

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ЦЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ СТАДИИ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ.....	4
1.1. ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ.....	6
1.2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	8
1.2.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ.....	8
1.2.2. ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ.....	9
1.2.3. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ.....	11
1.2.4. РАБОЧАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ..	12
2. ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ.....	15
2.1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	15
2.2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	19
2.3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	23
2.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДЫ.....	24
2.5. ИОНИЗИРУЮЩИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	25
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ И УСКОРЕНИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ.....	28
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН.....	41
4.1. ОБЩАЯ МЕТОДИКА СИЛОВОГО РАСЧЕТА.....	41
4.2. ПРИМЕР СИЛОВОГО РАСЧЕТА РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА.....	48
4.3. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМОВ НА ЭВМ.....	57
4.4. ДЕЙСТВИЕ СИЛ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ.....	60
4.5. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМА С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ.....	67
4.6. ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ НА ТРЕНИЕ. КПД МЕХАНИЗМА.....	70

5. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН.....	77
5.1. МЕТАЛЛЫ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ (СТАЛИ И ЧУГУНЫ).....	77
5.2. АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	80
5.2.1. БАББИТЫ.....	80
5.2.2. БРОНЗЫ.....	83
5.2.3. СПЛАВЫ НА АЛЮМИНИЕВОЙ И ЦИНКОВОЙ ОСНОВЕ.....	84
5.2.4. ПОРИСТЫЕ АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ...	85
5.2.5. МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И ДРЕВЕСИНЫ.....	86
5.2.6. ЛЕНТОЧНЫЕ (СЛОИСТЫЕ) МАТЕРИАЛЫ.....	92
5.2.7. УГЛЕГРАФИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	92
5.3. МЕТОДИКА ПОДБОРА АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	93
5.4. ПРИМЕР ПОДБОРА АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	96
5.4.1. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	97
5.4.2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР МАТЕРИАЛА.....	97
5.4.3. ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО УЗЛА ТРЕНИЯ.....	99
5.4.4. ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ.....	100
5.5. ФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	102
5.5.1. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	102
5.5.2. ТРЕБОВАНИЯ К ФРИКЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ...	106
5.5.3. МЕТОДИКА ПОДБОРА ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	110
6. ОТКАЗЫ, ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗНОС УЗЛОВ ТРЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ.....	113
6.1. МОДЕЛИ ОТКАЗОВ.....	113
6.1.1. ЗАКОН ИЗМЕНЕНИЯ ВЫХОДНОГО ПАРАМЕТРА ИЗДЕЛИЯ.....	113
6.1.2. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ.....	118

6.2. ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	120
6.2.1. ОБЛАСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИЗДЕЛИЯ.....	120
6.2.2. ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИЗДЕЛИЯ.....	124
6.2.3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИЗДЕЛИЯ ПО ВЫХОДНОМУ ПАРАМЕТРУ..	126
6.2.4. РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ В НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	127
6.2.5. ЗНАЧЕНИЕ ВЫХОДНОГО ПАРАМЕТРА КАК СЛУЧАЙНАЯ ВЕЛИЧИНА.....	129
6.3. ИЗНОС МЕХАНИЗМОВ.....	130
6.3.1. МЕХАНИЗМЫ С НЕЗАВИСИМЫМ ИЗНОСОМ ЗВЕНЬЕВ.....	130
6.3.2. ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ОТДЕЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ МЕХАНИЗМА НА ЕГО ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.....	131
6.3.3. СУММИРОВАНИЕ ИЗНОСА ЗВЕНЬЕВ МЕХАНИЗМА	133
6.4. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ИЗНОСЫ МЕХАНИЗМОВ.....	136
6.4.1. КРИТЕРИИ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗНОСА.....	136
6.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ИЗНОСОВ ИЗ УСЛОВИЯ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМА.....	138
6.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ИЗНОСОВ ИЗ УСЛОВИЯ ТОЧНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ВЕДОМОГО ЗВЕНА.....	139
6.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ИЗНОСОВ ИЗ УСЛОВИЯ РАССЕЙВАНИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ...	141
6.4.5. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ИЗНОСЫ МНОГОЗВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ.....	142
 7. РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ПОДВИЖНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	 146
7.1. ИСХОДНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	146
7.2. ИЗНОС ПОВЕРХНОСТИ И СОПРЯЖЕНИЯ.....	148
7.3. КЛАССИФИКАЦИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ПО УСЛОВИЯМ ИЗНАШИВАНИЯ.....	150
7.4. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИЗНОСА СОПРЯЖЕНИЙ.....	153
7.4.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСЛОВИЯ КАСАНИЯ.....	153

