

И.С. Каменичный

Краткий справочник технолога-термиста

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
И11

И11 **И.С. Каменичный**
Краткий справочник технолога-термиста / И.С. Каменичный – М.: Книга по Требованию, 2023. – 286 с.

ISBN 978-5-458-28623-7

В справочнике приведены химический состав, физико-механические свойства черных и цветных металлов различных марок, а также различных сплавов. Рассмотрены режимы и технологические процессы термической и химико-термической обработки деталей и инструмента. Описано оборудование термических цехов, даны методика подбора, расчета и расстановки оборудования. Справочник предназначен для технологов и мастеров термических цехов и отделений промышленных предприятий и может быть полезным для студентов вузов.

ISBN 978-5-458-28623-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Механические величины

Обозначение и формула	Наименование величины	Размерность
$\sigma_{пц} = \frac{P_{пц}^*}{F_0}$	Предел пропорциональности	кг/мм ²
$\sigma_{0,05} = \frac{P_{0,05}}{F_0}$	Предел упругости	»
$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$	Предел текучести	»
$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$	Условный предел текучести при удлинении образца на 0,2%	»
$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0}$	Временное сопротивление	»
$\delta = \frac{l_k - l_0^*}{l_0}$	Относительное удлинение	%
$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0}$	Относительное сужение	»
$\sigma_{сжс} = \frac{P_{сжс}}{F_0}$	Предел прочности при сжатии	кг/мм ²
$\sigma_{в. и}$	Предел прочности при изгибе	»
$\sigma_{в. ср} = \frac{P_{ср}}{F_0}$	Предел прочности при срезе	»
$\sigma_w = \frac{P_{изг}}{F_0}$	Предел выносливости	»
$\sigma_{пл} = \frac{P_{пл}}{F_0}$	Предел ползучести	»

Обозначение и формула	Наименование величины	Размерность
$a_k = \frac{A_k}{F_0}$	Удельная ударная вязкость	кГ · м/см ²
$HB = \frac{P^*}{F_{сф}}$	Твердость по Бринелю	кГ/мм ²
HR	Твердость по Роквеллу	—
RC	шкала С	—
RB	шкала В	—
RA	шкала А	—
HV	Твердость по Викерсу	кГ/мм ²
HS	Твердость по Шору	—
H_{100}^{**}	Микротвердость	кГ/мм ²
E	Модуль упругости	»
α	Коэффициент линейного расширения	мм/мм · град

* P — нагрузка, зарегистрированная для данного определения; F_0 — площадь для поперечного сечения до испытания; l_0 — расчетная длина образца; l_k — длина образца после испытания; $F_{сф}$ — площадь сферического отпечатка.

** Индекс указывает, какая применена нагрузка в г.

2. Тепловые величины

c	Теплоемкость удельная	ккал/кГ · град
Q	Теплотворная способность	ккал/кГ
λ	Коэффициент теплопроводности	ккал/м · ч · град
α	Коэффициент температуропроводности	м ² /ч

3. Электрические и магнитные величины

i	Сила тока	а
Q	Количество электричества	к
U	Напряжение	в
R	Сопротивление	ом
Q_0	Удельное сопротивление	ом · мм ² /м
V	Удельная проводимость	м/ом · мм ²
f	Частота	гц
P	Мощность	квт
A	Работа	квт · ч
H	Напряженность магнитного поля	а/см
μ	Магнитная проницаемость	ом · сек/см
R_m	Магнитное сопротивление	1/ом · сек
Hc	Козрцитивная сила	э

4. Связь между единицами измерений

Единицы длины $1 \text{ м} = 10^2 \text{ см} = 10^3 \text{ мм} = 10^6 \text{ мк} = 10^{10} \text{ \AA} = 39,4 \text{ дм} = 3,28 \text{ ф.}$

Единицы площади $1 \text{ м}^2 = 10^2 \text{ дм}^2 = 10^4 \text{ см}^2 = 10^6 \text{ мм}^2 = 1,55 \cdot 10^3 \text{ дм}^2 = 10,76 \text{ ф}^2.$

