

СПРАВОЧНИК --- МЕТАЛИСТА

ТОМ ①

6П5.4

С74

УДК 621.002 (031)

Авторы: А. А. Готовцев, С. П. Демидов, А. В. Карп, С. Ф. Корндорф, В. П. Коротков, В. Н. Кудрявцев, Н. Я. Ниберг, Г. И. Ногачева, С. Д. Пономарев, Б. А. Пронин, В. С. Решиков, Н. А. Спицын, Г. Б. Столбин, Б. А. Тайц, Г. П. Хализев, С. А. Чернавский, Б. И. Яньшин

С74 Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. Изд. 3-е, перераб. Под ред. С. А. Чернавского и В. Ф. Решикова. М., «Машиностроение», 1976.

768 с. с ил.

На обороте тит. л. авт.: А. А. Готовцев, С. П. Демидов, А. В. Карп и др.

В первый том вошли справочные сведения по единицам измерения, механике, гидравлике, теплотехнике, электротехнике, электронике, сопротивлению материалов, деталям машин.

В нем учтены все изменения в действующих стандартах.

Справочник предназначен для инженеров-технологов и техников машиностроительных заводов.

С $\frac{31301-618}{038 (01)-76}$ подписное

6П5.4

© Издательство «Машиностроение», 1976 г.

СПРАВОЙСТА --- МЕТАЛЛИСТА

ТОМ ①

Под редакцией
д-ра техн. наук С. А. ЧЕРНАВСКОГО
и канд. техн. наук В. Ф. РЕЩИКОВА

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1976

6П5.4
С74
УДК 621.002 (031)

Авторы: А. А. Готовцев, С. П. Демидов, А. В. Карп, С. Ф. Корндорф, В. П. Коротков, В. Н. Кудрявцев, Н. Я. Нибург, Г. И. Ногачева, С. Д. Пономарев, Б. А. Пронин, В. С. Решиков, Н. А. Спицын, Г. Б. Столбин, Б. А. Тайц, Г. П. Хализев, С. А. Чернавский, Б. И. Яньшин

С74 Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. Изд. 3-е, перераб. Под ред. С. А. Чернавского и В. Ф. Решикова. М., «Машиностроение», 1976.

768 с. с ил.

На обороте тит. л. авт.: А. А. Готовцев, С. П. Демидов, А. В. Карп и др.

В первый том вошли справочные сведения по единицам измерения, механике, гидравлике, теплотехнике, электротехнике, электронике, сопротивлению материалов, деталям машин.

В нем учтены все изменения в действующих стандартах.

Справочник предназначен для инженеров-технологов и техников машиностроительных заводов.

С $\frac{31301-618}{038 (01)-76}$ подписное

6П5.4

© Издательство «Машиностроение», 1976 г.

СПРАВОЧНИК МЕТАЛЛИСТА

В ⑤ ТОМАХ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ

Редакционный совет:

Б. Л. БОГУСЛАВСКИЙ,
А. Н. МАЛОВ (председатель),
М. П. НОВИКОВ,
А. Г. РАХШТАДТ,
С. А. ЧЕРНАВСКИЙ

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1976



ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1

Единицы измерения (С. А. Чернавский)

Глава 2

Механика (сведения из теоретической механики и теории механизмов) (Н. Я. Ниберг)

Механические системы	18
Кинематика плоского движения	22
Основные положения	22
Движение точки по заданной траектории	22
Переносное и относительное движения точки	24
Движение звена в плоскости	24
Построение кинематических диаграмм	27
Построение планов скоростей для механизмов	29
Построение планов ускорений для механизмов	30
Статика и кинестатика	33
Сложение и разложение сил на плоскости, условия равновесия	33
Определение реакций в кинематических парах и движущего момента для механизма	37
Динамика	40
Силы, действующие в механических системах	40
Основные зависимости динамики	47
Движение машин под действием заданных сил и его регулирование	49
Сведения о различных механизмах	50
Плоские трехзвенные механизмы с одними поступательными парами	50
Винтовые одноосные трехзвенные механизмы	51
Плоские четырехзвенные шарнирные механизмы	53
Плоские четырехзвенные механизмы с вращательными и поступательными парами	53
Плоские трехзвенные кулачковые механизмы	56
Список литературы	59

