

В. Н. Рудницкий

**КУРС
ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ
И МАШИН**

Брянск 2011

УДК 621.01 (075.8)
ББК 34.41.Я.73
Р.83

Рудницкий В.Н. Курс теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов высших учебных заведений – Брянск, БГИТА, 2011.

Учебное пособие охватывает основные вопросы программы по теории механизмов и машин. В пособии изложены законы структуры механизмов и их классификация, методы кинематического анализа и синтеза механизмов, а также силовой расчет и динамика механизмов. Рассмотрены вопросы трения в кинематических парах, виброзащиты механизмов, а также методы проектирования схем основных видов механизмов. Изложение дано на основе аналитических, графических, графоаналитических методов определения механизмов.

Рецензент: Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Детали машин» Брянского государственного технического университета Тихомиров В.П.

Рудницкий В.Н.
Брянская государственная инженерно-технологическая академия.
2011

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	
Введение.....	
Глава 1	Структура
механизмов.....	
1.1	Основные
определения.....	
1.2 Кинематические пары и их классификация.....	2
1.3	Кинематические
цепи.....	9
1.4 Механизм и его	
схемы.....	0
1.5 Основные виды механизмов и их классификация.....	0
1.6 Структурная формула кинематической цепи общего вида.....	9
1.7 Структурная формула плоских механизмов.....	0
1.8 Лишние степени свободы и пассивные связи.....	3
1.9 Замена в плоских механизмах высших пар низшими.....	4
Глава 2 Структурный синтез и анализ механизмов.....	7
2.1 Основной принцип образования механизмов (структурный синтез).....	7
2.2 Структурный анализ плоских механизмов.....	0
2.3 Понятие об избыточных связях и подвижностях.....	4
Глава 3 Кинематический анализ плоских механизмов.....	7
3.1 Задачи и методы кинематического анализа.....	7
3.2 Планы положений механизмов.....	8
3.3 Кинематическое исследование шарнирно-рычажных механизмов.....	

мов.....	1
3.3.1 План скоростей и ускорений шарнирного четырёхзвенника.....	2
3.3.2 Планы скоростей и ускорений кривошипно-ползунного механизма.....	7
3.3.3 Планы скоростей и ускорений многозвенного механизма.....	9
3.3.4 Свойства планов скоростей и ускорений.....	1
3.4 Кинематическое исследование методом диаграмм.....	1
3.5 Последовательность графического интегрирования диаграмм..	4
3.6 Аналоги скоростей и ускорений.....	5
3.7 Кинематический анализ плоских механизмов аналитическим методом.....	6
Глава 4 Кинематический анализ зубчатых механизмов.....	8
4.1 Одноступенчатые зубчатые механизмы с неподвижными осями вращения.....	8
4.2 Многоступенчатые зубчатые механизмы.....	0
4.3 Зубчатая передача с промежуточными (паразитными) колесами.....	2
4.4 Кинематика планетарных механизмов.....	2
4.5 Кинематика дифференциального механизма.....	5
4.6 Графический метод определения передаточного отношения планетарного редуктора.....	6
4.7 Замкнутые дифференциальные редукторы.....	7
Глава 5 Силовой расчет механизмов.....	0
5.1 Задачи силового расчета.....	0

та.....				
5.2 Силы, действующие на звенья механиз-				1
ма.....				
5.3 Определение сил инерции звеньев плоских механиз-				1
мов.....				
5.4 Условие статической определимости плоских кинема-				
тических цепей.....				5
5.5 Определение реакций в кинематических парах методом				
планов.....				7
5.6 Определение уравнивающей силы методом Н.Е.				
Жуковского.....				4
5.7 Определение реакций в кинематических парах с учетом				
сил трения.....				8
Глава 6 Динамика механизмов и ма-				
шин.....				00
6.1 Основные задачи динами-				
ки.....				00
6.2 Режимы движения механиз-				
мов.....				00
6.3 Приведение масс и сил. Одномассовая динамическая				
модель..				03
6.4 Законы движения звена приведения в дифференциаль-				
ной форме.....				06
6.5 Графоаналитическое решение основного уравнения				
движения.....				07
6.6 Определение закона движения начального зве-				
на.....				11
6.7 Средняя скорость машины и коэффициент неравномер-				
ности движения.....				12
6.8 Определение момента инерции махового колеса по диа-				
грамме энерго-				
масс.....				17
Глава 7 Механический коэффициент полезного дей-				
ствия.....				23
7.1 Основные положения.....				
7.2 Определение коэффициента полезного действия группы				
механизмов.....				23