Единицы работы $1 \text{ кГ} \cdot \text{м} = 9,81 \text{ дж} = 2,343 \text{ кал} = 2,724 \cdot 10^{-6} \text{ квт} \cdot \text{ч.}$

Единицы мощности $1 \text{ кГ} \cdot \text{м/сек} = 9,91 \cdot 10^{-3} \text{ квт} = 13,33 \cdot 10^{-3} \text{ л. с.} = 8,435 \text{ ккал/ч} = 98,1 \cdot 10^6 \text{ эрг/сек.}$

Единицы давления $1 \text{ ат} = 1 \text{ кГ/см}^2 = 10 \text{ м вод. ст.} = 736 \text{ мм рт. ст.}$

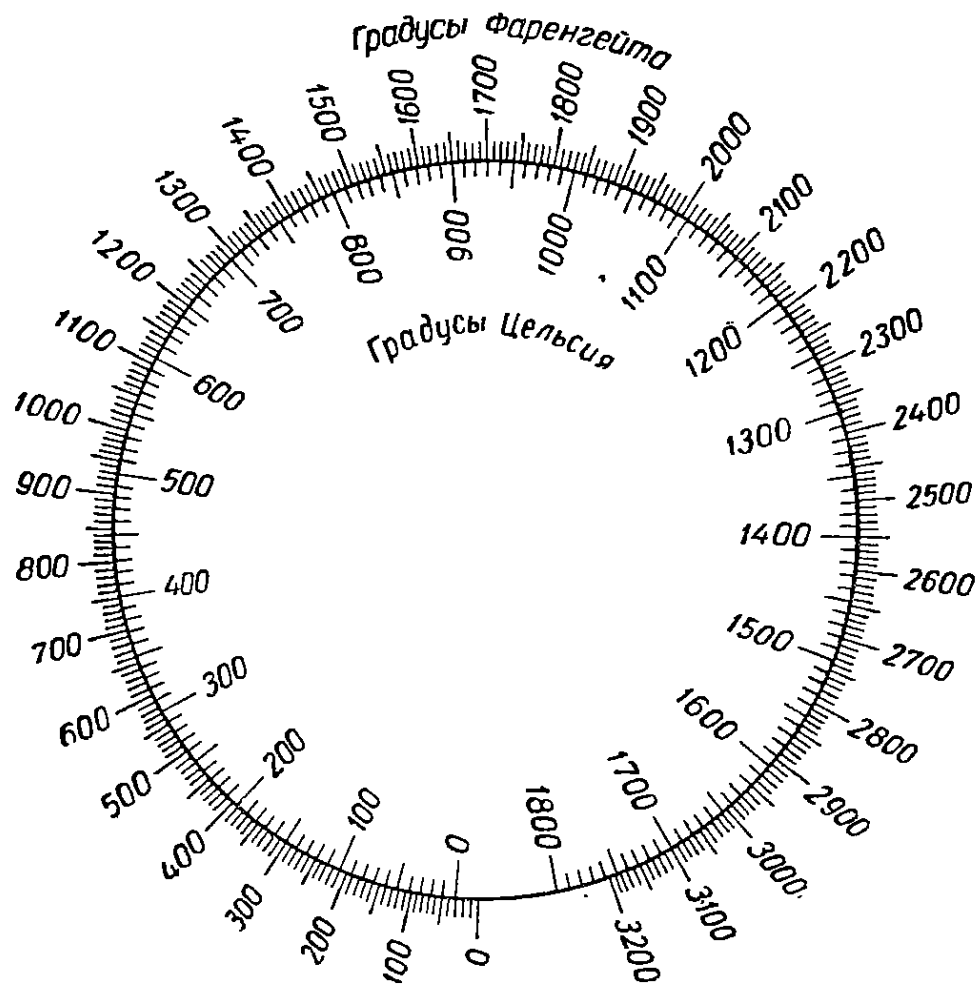
Единицы теплоемкости (весовой) $1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C} = 4187 \text{ дж (кг} = 41,87 \cdot 10^6 \text{ эрг/г} \cdot \text{°C.}$

Единицы теплопроводности $1 \text{ ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} = 1,163 \cdot 10^{-3} \text{ квт/м} \cdot \text{°C.}$

Коэффициент теплоотдачи $1 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ квт/м}^2 \cdot \text{°C} = 1,16 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{°C.}$

В табл. 1—6 приведены данные о физико-химических свойствах веществ.

