

Оглавление

Предисловие	3
1. Общие сведения о построении вакуумных машин и механизмов	6
1.1. Введение в теорию механизмов для ядерной и космической техники	6
1.2. Общие сведения о механике и строении вакуумных машин	9
1.3. Примеры механизмов для различных вакуумных технологий	12
1.4. Использование традиционных вакуумных механизмов	15
2. Физика трения в механизмах	18
2.1. Законы сухого трения и трения в вакууме и атмосфере	19
2.2. Нетрадиционное объяснение изменения силы трения в низком, среднем и высоком вакууме	25
2.3. Развитие физической модели видимой части сухого трения	30
2.4. Анализ силы трения как функции вакуума при различных значениях коэффициента покрытия	33
2.5. Когезионное трение как критерий понятия «экстремально высокий вакуум»	40
2.6. Развитие традиционной модели оценки силы трения в вакууме	42
2.7. Трение гладких поверхностей в вакууме	47
2.8. Новые представления о «сухом» трении как хорошо забытые старые	49
2.8.1. Газообмен в элементах механизмов при трении в вакууме	53
2.8.2. Физические основы газообмена при трении в вакууме	54
2.8.3. Диффузия водорода в пары трения — причина водородной болезни	61
2.9. Газовыделение механизмов как фактор их параметрической надёжности	63
2.9.1. Газовыделение из волновых зубчатых передач	65
2.9.2. Газовыделение из планетарно-винтовых передач	66
2.9.3. Газовыделение планетарно-резьбовых вводов	66
2.9.4. Газовыделение из вакуумного шарикоподшипника	77
2.9.5. Газовыделение пары «вал-втулка»	80
2.10. Статистические основы газовыделения из кинематических пар	81
2.11. Парадоксальное «откачивающее» действие шарикоподшипника	83
2.12. Выводы для конструкторов из физики сухого трения	86

3. Кинематика и механика машин для реализации вакуумных технологий	88
3.1. Кинематика вакуумного оборудования и его производительность	89
3.2. Структура вакуумного технологического оборудования	91
3.3. Схемы вакуумных установок, реализующих вакуумные технологии	98
3.4. Схемы построения оборудования, реализующего вакуумные технологии	100
3.4.1. Оборудование откачки вакуумных приборов.....	100
3.4.2. Оборудование нанесения тонких пленок в вакууме...	101
3.4.3. Оборудование электронно-лучевой сварки в вакууме.	105
3.4.4. Оборудование сборки электровакуумных приборов в вакууме	105
3.4.5. Оборудование для молекулярно-лучевой эпитаксии .	111
3.4.6. Оборудование электронной, ионной, рентгеновской литографии	112
3.4.7. Оборудование для выращивания оптических и полупроводниковых монокристаллов	114
3.4.8. Вакуумное оборудование промежуточного технологического контроля.....	117
3.5. Конструирование как путь разрешения противоречий в требованиях технологий к механизмам.....	124
4. Структурный синтез вакуумных механизмов	127
4.1. Этапы матричного метода синтеза новых механизмов	128
4.2. Алгоритм матричного метода конструирования новых механизмов	136
4.3. Пример использования матричного метода для разработки СВВ поступательного ввода вращения.....	138
4.4. Пример использования матричного метода для разработки СВВ волнового ввода вращения.....	146
4.5. Пример использования метода для разработки СВВ клапана прецизионной точности	151
5. Вакуум как рабочая среда вакуумных механизмов	156
5.1. Понятие термина «рабочий вакуум»	156
5.2. Физические основы процесса откачки. Термины и определения	168
5.3. Расчёт времени откачки вакуумной системы.....	170
5.4. Средства получения вакуума	171
5.5. Сорбция газов и паров твердыми телами	191
5.6. Физические принципы измерения вакуума.....	199
5.7. Традиционные и новые способы измерения вакуума.....	204
5.8. Конструкции механизмов для измерения вакуума и коэффициента покрытия поверхностей сорбатом	207
5.9. Выводы и примеры к главе 5	209

6. Газовыделение механизмов вакуумного оборудования	216
6.1. Газовыделение (десорбция) с внутренних поверхностей	217
6.2. Фланцы разъемные	218
6.3. Токовводы	220
6.3.1. Силовые токовводы	220
6.3.2. Термопарные токовводы (для малых токов)	221
6.4. Смотровые окна	222
6.5. Вводы вращения в вакуум	223
6.6. Вводы поступательного движения в вакуум	226
6.7. Газопроницаемость элементов вакуумной установки	228
6.8. Источники потоков газовыделения вакууме	231
6.8.1. Испарение материалов оборудования в вакууме	231
6.8.2. Натекание газов в вакуумный объём	233
6.8.3. Газовыделение из кинематических пар	233
6.9. Примеры расчётов по материалам главы 6	236
7. Принципы диагностики отказов вакуумных механизмов	241
7.1. Диагностика механизмов по критерию «газовыделение»	242
7.2. Диагностика вакуумных шарикоподшипников, гироудинов и турбомолекулярных насосов	249
7.3. Трибодиагностика магистральных газопроводов	257
7.4. Вакуумная технологии получения топлива и её конкурентноспособность	263
7.5. Диагностика чистоты поверхностей ядерного оборудования	270
7.5.1. Основы диагностики чистоты поверхности на атомарном уровне	270
7.5.2. Работа датчика чистоты	276
7.6. Диагностика герметизирующих сильфонов механизмов по критерию усталости	279
7.7. Анализ диагностических частот наиболее характерных элементов	285
8. Расчет механизмов для ядерной техники и космоса	291
8.1. Описание СВВ конструкций вводов вращения	291
8.2. Расчет СВВ механизмов вращения с сильфонной герметизацией	293
8.2.1. Пример расчета типоразмера СВВ механизма ВЭС-5	301
8.2.2. Пример расчета типоразмера СВВ механизма ВКС-1,5	304
9. Конструирование манипуляторов для сборки в вакууме	307
9.1. Классификация и конструкции сборочных СВВ комплексов	307
9.2. Функциональные особенности транспортных систем оборудования для сборки ЭВП в вакууме	345
9.3. Вакуумные манипуляторы на базе упругих управляемых исполнительных устройств	352
10. Неизвестные физические эффекты вакуумной механики	357

10.1. Физика газообмена при сухом трении	358
10.2. Наводораживание фрикционных пар механизмов при трении	359
10.3. Генерация изотопов водорода при механической обработке	364
10.4. Газообмен в металлах при пластической обработке сталей .	365
10.5. Генерация мягкого рентгеновского излучения при трении .	369
10.6. Генерация различных изотопов водорода при работе механизмов	372
10.7. Трибоплазма при трении	375
Заключение	377
Литература	378

Vacuum Mechanics of Nuclear and Space Technique

The monograph is a prolongation of monographs «Mechanics and Physics of Precise Vacuum Mechanisms» Springer edition, 2012 also as «Physics of Vacuum Mechanics», Telecom edition, 2017–2018 (in Russian).

The book describes methods and the rules vacuum mechanisms design for nuclear and space equipment, that works in Ultra High Vacuum also as in Extremely High Vacuum.

The examples of mechanisms parameters calculation and control questions are done in chapters for described material fixation. Chapter 7 contains some new technologies that are perspective for nuclear and space technologies. Chapter 10 describes complex physical phenomena that are unknown in traditional vacuum science, but they are useful for patenting and engineering practice in future.

The book purpose is Students, researchers, vacuum designers, that work in nuclear and space areas theoretical and designing basis consolidation.