7.3	Холостой ход и самоторможение механиз-	23
ма.....		25
Глава	8	Трение в механиз-
мах.....		27
8.1	Виды	тре-
ния.....		27
8.2	Угол трения и коэффициент	тре-
ния.....		28
8.3	Трение в поступательной кинематической па-	
ре.....		29
8.4	Трение во вращательной кинематической па-	
ре.....		31
8.5	Трение в винтовой	па-
ре.....		32
8.6	Трение	каче-
ния.....		33
Глава	9	Колебательные процессы в механиз-
мах.....		35
9.1	Сведения из теории механических колеба-	
ний.....		35
9.2	Составление механической моде-	
ли.....		36
9.3	Свободные	колеба-
ния.....		39
9.4	Вынужденные	колеба-
ния.....		42
9.5	Колебания вращающихся звень-	
ев.....		43
Глава	10	Виброзащита ма-
шин.....		46
10.1	Основные	положе-
ния.....		46
10.2	Влияние вибраций на технические объекты и челове-	
ка.....		48
10.3	Виброзащитные	систе-
мы.....		49
10.4	Динамический	виброгаси-
тель.....		52
10.5	Вибрационные	маши-
ны.....		54
Глава	11	Уравновешивание механиз-

мов.....		57
11.1 Общие сведения об уравни-		57
нии.....		57
11.2 Статическое уравнивание вращающихся звень-		59
ев.....		59
11.3 Полное уравнивание вращающегося зве-		60
на.....		60
11.4 Балансировка жестких рото-		62
ров.....		62
Глава 12 Уравнивание масс плоских механиз-		66
мов.....		66
12.1 Сведения об уравнивании плоских механиз-		66
мов.....		66
12.2 Статическое уравнивание масс плоских механиз-		67
мов.....		67
12.3 Приближенное статическое уравнивание масс		
плоских механизмов.....		71
Глава 13 Синтез механизмов по методам оптимиза-		73
ции.....		73
13.1 Этапы синтеза механиз-		73
мов.....		73
13.2 Входные и выходные параметры синте-		73
за.....		73
13.3 Основные и дополнительные условия синте-		74
за.....		74
13.4 Целевые функ-		74
ции.....		74
13.5 Ограниче-		75
ния.....		75
13.6 Методы оптимизации в синтезе механизмов с приме-		
нением ЭВМ.....		76
Глава 14 Синтез кулачковых механиз-		80
мов.....		80
14.1 Основные типы кулачковых механиз-		80
мов.....		80
14.2 Изготовление кулач-		87
ков.....		87
14.3 Порядок проектирования кулачкового механиз-		89
ма.....		89
14.4 Выбор закона движения толкате-		90

ля.....	
14.5 Кинематический анализ плоских кулачковых механизмов....	98
14.6 Определение основных размеров кулачковых механизмов....	04
14.7 Построение кинематических диаграмм движения толкателя..	07
14.8 Определение минимального радиуса кулачка с поступательно движущимся толкателем.....	11
14.9 Определение минимального радиуса кулачка с качающимся толкателем.....	14
14.10 Определение минимального радиуса кулачка с плоским толкателем.....	17
14.11 Построение профиля кулачка.....	21
14.11.1 Центральный кулачковый механизм с поступательно движущимся острым толкателем ($e=0$).....	22
14.11.2 Центральный кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем, снабженным роликом.....	23
14.11.3 Кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с дезаксиалом ($e \neq 0$).....	25
14.11.4 Кулачковый механизм с качающимся толкателем...	27
14.11.5 Кулачковый механизм с плоским толкателем.....	28
14.12 Определение радиуса ролика толкателя.....	30
Глава 15 Синтез зубчатых передач.....	32
15.1 Общие сведения о зубчатых передачах.....	32
15.2 Основная теорема зацепления.....	36
15.3 Эвольвента окружности и ее свойства.....	38
15.4 Эвольвентное зацепление и его свойства.....	40

зуба.	15.5	Методы изготовления колес с эвольвентным профилем	42
ки.....	15.6	Геометрия инструментальной рей-	49
лес.....	15.7	Геометрические параметры ко-	51
ния.....	15.8	Станочное зацепление и коэффициент смеще-	54
дач.....	15.9	Классификация пере-	56
ния.....	15.10	Картина внешнего эвольвентного зацепле-	58
ба.....	15.11	Подрезание и заострение зу-	60
	15.12	Определение геометрических параметров зубчатых колес, нарезанных со смещением.....	62
чи.....	15.13	Качественные показатели зубчатой переда-	69
ния.....	15.14	Выбор расчетных коэффициентов смеще-	78
ния.....	15.15	Особенности внутреннего зацепле-	81
са.....	15.16	Косозубые коле-	84
чи.....	15.17	Конические зубчатые переда-	87
ча.....	15.18	Червячная зубчатая переда-	90
ча.....	15.19	Волновая переда-	95
	Глава 16 Геометрический синтез соосных планетарных пере-		
дач.....			97
	Глава 17 Синтез механизмов с низшими кинематическими парами...		
			02
этапы	17.1	Синтез плоских рычажных механизмов. Основные этапы	02
за.....			02
нематикой.....	17.2	Требования к шарнирным механизмам в связи с их кинематикой.....	03
	17.3	Условие существования кривошипа в четырехзвенных	

механизмах.....	04
17.4 Синтез шарнирного четырехзвенника по коэффициенту изменения средней скорости коромысла.....	06
17.5 Синтез кулисного механизма по заданному перемещению выходного звена.....	08
17.6 Синтез кривошипно-ползунного механизма по коэффициенту изменения средней скорости κ , смещению e и ходу ползуна H .	09
Литература.....	30