На фиг. 1 приведен перевод градусов шкалы Цельсия на шкалу Фаренгейта.



Фиг. 1. Шкала перевода градусов шкалы Цельсия на градусы Фаренгейта.

Таблица 1

Физико-химические константы некоторых элементов-металлов

Наименование	Формула	Атомный вес	Плотность в $т/м^3$	Температура плавления в $^{\circ}C$	Теплоемкость при $20^{\circ}C$ в $ккал/кг \text{град}$	Коэффициент температуропроводности при $20^{\circ}C$ в $ккал/м \cdot ч \cdot X \text{ град}$	Коэффициент линейного расширения в 10^6 в $мм/мм \cdot \text{град}$	Удельное электро-сопротивление в $ом \cdot мм^2/м$	σ_B в $кг/мм^2$
Алюминий	Al	26,97	2,7	660	0,21	175	24	0,0269	8—11
Ванадий	V	50,95	5,96	1710	0,11	—	—	0,26	—
Вольфрам	W	183,92	19,3	3370	0,032	137	4	0,0601	120—140
Железо	Fe	55,85	7,86	1535	0,108	50,5	11,9	0,09065	25—33
Кобальт	Co	58,94	8,9	1492	0,108	58	12,5	0,104	24
Кремний	Si	28,06	2,4	1420	0,17	72	6,95	10^3	—
Магний	Mg	24,32	1,74	651	0,24	132	27,3	0,047	17—20
Марганец	Mn	54,93	7,4	1260	0,12	—	23	0,044	50
Медь	Cu	63,57	8,92	1083	0,092	330	16,5	0,017	22
Молибден	Mo	95,95	10,2	2625	0,059	124	5,1	0,0478	70
Никель	Ni	58,69	8,9	1453	0,107	11,5	13,5	0,13	40—50
Ниобий	Nb	92,91	8,4	2415	0,0645	—	7,2	0,187	35
Олово	Sn	118,70	7,31	232	0,054	56,5	21	0,124	2—4
Свинец	Pb	207,21	11,34	327,3	0,03	30,3	29,5	0,20	1,8
Титан	Ti	47,90	4,50	1660	1,141	—	7,1	0,90	60
Углерод (графит)	C	12,91	2,26	3700	0,165	20,5	7,9	13,75	—
Хром	Cr	52,01	7,1	1615	0,105	59,5	8,1	0,026	—
Цинк	Zn	65,38	7,14	419,4	0,092	96,5	30	0,0623	11—15
Висмут	Bi	209,00	9,83	271,3	0,029	6,5	13,45	1,068	—
Серебро	Ag	107,88	10,49	960,5	0,056	350	18,9	0,0159	28—29
Платина	Pt	195,23	21,45	1773,5	0,0315	60	8,9	0,0983	24—34

Таблица 2

Физические параметры твердых тел

Наименование	Формула	Температура плавления в °С	Плотность* в кг/м ³	Теплоемкость в ккал/кг·град	Коэффициент теплопровод- ности в ккал/ м·ч·град	Коэффициент линейного рас- ширения α · 10 ⁶ в мм/мм·град	Временное сот- противление σ _в в кг/мм ²	Модуль упру- гости E в кг/мм ²
Асбест	—	1480—1510	2100—2800	—	—	—	—	—
Асбестовый картон	—	—	1200	0,195	0,10	—	—	—
Барий	—	704	3500	0,07	—	—	—	—
Барий хлористый	—	962	3860	—	—	—	—	—
Бронза алюминиевая	—	—	7700	0,09	68	17,8	30—50	12000
Бронза оловянная	—	—	8800	0,09	41	18,5	20—35	11600
Бронза фосфористая	—	950—970	8800	0,09	42	17	20—35	10300
Бура (безводная)	—	711	2370	—	—	—	—	—
Глина сухая	—	—	1520	0,224	—	—	—	—
Глина огнеупорная	—	—	—	0,26	0,89	—	—	—
Гравий сухой	—	—	1800	0,20	0,31	—	—	—
Графит	C	3500	2250	0,174	4,3	8	—	—