Глава 3

Гидравлика (Б. И. Яньшин)

Гидростатика	60
Некоторые физические параметры и свойства жидкостей	60
Давление в покоящейся жидкости, закон Паскаля единицы давления	62

Силы давления неподвижной жидкости на плоские и криволинейные стенки; закон Архимеда	65
Относительный покой жидкости (поступательное и вращательное движение резервуаров с жидкостью)	68
Техническая гидродинамика	70
Задачи и методы гидродинамики, основные понятия и соотношения	70
Уравнения движения жидкостей	72
Гидродинамическое подобие потоков; критерии подобия	78
Режимы движения жидкости	81
Ламинарный режим потоков в трубах	82
Турбулентный режим потоков в трубах	84
Местные сопротивления и потери напора в них	87
Гидравлический расчет трубопроводов	93
Истечение жидкости через отверстия и насадки	97
Гидравлический удар в трубопроводах	101
Сила воздействия потока на ограничивающие его стенки	103
Список литературы	106

Глава 4

Электротехника (Г. П. Хализов)

Цепи постоянного тока	107
Соединение приемников энергии	110
Электромагнетизм	111
Цепи однофазного переменного тока	112
Цепи трехфазного тока	113
Электродвигатели	115
Двигатели постоянного тока	116
Асинхронные электродвигатели	119
Система электропривода	124
Выбор электродвигателя	126
Список литературы	129

Глава 5

Электроника (С. Ф. Корндорф и Т. И. Ногачева)

Резисторы и конденсаторы	130
Магнитные материалы	134
Катушки индуктивности, дроссели и трансформаторы	134
Полупроводниковые и электронные приборы	136
Электронные и полупроводниковые устройства	165
Выпрямители	165
Усилители	167
Обратная связь	168
Генераторы	169
Преобразователи	170
Усилители постоянного тока	170
Электронные вольтметры и осциллографы	171
Список литературы	171

Глава 6

Сопротивление материалов (О. П. Демидов)

Основные положения	173
Внешние силовые факторы	173
Внутренние силовые факторы	174
Напряжение. Напряженное состояние	175
Перемещения и деформации	179
Закон Гука для изотропного однородного тела	180
Потенциальная энергия деформации	180
Геометрические характеристики плоских сечений	181
Механические характеристики материалов и расчет на прочность при статических нагрузках	190
Растяжение (сжатие) прямого бруса	195
Кручение прямого бруса	198
Брус круглого поперечного сечения	199
Расчет на прочность	206
Изгиб прямого бруса	207
Простой чистый и поперечный изгиб	207
Косой изгиб	220
Внецентренное растяжение или сжатие	223
Статически неопределимые рамы и балки	226
Расчет на прочность при сложном напряженном состоянии	229
Расчет плоских кривых брусьев	231
Кручение и изгиб плоского кривого бруса в плоскости, перпендикулярной к плоскости его кривизны	233
Расчет толстостенных цилиндров (труб), находящихся под действием давления	236
Тонкостенные симметричные оболочки	238
Устойчивость	240
Устойчивость прямолинейных сжатых стержней постоянного сечения	241
Устойчивость плоской формы изгиба	247
Устойчивость пластин	249
Устойчивость тонкостенных оболочек	252
Продольно-поперечный изгиб	253
Расчет на прочность при переменных напряжениях	254
Влияние различных факторов на прочность при переменных напряжениях	259
Расчет на прочность	266
Перемещения и напряжения при ударной нагрузке	268
Список литературы	271

Глава 7

Резьбы (А. В. Карп)

Крепежные резьбы	272
Крепежно-уплотнительные резьбы	278
Ходовые резьбы	282
Расчет резьбы на прочность	287
Расчет резьбовых соединений	287
Расчет статически нагруженных болтов	288
Расчет циклически нагружаемых болтов	293
Болты	295

