

В.И. АНУРЬЕВ

СПРАВОЧНИК  
КОНСТРУКТОРА-  
МАШИНО-  
СТРОИТЕЛЯ

---

---

ТОМ

2

**В.И. АНУРЬЕВ**

**СПРАВОЧНИК  
КОНСТРУКТОРА-  
МАШИНОСТРОИТЕЛЯ**

---

---

**В ТРЕХ ТОМАХ**

**В.И. АНУРЬЕВ**

**СПРАВОЧНИК  
КОНСТРУКТОРА-  
МАШИНОСТРОИТЕЛЯ**

---

---

ТОМ

*Издание 10-е, стереотипное*

Под редакцией И.Н. Жестковой

**2**

МОСКВА «ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2015

УДК 621.001.66(035)  
ББК 34.42я2  
А73

Рецензенты:  
доктор технических наук  
**А.Ф. Крайнев,**  
заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук  
**В.М. Труханов**

**В справочнике использованы стандарты, действующие на 1 июня 2006 г.**

*Все права защищены.* Полное или частичное воспроизведение или размножение каким-либо способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения владельцев авторских прав. Нарушение данного требования влечет за собой применение к виновной стороне ответственности, предусмотренной административным и уголовным законодательством РФ.

**Анурьев В.И.**  
А73 Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. – 10-е изд., стереотип./  
под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Инновационное машиностроение, 2015. – 960 с.  
ISBN 978-5-9906087-6-4  
ISBN 978-5-9906087-8-8 (Т. 2)

Во втором томе приведены современные справочные сведения по расчету и конструкциям осей, валов, подшипников скольжения и качения, муфт, зубчатых, червячных, реечных, винтовых, цепных, плоско- и клиноременных передач, вариаторов, шарико-винтовых передач, храповых зацеплений и разъемных соединений: болтовых, шпоночных и шлицевых.

Предназначен для инженеров и техников-конструкторов.

УДК 621.001.66(035)  
ББК 34.42я2

ISBN 978-5-9906087-6-4  
ISBN 978-5-9906087-8-8 (Т. 2)

© ООО «Издательство «Инновационное  
машиностроение», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Глава I. ОСИ И ВАЛЫ</b> . . . . .	10	Втулки и вкладыши неметаллических подшипников . . . . .	77
<b>Оси</b> . . . . .	10	Рекомендуемые конструкции термопластичных подшипников скольжения . . . . .	86
Типы, конструкции и размеры . . . . .	10	Рекомендуемые размеры втулок подшипников из углепластиков . . . . .	88
Расчет осей . . . . .	16		
<b>Валы</b> . . . . .	16	<b>Подшипники качения</b>	
Цилиндрические концы валов . . . . .	16	(О.П. Леликов) . . . . .	89
Конические концы валов . . . . .	21	Классификация подшипников качения . . . . .	89
Концы валов редукторов и мотор-редукторов . . . . .	25	Условные обозначения подшипников качения . . . . .	89
Расчет валов . . . . .	27	Краткие характеристики подшипников основных типов . . . . .	93
Расчет на прочность . . . . .	27	Общие технические условия . . . . .	100
Расчет на жесткость . . . . .	27	Классы точности подшипников . . . . .	100
Определение вращающего момента . . . . .	28	Предельные отклонения . . . . .	101
Определение нагрузок на валы . . . . .	30	Материалы. Твердость колец и тел качения . . . . .	115
Определение реакций опор и изгибающих моментов . . . . .	31	Шероховатость поверхностей подшипников качения . . . . .	116
Пример расчета . . . . .	35	Зазоры и предварительные натяги в подшипниках . . . . .	116
Конструкция валов . . . . .	38	Выбор подшипников и схемы их установки . . . . .	120
Валы гибкие проволочные . . . . .	39	Статическая грузоподъемность, статическая эквивалентная нагрузка . . . . .	122
<b>Дополнительные источники</b> . . . . .	43	Общие сведения, основные определения . . . . .	122
		Формулы для расчета базовой статической радиальной $C_{or}$ (осевой $C_{oa}$ ) грузоподъемности . . . . .	123
<b>Глава II. ПОДШИПНИКИ</b> . . . . .	44	Формулы для расчета статической радиальной $P_{or}$ (осевой $P_{oa}$ ) нагрузки . . . . .	124
<b>Подшипники скольжения</b> . . . . .	44	Динамическая расчетная грузоподъемность . . . . .	125
Некоторые термины и классификация подшипников скольжения . . . . .	44	Общие сведения, основные определения . . . . .	125
Классификация подшипников скольжения . . . . .	44	Формулы для расчета базовой динамической радиальной $C_r$ (осевой $C_a$ ) грузоподъемности . . . . .	126
Элементы конструкции узлов подшипников скольжения . . . . .	45		
Основные виды трения скольжения . . . . .	45		
Металлические подшипники скольжения . . . . .	46		
Приближенный расчет (проверка) радиального подшипника . . . . .	46		
Расчет упорного подшипника . . . . .	48		
Втулки и вкладыши подшипников . . . . .	49		
Корпуса подшипников скольжения . . . . .	66		
Неметаллические подшипники скольжения . . . . .	74		