Продолжение табл. 2

Наименование	Формула	Температура плавления в °С	Плотность* в кг/м ³	Теплоемкость в весовой ккал/кг · град	Коэффициент теплопровод- ности в ккал/ м · ч · град	Коэффициент линейного рас- ширения α · 10 ⁶ в мм/мм · град	Временное соп- ротивление σ _в в кг/мм ²	Модуль упру- гости E в кг/мм ²
Дерево сухое:								
Береза	—	—	510—770	0,4	—	—	7	1,5 · 10 ⁸
Дуб	—	—	700—1000	0,4	0,22	54—5**	8	1,6 · 10 ⁸
Сосна	—	—	310—780	0,4	0,145	34—5**	5	0,9 · 10 ⁸
Дюралюминий	—	—	2600—2800	0,3	140	22	46***	7100
Калий	K	62	860	0,19	83	80	HB 0,04	—
Калий едкий	KOH	360	2040	—	—	—	—	—
Калий цианистый	KCN	634	1520	—	—	—	—	—
Кальций	Ca	850	1550	0,15	—	—	—	—
Карбид кальция	CaC ₂	2300	2220	—	—	—	—	—
Карбид вольфрама	WC	2777	15700	—	60	—	—	—
Карбид железа	Fe ₃ C	—	7400	0,143	6,1	12,5	—	—
Карбид кремния	SiC	>2700	3170	—	—	—	—	—
Кокс в кусках	—	—	1400	0,203	—	—	—	—
Кокс толченый	—	—	—	0,29	0,164	—	—	—
Жорунд	Al ₂ O ₃	2050	3900	—	—	—	—	—
Кровяная соль желтая	K ₄ Fe(CN) ₆	1950	—	—	—	—	23	—
Кровяная соль красная	K ₃ Fe(CN) ₆	—	1850	—	—	—	—	—
Латунь	—	880—910	8500	0,090	94	20,1	20—42	—

Продолжение табл. 2

Наименование	Формула	Температура плавления в °С	Плотность* в кг/м³	Теплоемкость в ккал/кг·град	Коэффициент теплопроводности в ккал/м·ч·град	Коэффициент линейного расширения α·10⁶ в м/м·град	Временное сопротивление в кг/мм²	Модуль упругости E в кг/мм²
Мел	CaCO ₃	—	—	0,21	0,8	—	—	—
Мрамор	CaCO ₃	—	2520—2850	0,10	1,12	14	—	2,6 · 10³
Натрий	Na	97	970	0,283	112	70	—	—
Нейзильбер	—	1100	8500	—	21,6	18,4	35—45	12600— —14000
Песок сухой	—	—	1200—1650	0,19	0,28	—	—	—
Селитра натриевая	NaNO ₃	317	1800	0,42	0,30	—	—	—
Селитра калиевая	KNO ₃	337	1780	0,32	—	—	—	—
Сода кальцинированная	Na ₂ CO ₃	851	2530	—	—	—	—	—
Сода каустическая	NaOH	322	1720	0,40	0,35	—	—	—
Соль поваренная	NaCl	801	2160	—	—	—	—	—
Снег	H ₂ O	0	—	0,5	0,40	—	—	—
Стекло	—	—	2400—3900	0,16	0,64	9	70	7,2 · 10³
Твердый сплав типа ВК	ВК	—	14000—15000	—	60	—	HRA	—
Твердый сплав типа ТК	ТК	—	6500—13000	—	27	—	86—90 HRA	—
Чугун серый	—	—	6700—7600	0,120	44	10,0÷11,4	88,5—90 10—12	7500— 8500
Чугун ковкий	—	—	6700—7600	0,120	44	10,0÷11,4	20	10500

* Плотности, теплоемкости, коэффициенты термического расширения, прочностные характеристики даны при комнатной температуре.
 ** Первая цифра — линейное расширение происходит перпендикулярно к волокнам, вторая — параллельно.
 *** Прочность для состаренного алюминия.