Вянты	303
Шпильки	305
Гайки	308
Шайбы	312
<i>Допуски на резьбовые сопряжения (В. П. Коротков)</i>	315
Основные понятия и определения	315
Погрешности основных параметров резьбы	317
Характер резьбового сопряжения	318
Допуски резьбовых соединений	319
Допуски винтовых пар	344
Трапецедалные резьбы	345
Упорная резьба	352
Список литературы	354

Глава 8

Валы, оси, шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения
(Н. Я. Ниберг)

<i>Валы и оси</i>	355
Конструкция валов и осей	355
Расчет валов и осей	360
Условный расчет по напряжениям кручения	360
Построение эпюр изгибающих моментов и определение напряжений в опасных сечениях	361
Проверочный расчет на выносливость	364
Проверочные расчеты на статическую прочность, жесткость и виброустойчивость	369
Гибкие валы	371
<i>Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения</i>	372
Шпоночные соединения	372
Зубчатые (шлицевые) соединения	380
Список литературы	390

Глава 9

Подшипники

<i>Подшипники качения (Н. А. Слицын)</i>	391
Классификация	391
Классы точности ПК	392
Выбор ПК	392
Эквивалентная нагрузка радиальных шариковых и радиально-упорных подшипников	393
Осевые составляющие радиальной нагрузки в радиально-упорных подшипниках	398
Осевая грузоподъемность подшипников с короткими цилиндрическими роликами	399
Эквивалентная нагрузка при переменном режиме работы	400
Методические указания по использованию справочных данных при выборе ПК	401
Статическая и динамическая грузоподъемность П	401
Предельная частота вращения ПК	414
Посадки ПК	416
Способы подвода смазки	417
Уплотнения подшипниковых узлов	417
Моменты трения в ПК	420

Подшипники скольжения (В. А. Чернавский)	422
Трение в подшипниках скольжения	422
Расчет ПГ	422
Материалы для ПГ	423
Конструкции ПС	427
Гидродинамический расчет ПС	438
Список литературы	447

Глава 10

Муфты (Н. Я. Ниберг)

Общие сведения	449
Применение муфт	455
Список литературы	479

Глава 11

Ременные передачи (Б. А. Пронин)

Общая часть	480
Классификация ременных передач	480
Геометрические и кинематические зависимости	482
Силовые зависимости	483
Напряжения в ремне	485
Критерии работоспособности ременной передачи	486
Плоскоременные передачи	489
Обыкновенная плоскоременная передача	490
Виды ремней	490
Выбор параметров передачи	493
Расчет обыкновенных плоскоременных передач	495
Методика расчета передач	499
Передача с натяжным роликом	505
Быстроходные ременные передачи	506
Требования к быстроходным ремням и их виды	507
Выбор параметров и расчет быстроходных передач	508
Шкивы плоскоременных передач	510
Клиноременные и поликлиновые передачи	516
Ремни	517
Характеристика работы передач	520
Выбор параметров передачи	521
Расчет передачи	523
Шкивы	532
Особые виды клиноременных передач	539
Зубчатоременная передача	549
Зубчатые ремни	549
Шкивы	551
Выбор параметров передачи и ее расчет	552
Список литературы	555

Глава 12

Цепные передачи и их элементы (А. А. Готовцев,
Г. Б. Столбин)

Расчет и выбор исходных параметров цепных передач	566
Расчет нагрузок и к. п. д. цепной передачи	572
Выбор шага приводной цепи	574
Монтаж, настройка и контроль цепных передач	579
Список литературы	583