Формулы для расчета эквивалентной динамической радиальной $P_r$ (осевой $P_a$ ) нагрузки	132	Примеры конструкций подшипниковых узлов	265
Расчетный ресурс подшипника	135	Торцовые крышки узлов подшипников качения	276
Выбор и расчет подшипников качения	136	Корпуса подшипников качения	303
Определение сил, нагружающих подшипники	136	Приложение А	317
Подбор подшипников	138	<b>Дополнительные источники</b>	318
Расчет подшипников на статическую грузоподъемность	138	<b>Глава III. МУФТЫ</b>	319
Расчет подшипников на заданный ресурс	139	<b>Общие сведения</b>	319
Расчет допустимой осевой нагрузки для роликовых радиальных подшипников	147	<b>Постоянные муфты</b>	322
Трение в подшипниках	148	Муфты втулочные	322
Предельная частота вращения	150	Фланцевые муфты	335
Показатели качества	152	Упругие втулочно-пальцевые муфты	338
Посадки колец подшипников на вал и корпус	152	Продольно-свертные муфты	340
Поля допусков и посадки	152	Упругие муфты со звездочкой	349
Основные указания по выбору посадок для колец подшипников	153	Упругие муфты с торообразной оболочкой	358
Основные рекомендации по конструированию	166	Кулачково-дисковые муфты	365
Рекомендации по монтажу подшипников качения	168	Муфты с промежуточной призматической деталью	369
Смазывание подшипников	170	Шарнирные муфты	370
Технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов	179	Муфты упругие с промежуточным диском	378
Общие требования к посадочным поверхностям	179	Цепные муфты	380
Шероховатость посадочных и опорных торцовых поверхностей	179	<b>Кулачковые сцепные муфты</b>	386
Отклонения формы посадочных и опорных торцовых поверхностей	180	<b>Муфты с V-образным мелким (мышинным) зубом</b>	389
Допустимые углы взаимного перекося колец подшипников качения	184	<b>Муфты трения</b>	390
Отклонения расположения посадочных и опорных поверхностей вала и корпуса	185	<b>Обгонные роликовые муфты</b>	392
Предельные радиусы галтелей вала и корпуса	188	Классификация и описание работы	392
Запленки для установки подшипников качения	192	Расчет геометрических параметров ненормализованной обгонной муфты	394
Опоры валов зубчатых передач	204	Указания по монтажу	394
Размеры и основные характеристики подшипников	218	<b>Предохранительные муфты</b>	404
		Втулочные муфты со срезным штифтом	404
		Пружинно-кулачковые, кулачковые, шариковые и фрикционные муфты	406
		<b>Муфты жесткие компенсирующие</b>	417
		Муфты зубчатые	417
		Выбор зубчатых муфт	423