Таблица 3

Свойства жидких тел

Наименование	Формула	Плотность в $т/м^3$	Теплоемкость в $ккал/кг \cdot град$ при $20^{\circ}C$.	Кoeffици- ент тепло- проводнос- ти в $ккал/м \cdot ч \cdot град$	Кoeffициент объемного рас- ширения $\beta \cdot 10^2$ в $1/град$	Вязкость в $мпаз$ при $20^{\circ}C$
Азотная кислота	HNO_3	1,5	0,65 (58,3%)*	—	0,091 (50%)	0,0177
Ацетон	CH_3COCH_3	0,79	0,52	15,5	0,148	0,0032
Бензин	—	0,7 ÷ 0,75	0,41	12	0,124	0,00649
Бензол	C_6H_6	0,88	0,41	12	0,124	0,0065
Масло машинное	—	0,9	—	—	—	—
Вода при $40^{\circ}C$	H_2O	1,0	1,0	46,5	0,035	0,01006
Глицерин	$CHON (CH_2OH)_2$	1,26	0,58	24,2	0,051	8,3
Керосин	—	0,8—0,82	0,50	12,6	0,095	—
Серная кислота	H_2SO_4	1,84	0,39 (85%)	38 (60%)	0,055 (96%)	0,242 (концен- трирован- ная)
Соляная кислота	HCl	1,19	0,55 (25%)	41,5 (16,8%)	0,057	—

* В скобках указана концентрация раствора.

Таблица 4

Истинная теплоемкость металлов в ккал/кг-град

Наименование	Температура, в ° С									
	20	100	200	300	500	800	1000	1200	1500	
Алюминий	0,214	0,224	0,235	0,241	0,26	—	—	—	—	
Висмут	0,0295	0,0303	0,032	0,034	—	—	—	—	—	
α -железо	0,108	0,116	0,127	0,139	0,162	—	—	—	—	
β -железо	—	—	—	—	—	0,177	0,161	0,165	—	
γ -железо	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
δ -железо	—	—	—	—	—	—	—	—	0,177	
Ванадий	0,115	0,116	0,118	0,120	0,124	0,129	0,133	0,137	0,143	
Вольфрам	0,032	0,025	0,033	0,0334	0,0344	0,0357	0,0367	0,0377	0,039	
Магний	0,243	0,255	0,268	0,276	0,30	—	—	—	—	
Марганец	0,114	0,120	0,127	0,134	0,148	—	—	—	—	
Молибден	0,059	0,063	0,0664	0,069	0,0736	0,0799	0,0841	0,0881	0,0940	
Медь	0,0922	0,0941	0,0964	0,0987	0,1037	0,1103	0,1149	—	—	
α -никель	0,01072	0,1132	0,1240	0,1382	—	—	—	—	—	
β -никель	—	—	—	—	0,1269	0,1376	0,1445	0,1515	—	
Олово	0,0538	0,0566	0,0605	—	—	—	—	—	—	
Свинец	0,0307	0,0315	0,0324	0,0340	—	—	—	—	—	
Титан	0,141	0,146	0,152	0,158	0,170	—	—	—	—	
Цинк	0,0926	0,0959	0,100	0,1041	—	—	—	—	—	
Серебро	0,056	0,057	0,059	0,060	0,063	0,067	—	—	—	
Платина	0,0315	0,0322	0,033	0,0336	0,0341	0,036	0,037	0,038	0,0405	

Таблица 5

Средние теплоемкости сплавов в *ккал/кг-град* от 0° С до различных температур

Наименование	Температура в °С									
	20	200	400	600	800	900	1000	1200		
Углеродистые и низколегированные стали	0,110	0,118	0,128	0,139	0,164	0,164	0,163	0,162		
Высоколегированные стали										
Р18	0,095	0,101	0,107	0,117	0,127	0,133	0,133	0,135		
2Х13	0,112	0,117	0,126	0,141	0,155	0,157	0,157	0,157		
Х15Н9	0,117	0,123	0,128	0,134	0,139	0,140	0,142	0,145		
Г13	0,118	0,127	0,135	0,142	0,145	0,147	0,148	0,151		
Чугун серый	0,130	—	—	—	—	—	—	—		
Латунь Л62	—	—	0,099	0,104	—	—	—	—		
Латунь Л70	—	—	0,0965	0,1	—	—	—	—		