Глава 13

Зубчатые и червячные передачи

Зубчатые передачи (В. Н. Кудрявцев)	584
Обозначения и определения	584
Цилиндрические зубчатые передачи	586
Конические зубчатые передачи	599
Расчет зубчатых передач с эвольвентным зацеплением	603
Метод расчета зубчатых передач на контактную выносливость зубьев	608
Проверочный расчет зубьев на изгиб	616
Проектировочный расчет зубчатых передач	623
Пример проверочного расчета	627
Материал и термическая обработка зубчатых колес	632
Планетарные передачи	633
Червячные передачи (В. Н. Кудрявцев)	641
Общие сведения	642
Геометрия и кинематика червячных передач	643
Червячные передачи с $x \neq 0$	645
Условия зацепления и н. в. д. червячных передач	647
Тепловой расчет червячных передач	650
Материалы червяка и колеса и виды разрушения рабочих поверхностей червячной пары	652
Расчет червячных передач	653
Допуски на зубчатые и червячные передачи (Б. А. Тайц)	667
Допуски цилиндрических зубчатых передач	658
Допуски конических зубчатых передач	671
Допуски червячных передач	680
Контроль зубчатых и червячных передач	693
Библиографическая литература	698

Глава 14

Пружины (В. Д. Пономарев)

Материал и выбор допускаемых напряжений	700
Витые пружины	705
Классификация	705
Цилиндрические витковые пружины	706
Цилиндрические витковые пружины растяжения—сжатия	707
Расчет цилиндрических витковых пружин растяжения—сжатия с витками круглого поперечного сечения	710
Конструкция пружин растяжения с витками круглого поперечного сечения	712
Конструкция пружин сжатия с витками круглого поперечного сечения	713
Конструкция пружин сжатия с витками прямоугольного поперечного сечения	715
Расчет составных (концентрических) пружин сжатия	715
Цилиндрические витковые пружины кручения	716
Фасонные витые пружины	718
Расчет фасонных витых пружин	719
Расчет фасонных витых пружин при динамической нагрузке	720
Плоские спиральные пружины	721
Конструкция и назначение	721

Характеристика плоской спиральной пружины	722
Фигурные гнутые пружины	723
Прорезные пружины	723
Волнистые шайбы	725
Тарельчатые пружины	727
Конструкция и назначение	727
Расчет тарельчатых пружин	728
Список литературы	728

Глава 15

Смазочные материалы (В. Ф. Решиков)

Введение	730
Минеральные масла	730
Пластичные смазки	742
Твердые смазки и выбор смазочного материала	742
Список литературы	749
Предметный указатель	750

Третье издание «Справочника металлиста» в отличие от второго издания, вышедшего в трех томах в 1965—1966 гг., выпускается в пяти томах. Это позволило дополнить справочник сведениями по новым видам материалов, термической и химико-термической обработке, испытанию материалов, по физическим методам обработки и ряду других вопросов.

Расположение материала в справочнике в основном соответствует предыдущим изданиям с некоторыми изменениями.

В настоящем издании учтены замечания и пожелания читателей, изменения в действующих стандартах, прогресс в технологии, используемом оборудовании и оснастке, организации, экономике и управлении производством.

Новое издание справочника подготовлено большим коллективом ученых и высококвалифицированных специалистов на основе официальных и литературных данных с учетом опыта передовых машиностроительных предприятий и научно-исследовательских технологических институтов.

Первый том справочника содержит общетехнические сведения (см. оглавление).

Во втором томе приведены данные по физико-механическим и технологическим свойствам черных и цветных металлов, сплавов и неметаллических материалов, методам защиты от окисления, термической и химико-термической обработке, испытаниям металлов.

В третьем томе содержатся сведения по изготовлению отливок, обработке давлением, химическим, электрофизическим, электрохимическим и механическим способам обработки деталей, допускам и посадкам.

В четвертом томе даны сведения по абразивной обработке, слесарным работам, доводке, сборке, технологической оснастке, приспособлениям, вспомогательному инструменту, технико-экономическим расчетам, техническим измерениям.

Последний (пятый) том справочника посвящен автоматизации и механизации производственных процессов, применению вычислительной техники, системам автоматического управления, расчетам экономической эффективности автоматизации технологических процессов.

Каждый том справочника снабжен предметным указателем.

Издательство просит читателей направлять свои замечания по содержанию и оформлению «Справочника металлиста» по адресу: 107885, Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., д. 3, издательство «Машиностроение».