Электромагнитные многодисковые муфты с магнитопроводящими дисками .....	423	Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес .....	582
Дополнительные источники .....	433	<b>Расчет на прочность .....</b>	<b>585</b>
<b>Глава IV. ЗУБЧАТЫЕ И ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ ..</b>	<b>434</b>	Расчет на прочность зубчатых цилиндрических эвольвентных передач внешнего зацепления ..	589
<b>Зубчатые передачи .....</b>	<b>434</b>	Основные расчетные зависимости .....	589
<b>Расчет геометрических параметров .....</b>	<b>434</b>	Исходные данные и расчет геометрических и кинематических параметров, используемых в расчетах на прочность	591
<b>Цилиндрические зубчатые передачи .....</b>	<b>434</b>	Расчет на контактную прочность .....	595
Цилиндрические прямозубые передачи .....	442	Расчет зубьев на прочность при изгибе .....	607
Цилиндрические косозубые передачи при параллельных валах .....	443	Расчет на прочность при изгибе максимальной нагрузкой ...	623
Длина общей нормали цилиндрических прямозубых колес .....	465	Проектировочный расчет .....	627
Цилиндрические винтовые зубчатые передачи .....	467	Уточненные расчеты передач .....	629
Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внутреннего зацепления .....	467	Расчет на прочность зубчатых конических передач .....	636
Допуски цилиндрических зубчатых передач .....	474	<b>Червячные передачи .....</b>	<b>639</b>
Конструкции цилиндрических зубчатых колес .....	504	Общие сведения и основные параметры .....	639
Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес .....	507	Геометрический расчет червячной передачи .....	651
<b>Реечные передачи .....</b>	<b>510</b>	Примеры расчета червячной передачи .....	654
Расчет реек .....	510	Расчет размеров для контроля осевого профиля червяка .....	657
Допуски на изготовление зубчатых реек .....	510	Допуски цилиндрических червячных передач .....	660
Правила выполнения чертежей зубчатых реек, размеры фасок, радиусы кривизны, шероховатость боковых поверхностей зубьев ..	522	Конструкция червячных колес ..	678
<b>Конические зубчатые передачи .....</b>	<b>523</b>	Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес .....	678
Конические зубчатые передачи с прямыми зубьями .....	524	Правила выполнения чертежей червяков и колес глобоидных передач .....	681
Формулы и примеры расчета ..	529	Силы в зацеплении и КПД червячных передач .....	682
Конические зубчатые передачи с круговыми зубьями .....	534	Расчет на прочность цилиндрической червячной передачи .....	684
Допуски конических и гипоидных зубчатых передач .....	562	<b>Дополнительные источники .....</b>	<b>687</b>
Конструкция конических зубчатых колес .....	581	<b>Глава V. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ .....</b>	<b>688</b>
		<b>Цепи приводные роликовые и втулочные .....</b>	<b>688</b>
		Цепи приводные роликовые прецизионные с коротким шагом ...	699
		Цепи, имеющие звенья с полками	703

