу 2 .....	69
<b>Раздел 3. Специализированный программно-модельный комплекс для исследования напряженно-деформированного состояния сложнопрофильных тел с учетом локализации контакта и локальной податливости поверхностного слоя .....</b>	<b>71</b>
3.1. Реализация и структура специализированного программно-модельного комплекса «SВem».....	71
3.2. Исследование сходимости и точности программно-модельного комплекса на примере решения задачи Герца .....	73
3.3. Сравнение численного решения методом граничных элементов с аналитическим решением для гладких тел .....	76
3.4. Анализ решений задач контактного взаимодействия тел с учетом промежуточного податливого слоя методом конечных элементов и методом граничных элементов .....	79
3.5. Выводы по разделу 3 .....	81
<b>Раздел 4. Решение прикладных задач .....</b>	<b>83</b>
4.1. Влияние формы зазора между сложнопрофильными телами и податливости шероховатости на распределение контактных давлений..	83
4.2. Анализ контактного взаимодействия элементов подшипника качения с модифицированным двухрадиусным роликом .....	94
4.3. Контакт прямоугольного в плане штампа со скругленными краями с полупространством.....	98
4.4. Контактное взаимодействие элементов гидрообъемной передачи ...	105
4.5. Исследование контактного взаимодействия в модифицированном зубчатом зацеплении .....	117
4.6. Выводы по разделу 4 .....	127
<b>Раздел 5. Экспериментальное исследование и внедрение полученных результатов.....</b>	<b>130</b>

5.1. Использование чувствительных пленок для экспериментального измерения контактных давлений .....	130
5.2. Моделирование локальной податливости промежуточного слоя между контактирующими телами .....	134
5.3. Определение величины податливости упругого слоя полосы резины.....	135
5.4. Анализ контактного взаимодействия сопряжения элементов ГОП с учетом податливости промежуточного слоя .....	138
5.5. Внедрение результатов исследований .....	144
5.6. Выводы по разделу 5 .....	146
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>148</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>151</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>170</b>