Глава I

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Международная система единиц СИ (ГОСТ 9867—61) введена как предпочтительная во всех областях науки и техники. Но в машиностроении применяют единицы систем МКГСС, СГС и внесистемные (ГОСТ 7664—61). Сводные данные по единицам этих систем и внесистемным единицам приведены в табл. 1.

Допускается использовать единицы, представляющие собой десятичные кратные и дольные от единиц, приведенных в табл. 2. Образование таких единиц производится в соответствии с табл. 3.

В табл. 4 приведены ряды предпочтительных чисел по ГОСТ 8032—56*, являющиеся основой для выбора градаций параметров и размеров, а также отдельных числовых характеристик.

1. Единицы измерения физических величин

Система СИ			Другие системы		Соотношение с единицей системы СИ
Величина	Название единицы	Обозначение	Система	Обозначение	
Основные единицы					
Длина	метр	м	МКГЭС СГС	м см	0,01 м
Масса	килограмм	кг	МКГЭС СГС	кг г	9,80665 кг 0,001 кг
Время	секунда	с	МКГЭС СГС	с с	
Дополнительные единицы					
Плоский угол	радиан	рад	МКГЭС, СГС	рад	
Телесный угол	стерадиан	стер	МКГЭС, СГС	стер	
Производные единицы					
Площадь	квадратный метр	м²	МКГЭС СГС	м² см²	10⁻⁴ м²
Объем	кубический метр	м³	МКГЭС СГС	м³ см³	10⁻⁶ м³
Плотность, объем- ная масса	килограмм на кубический метр	кг/м³	МКГЭС СГС	кг·с²/м⁴ г/см³	9,80665 кг/м³ 10⁻³ кг/м³
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	МКГЭС, СГС	рад/с	0,01 м/с
Скорость	метр в секунду	м/с	МКГЭС СГС	м/с см/с	0,2778 м/с
Сила	Ньютон	Н	Внесистемная МКГЭС СГС	кг·м/с² дин	9,80665 Н 10⁻⁵ Н

Продолжение табл. 1

Система СИ			Другие системы		Соотношение с единицей системы СИ
Величина	Название единицы	Обозначение	Система	Обозначение	
Давление, механическое напряжение	Паскаль	$\text{Па} \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right)$	МКГСС СГС	кгс/см^2 дин/см^2	$9,80665 \text{ Н/см}^2$ $0,1 \text{ Н/м}^2$
Работа, энергия	Джоуль	Дж (Н·м)	МКГСС СГС	кгс·м эрг (дин·см)	$9,80665 \text{ Дж}$ 10^{-7} Дж
Мощность	Ватт	Вт (Дж/с)	МКГСС СГС	кгс·м/с Вт	$9,80665 \text{ Вт}$
Динамическая вязкость		Н·с/м²	МКГСС СГС	кгс·с/м² Пз (Пуаз) г/см·с	$9,80665 \text{ Н·с/м}^2$ $0,1 \text{ Н·с/м}^2$
Кинематическая вязкость		м²/с	СГС	Ст (стоке)	$10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Тепловые единицы					
Термодинамическая температура	Градус Кельвина	К	Внесистемная	°С (градус Цельсия)	$T_C = T_K - 273,16$
Количество теплоты	Джоуль	Дж	Внесистемная	кал (калория) ккал (килокалория)	$4,187 \text{ Дж}$ $4,187 \cdot 10^3 \text{ Дж}$
Теплоемкость системы	Джоуль на градус	Дж/град	Внесистемная	ккал/град	4187 Дж/град
Удельная теплоемкость	Джоуль/кг·К	Дж/кг·К	Внесистемная	ккал/кг·град	4187 Дж/кг·град
Тепловой поток, мощность	Ватт	Вт	Внесистемная	ккал/ч	$1,163 \text{ Вт}$
Коэффициент теплопередачи		Вт/м²·град	Внесистемная	ккал/м²·ч·град	$1,163 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$
Коэффициент теплопроводности		Вт/м·град	Внесистемная	ккал/м·ч·град	$1,163 \text{ Вт/м} \cdot \text{град}$