



ДЛЯ ВУЗОВ

*Н.С. Пенкин  
А.Н. Пенкин  
В.М. Сербин*

**ОСНОВЫ  
ТРИБОЛОГИИ  
И ТРИБОТЕХНИКИ**

**ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

## Оглавление

Введение .....	5
<b>Глава 1. Общие вопросы трибологии и триботехники .....</b>	<b>7</b>
1.1. Трибология и ее развитие .....	7
1.2. Основные понятия и определения .....	9
1.3. Потери на трение в машинах и качественная картина износа деталей .....	10
1.4. Экономические аспекты проблемы трения и износа при эксплуатации техники .....	18
1.5. Роль смазки в трибосопряжениях .....	22
<b>Глава 2. Конструкционная прочность и состояние поверхностного слоя трибосопряжения .....</b>	<b>24</b>
2.1. Особенности строения твердых тел .....	24
2.2. Состояние материала деталей при циклических нагружениях .....	29
2.3. Избыточная энергия поверхностного слоя .....	35
2.4. Структура и физико-механические свойства материала поверхностного слоя .....	38
2.5. Поверхностно-активные вещества. Эффект Ребиндера. Трещины Гриффитса .....	40
2.6. Особенности поведения жидкостей и газов на поверхности трения .....	43
<b>Глава 3. Топография поверхности и контакт твердых тел .....</b>	<b>45</b>
3.1. Макрогеометрия поверхности деталей .....	45
3.2. Микрогеометрия поверхности деталей .....	46
3.3. Методы оценки микрогеометрии поверхности .....	47
3.4. Радиус кривизны микронеровностей и кривая опорной поверхности .....	49
3.5. Фрикционные связи при контакте неровностей .....	50
3.6. Площади контакта шероховатых поверхностей .....	53
<b>Глава 4. Природа и виды внешнего трения .....</b>	<b>57</b>
4.1. Основные закономерности трения скольжения при отсутствии смазочного материала (сухое трение) .....	58
4.2. Трение при граничной смазке .....	66
4.3. Жидкостное трение .....	73
4.4. Трение качения .....	82
4.5. Роль температуры при трении .....	86

---

<b>Глава 5. Изнашивание материалов и деталей машин</b> . . . . .	90
5.1. Классификация видов изнашивания . . . . .	92
5.2. Абразивное изнашивание . . . . .	94
5.2.1. Изнашивание о закрепленный абразив . . . . .	96
5.2.2. Изнашивание в абразивной прослойке . . . . .	97
5.2.3. Изнашивание в абразивной массе . . . . .	98
5.2.4. Изнашивание при ударе по абразиву . . . . .	100
5.2.5. Газоабразивное изнашивание . . . . .	101
5.2.6. Гидроабразивное изнашивание . . . . .	103
5.3. Усталостное изнашивание . . . . .	104
5.4. Кавитационное изнашивание . . . . .	109
5.5. Адгезионное изнашивание . . . . .	112
5.6. Эрозионное изнашивание . . . . .	114
5.7. Окислительное изнашивание . . . . .	115
5.8. Водородное изнашивание . . . . .	116
5.9. Изнашивание при фреттинг-коррозии . . . . .	117
5.10. Электроэрозионное изнашивание . . . . .	119
<b>Глава 6. Фрикционные, антифрикционные и смазочные материалы</b> . . . . .	120
6.1. Природа фрикционности и антифрикционности . . . . .	120
6.2. Фрикционные материалы . . . . .	121
6.3. Антифрикционные материалы . . . . .	124
6.4. Смазочные материалы . . . . .	129
6.5. Выбор смазочного материала для узла трения . . . . .	137
<b>Глава 7. Основные способы повышения износостойкости материалов и деталей машин</b> . . . . .	141
7.1. Конструкционные способы . . . . .	141
7.2. Технологические способы . . . . .	153
7.3. Эксплуатационные способы . . . . .	158
7.4. Расчетные методы оценки износостойкости деталей и материалов деталей машин . . . . .	160
<b>Глава 8. Моделирование и лабораторные испытания на трение и изнашивание</b> . . . . .	178
8.1. Основы моделирования трибологических процессов . . . . .	178
8.2. Испытание на трение и изнашивание . . . . .	187
8.3. Общая методология испытаний на трение и изнашивание . . . . .	196
<b>Список литературы</b> . . . . .	205