<b>Звездочки приводных роликовых и втулочных цепей</b> . . . . .	704	Расчет передачи с хлопчатобумажными цельноткаными пропитанными ремнями . . . . .	767
Предельные отклонения размеров зубьев и венцов . . . . .	708	Давление на валы . . . . .	771
Метод расчета и построения профиля инструмента для нарезания зубьев звездочек . . . . .	711	Шкивы для плоских приводных ремней . . . . .	772
Правила выполнения рабочих чертежей звездочек приводных роликовых и втулочных цепей . .	713	<b>Клиноременная передача</b> . . . . .	774
<b>Условия применения передач с приводными цепями</b> . . . . .	714	Общие сведения . . . . .	774
<b>Расчет роликовой цепной передачи</b> . . . . .	717	<b>Приводные клиновые ремни</b> . . . . .	778
<b>Тяговые пластинчатые цепи</b> . . . . .	718	Основные размеры . . . . .	778
Типы, исполнения и основные размеры присоединительных элементов . . . . .	725	Технические условия на ремни приводные клиновые нормального сечения . . . . .	783
Звездочки для пластинчатых цепей . . . . .	727	Основные требования к шкивам . . . . .	793
Правила выполнения рабочих чертежей . . . . .	735	Шкивы для приводных клиновых ремней . . . . .	795
<b>Цепи тяговые разборные</b> . . . . .	736	Расчет и конструирование передачи. Передаваемые мощности . . . . .	800
<b>Приводные зубчатые цепи</b> . . . . .	738	Схемы расчета трехшквивных передач . . . . .	804
Звездочки для приводных зубчатых цепей . . . . .	742	Расчеты передачи по мощности при двухшквивной схеме . .	806
Методы расчета и построения профиля . . . . .	742	Особые виды клиноременных передач . . . . .	821
Числовые значения диаметров венцов звездочек и зубьев . . . .	746	<b>Вариаторы клиноременные</b> . . . . .	822
Правила выполнения рабочих чертежей . . . . .	748	Ремни клиновые вариаторные для промышленного оборудования . . . . .	823
Предельные отклонения . . . . .	749	Ремни клиновые широкие для вариаторов сельскохозяйственных машин . . . . .	827
<b>Некоторые вопросы проектирования цепных передач</b> . . . . .	750	Шкивы вариаторной передачи . .	834
<b>Глава VI. РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ</b> . . . . .	755	Расчет передач и передаваемые мощности . . . . .	836
Общие сведения . . . . .	755	Дополнительные источники . . . . .	842
Плоскорременная передача . . . . .	758	<b>Глава VII. ВИНТОВЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ХРАПОВОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ</b> . . . . .	843
Типы передач и выбор ремня . . . . .	758	<b>Винтовые передачи</b> . . . . .	843
Ремни плоские приводные резиноканые . . . . .	759	Расчет ходовых винтов . . . . .	843
Правила монтажа и условия эксплуатации плоских приводных ремней . . . . .	764	Устранение зазоров в винтовой паре . . . . .	847
Приводные хлопчатобумажные цельнотканые пропитанные ремни . . . . .	766	Расчет грузовых винтов . . . . .	847
		<b>Храповое зацепление</b> . . . . .	850
		Виды храповиков . . . . .	850
		Расчет храповиков . . . . .	853
		Дополнительные источники . . . . .	854



<b>Глава VIII. Шариковые винтовые передачи</b> . . . . .	855	Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы . . . . .	898
<b>Общие сведения</b> . . . . .	855	Размеры и допуски шпонок и шпоночных пазов . . . . .	898
<b>Основные параметры и размеры</b> . . . . .	856	Выбор шпонок для ступенчатых валов . . . . .	903
<b>Нормы точности</b> . . . . .	858	Расчет шпонок . . . . .	903
<b>Основные характеристики ШВП</b> . . . . .	860	<b>Шлицевые соединения</b> . . . . .	906
<b>Технические требования</b> . . . . .	863	Прямобоочные шлицевые соединения . . . . .	906
Номенклатура показателей качества . . . . .	864	Допуски шлицевых прямобоочных соединений . . . . .	908
Схемы монтажа опор винтов и гаек . . . . .	864	Рекомендуемые посадки шлицевых валов и втулок . . . . .	911
<b>Выбор и расчет шариковинтовой передачи (ШВП)</b> . . . . .	867	Шлицевые эвольвентные соединения с углом профиля 30° . . . . .	913
ШВП с зазором . . . . .	869	Допуски и посадки шлицевых эвольвентных соединений . . . . .	920
ШВП с натягом . . . . .	870	Треугольные зубчатые соединения . . . . .	930
<b>Глава IX. Разъемные соединения</b> . . . . .	874	Формулы для определения элементов треугольных соединений . . . . .	934
<b>Болтовые соединения</b> . . . . .	874	Проволочки и ролики для измерения резьб и шлицев . . . . .	936
Ненапряженные соединения . . . . .	874	Расчет на прочность . . . . .	940
Напряженные соединения . . . . .	875	<b>Дополнительные источники</b> . . . . .	944
Соединения с поперечной нагрузкой . . . . .	875	<b>Приложение 1. Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах</b> . . . . .	945
Разгрузочные устройства . . . . .	876	<b>Приложение 2. Геометрические характеристики поперечных сечений валов</b> . . . . .	949
Клеммовые соединения . . . . .	876	<b>Перечень стандартов и нормативных документов</b> . . . . .	954
Крепление крышек . . . . .	877		
Крепление стыков (упрощенный расчет) . . . . .	878		
Кольцевая форма стыка . . . . .	870		
Соединение с эксцентричной нагрузкой . . . . .	879		
<b>Шпоночные соединения</b> . . . . .	879		
Призматические шпонки . . . . .	879		
Сегментные шпонки . . . . .	894		