7.4.2. НАПРАВЛЯЮЩИЕ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	157
7.4.3. СОПРЯЖЕНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМИ УСЛОВИЯМИ КАСАНИЯ.....	162
7.4.4. ПРИРАБОТКА НЕТОЧНО ВЫПОЛНЕННЫХ И ДЕФОРМИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	164
7.4.5. ПАРЫ С НЕБОЛЬШИМИ ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ.....	167
7.5. РАСЧЕТ НА ИЗНОС С УЧЕТОМ ЖЕСТКОСТИ ДЕТАЛЕЙ.....	169
7.5.1. КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ИЗНАШИВАНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ.....	169
7.5.2. ИЗНОСО-КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА.....	171
7.5.3. ЖЕСТКОСВЯЗАННЫЕ СОПРЯЖЕНИЯ.....	174
7.6. РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ.....	176
7.6.1. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ.....	176
7.6.2. ПРИМЕР РАСЧЕТА РЕСУРСА И ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ДЕТАЛИ.....	178
7.6.3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗНОСА СОПРЯЖЕНИЙ.....	180
7.7. КОМПЕНСАЦИЯ ИЗНОСА СОПРЯЖЕНИЙ.....	181
8. РАСЧЕТ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.....	187
8.1. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ.....	187
8.1.1. РАДИАЛЬНЫЙ ПОДШИПНИК.....	187
8.1.2. УПОРНЫЙ ПОДШИПНИК.....	190
8.2. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ.....	197
8.2.1. ВИДЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ.....	197
8.2.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО ТЕЛАМ КАЧЕНИЯ.....	199
8.2.3. ПОДБОР ПОДШИПНИКОВ.....	203
8.2.4. МОМЕНТ ТРЕНИЯ В ПОДШИПНИКЕ.....	207
8.2.5. ОЦЕНКА КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ПОДШИПНИКА.....	208
8.3. МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ.....	211
8.3.1. ДИСКОВАЯ МУФТА.....	211
8.3.2. КОНУСНАЯ МУФТА.....	211
8.3.3. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ.....	214
8.3.4. ПРИМЕР РАСЧЕТА МНОГОДИСКОВОЙ МУФТЫ.....	214

8.4. ТОРМОЗА.....	216
8.4.1. КОЛОДОЧНЫЕ ТОРМОЗА.....	217
8.4.2. ДИСКОВЫЙ ТОРМОЗ.....	221
8.4.3. ЛЕНТОЧНЫЕ ТОРМОЗА.....	222
8.4.4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ.....	226
 9. ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОВИЗНЫ И ПРАВОВОЙ ЗАЩИТЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	 230
9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	230
9.2. ВИДЫ РАБОТ ПРИ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	231
9.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ.....	231
9.3.1. РАЗРАБОТКА РЕГЛАМЕНТА ПОИСКА.....	233
9.3.2. ПОИСК ИНФОРМАЦИИ.....	235
9.3.3. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОИСКА.....	236
9.4. АНАЛИЗ ОТОБРАННОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	237
9.4.1. ОЦЕНКА РЕЛЕВАНТНОСТИ ДОКУМЕНТОВ.....	237
9.4.2. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	237
9.4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАТЕНТНО-ЛИЦЕНЗИОННОЙ СИТУАЦИИ.....	238
9.4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ПАТЕНТОВАНИЯ.....	239
9.4.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ВЗАИМНОГО ПАТЕНТОВАНИЯ.....	239
9.4.6. ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТЕНТОВ-АНАЛОГОВ.....	240
 10. КОНСТРУКЦИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЗДЕЛИЙ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	 243
10.1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИИ РЕСУРСОВ.....	243
10.2. ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	244
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	248
 ПРИЛОЖЕНИЯ.....	249
 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	264