

ГЛАВА 5

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АППАРАТОВ
И ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Аппараты и трубопроводы высокого давления (АТпВД) относятся к категории объектов повышенной степени опасности, поэтому выбор материалов для данной группы технических объектов имеет свою специфику.

Для изготовления АТпВД следует применять материалы по соответствующей нормативно-технической документации. Применение материалов, приведенных в технической документации АТпВД, при параметрах, выходящих за установленные пределы, а также применение материалов, не указанных в нормативной документации, допускается только на основании разрешения Госгортехнадзора России.

Качество и свойства материалов и полуфабрикатов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами заводов-поставщиков металла. В сертификате указывают способ производства металла, режим его термической обработки, химический состав, результаты исследований технологических и механических свойств. При отсутствии сертификата все необходимые испытания металла, регламентированные стандартом или техническими условиями на поставку, проводятся на заводе-изготовителе АТпВД. Замену материалов в проекте, необходимость в которой может возникнуть на стадии изготовления и монтажа АТпВД, а также при их эксплуатации и ремонте, следует согласовать с проектной организацией. Марки сталей, используемых при изготовлении основных деталей АТпВД, и температурные границы их применения указаны в табл. 5.1—5.5; химический состав сталей дан в табл. 5.6.

Механические свойства сталей (в соответствии с нормативной документацией) применительно к конкретным конструктивным элементам аппаратов (трубопроводов) даны в табл. 5.7, прочностные характеристики при normalной и повышенной температурах — в табл. 5.8.

В процессе эксплуатации конструктивные элементы АТпВД могут подвергаться воздействию высоких температур, стимулирующих протекание в материалах процессов ползучести. В табл. 5.9 приведены характеристики жаропрочности (пределы длительной прочности и ползучести) для группы сталей, используемых в АТпВД, а также для сталей, применение которых для деталей аппаратуры высокого давления может быть перспективным.

Для сталей, применяемых для изготовления крепежных изделий (шпилек, гаек и др.), работающих при повышенных температурах, существенное значение имеют релаксационные свойства. Сведения о релаксационной стойкости сталей, используемых в деталях крепежа, даны в табл. 5.10.

При проведении прочностных расчетов деталей АТпВД необходимо знать модуль упругости конструкционных материалов (табл. 5.11).

Значения температурных коэффициентов линейного расширения материалов при различных температурах, необходимые для проведения теплофизических расчетов при конструировании АТпВД, даны в табл. 5.12. Значения истинной теплоемкости и тепло-проводности для ряда сталей приведены в табл. 5.13, 5.14.

Таблица 5.1

Стали для поковок, ОСТ 26-01-135

Марка стали (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Детали	Стандарт на изделие	Температура стенки, °С
20 (ГОСТ 1050)	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-30 — +380
	трубопроводов (D_y 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-40 — +450
22К (ОСТ 26-01-135)	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-30 — +380
15ГС (ОСТ 26-01-135)	трубопроводов (D_y 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-40 — +400
09Г2С (ГОСТ 19281)	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +380

Продолжение табл. 5.1

Марка стали (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Детали	Стандарт на изделие	Температура стенки, °C
14ХГС (ГОСТ 19281)	трубопроводов (Dy 250 — 400 мм)	ОСТ 26 01-49	-40 — +250
	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-50 — +400
30ХМА (ГОСТ 4543)	трубопроводов (Dy 6 — 200мм)	ГОСТ 22790	-50 — +475
	трубопроводов (Dy 250 — 400 мм)	ОСТ 26 01-49	-40 — +350
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
20Х2М, 20Х2МА (ОСТ 26-01-135)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-40 — +475
	трубопроводов (Dy 250 — 400 мм)	ОСТ 26 01-49	-40 — +350
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
22Х3М(ОСТ 26-01-135)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-40 — +475
	трубопроводов (Dy 250 — 400 мм)	ОСТ 2601-49	-40 — +350
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	0 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
5Х2МФА; 18Х2МФА; 25Х2МФА; 25Х3МФА (ОСТ 26-01-135)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-50 — +475
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	0 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +510
18Х3МВ (ГОСТ 20072); 20Х3МВФ (ГОСТ 20072)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-50 — +475
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +510
38ХН3МФА (ГОСТ 4543); 15Х5М (ГОСТ 20072)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-50 — +510
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +510
12Х18Н10Т; 12Х18Н12Т; 10Х17Н13М3Т; 10Х17Н13М2Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н15М3Т (ГОСТ 5632)	трубопроводов (Dy 6 — 200 мм)	ГОСТ 22790	-50 — +510
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +420
	аппаратов	ОСТ 24.201.03	-40 — +510

Таблица 5.2

Листовая и рулонная сталь

Марка стали (ГОСТ, ТУ)	Назначение	ОСТ на изделие	Температура стенки, °C
20К (ГОСТ 5520)	Центральные обечайки		-20 — +400
16ГС (ГОСТ 19281); (ГОСТ 5520)			-40 — +400
09Г2С (ГОСТ 19281); (ГОСТ 5520)	Центральные кожухи и центральные обечайки многослойных рулонированных сосудов. Штампованные днища, обечайки	ОСТ 24.201.03	-40 — +400
10Г2С (ГОСТ 19281); (ГОСТ 5520)			-40 — +400
08Г2СФБ(ТУ 14-1- 3609)		ОСТ 24.201.03	-40 — +350
12ХГНМ; 12ХГНМФ (ТУ 14-1-3226)	Сpirальные слои обечайек		-40 — +420
15ХГНМФТ (ТУ 14-105-450)			-40 — +400
12Х1МФ (ГОСТ 5520)	Штампованные днища, обечайки		-20 — +420
12Х2МФА(48ТС-2) (ТУ 108.131)	штампосварных корпусов		0...+420

Таблица 5.3

Двухслойная сталь по ГОСТ 10885 для изготовления центральных обечаек многослойных рулонированных аппаратов

Марка стали	Температура стенки, °C
09Г2С+12Х18Н10Т; 09Г2С+08Х18Н10Т; 09Г2С+10Х17Н13М2Т	—40 — +350
16ГС+12Х18Н10Т; 16ГС+08Х18Н10Т;	
20К+12Х18Н10Т; 20К+08Х18Н10Т; 20К+10Х17Н13М2Т	—20 — +350
12ХМ+08Х18Н10Т; 12ХМ+12Х18Н10Т	0 — +420
12МХ+08Х18Н10Т; 12МХ+12Х18Н10Т	—20 — +420
10Х2М1+08Х18Н10Т	

Таблица 5.4

Стали для труб

Марка стали (ГОСТ, ТУ)	ТУ на трубы	Температура стенки, °C
20 (ГОСТ 1050)	14-3-251; 14-3-460	—40 — +450
15ГС (ТУ 14-3-460) (ТУ 14-3-420)	14-3-460; 14-3-420	—40 — +400
14ХГС (ГОСТ 19281)	14-3-251; 14-3-433	—50 — +400
30ХМА (ГОСТ 4543)	14-3-251; 14-3-433	—40 — +450
15ХМ (ГОСТ 4543)	14-3-460	—40 — +510
12Х1МФ (ГОСТ 20072)		—20 — +510
15Х1М1Ф (ТУ 14-3-460)	14-3-420; 14-3-460	—20 — +510
18Х3МВ (ГОСТ 20072), 20Х3МВФ (ГОСТ 20072)	14-3-251	—50 — +475
12Х18Н10Т (ГОСТ 5632); 12Х18Н12Т (ГОСТ 5632); 03Х17Н14М3 (ГОСТ 5632); 02Х25Н22М2АГ	14-3-731 14-3-460 14-3-1348, 14-3-697 14-3-1374	—50 — +510

Таблица 5.5

Стали для деталей фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов

Марка стали (ГОСТ, ТУ)	Назначение	Стандарт на изделие	Температура стенки, °C
20 (ГОСТ 1050)	Линзы	ГОСТ 10493	—40 — +200
35; 40 (ГОСТ 1050)	Гайки	ОСТ*	—40 — +420
45 (ГОСТ 1050)	Фланцы	ГОСТ 9399	—40 — 200
30Х (ГОСТ 4543)	Гайки	ГОСТ 10495	—50 — +200
	Фланцы	ГОСТ 9399	
	Шпильки	ГОСТ 10494	
35Х (ГОСТ 4543)	Гайки	ОСТ*	—40 — +420
		ГОСТ 10495	—50 — +400
		ОСТ*	—40 — +420

Продолжение табл. 5.5

Марка стали (ГОСТ, ТУ)	Назначение	Стандарт на изделие	Температура стенки, °С
38ХА; 40Х (ГОСТ 4543)	Шпильки	ГОСТ 10494	-50 — +200
		OCT*	-40 — +420
	Гайки	ГОСТ 10495	-50 — +400
		OCT*	-40 — +420
	Фланцы	ГОСТ 9399	-50 — +400
	Шпильки, гайки	ГОСТ 10494; OCT*	-40 — +420
14ХГС (ГОСТ 19281)	Линзы	ГОСТ 10493	-50 — +200
15ХМ (ГОСТ 4543)		ГОСТ 10494	-50 — +400
30ХМА (ГОСТ 4543)	Шпильки	OCT*	-40 — +420
		ГОСТ 10495	-50 — +510
		Гайки	OCT*
	Фланцы	ГОСТ 9399	-50 — +400
		Линзы	ГОСТ 10493
	Шпильки	ГОСТ 10494	-50 — +400
35ХМ (ГОСТ 4543)	Гайки	OCT*	-40 — +420
		ГОСТ 10495	-50 — +510
		OCT*	-40 — +420
	Фланцы	ГОСТ 9399	-50 — +400
		Шпильки	ГОСТ 10494
		OCT*	-40 — +420
20ХН3А (ГОСТ 4543)	Шпильки	OCT*	-40 — +420
34ХН3М (ТУ 108.1029)	Шпильки		
38ХН3МФА (ГОСТ 4543)	Шпильки		
25Х1МФ (ГОСТ 20072)	Гайки	ГОСТ 10494	-50 — +510
25Х1МФ (ГОСТ 20072)		OCT*	-40 — +420
25Х1МФ (ГОСТ 20072)		ГОСТ 10495	-50 — +510
25Х1МФ (ГОСТ 20072)	Фланцы	OCT*	-40 — +420
25Х2М1Ф (ГОСТ 20072)	Шпильки	ГОСТ 10494	-50 — +510
25Х2М1Ф (ГОСТ 20072)	Фланцы	ГОСТ 9399	
18Х3МВ (ГОСТ 20072)	Линзы	ГОСТ 10493	
20Х3МВФ (ГОСТ 20072)	Фланцы	ГОСТ 9399 ГОСТ 10493	-50 — +510
12Х18Н10Т (ГОСТ 5632)	Линзы	ГОСТ 10493	
12Х18Н10Т (ГОСТ 5632)	Шпильки	OCT*	
10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т1 ГОСТ 5632)	Линзы	ГОСТ 10493	-50 — +200
20Х1М1Ф1ТР; 20Х1М1Ф1БР (ГОСТ 20072)	Шпильки	ГОСТ 10494	-40 — +510

*OCT 2601-144

Содержание химических элементов в некоторых сталях, %

Таблица 5.6

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Nb	Ti	P	S	ГОСТ, ТУ не более
											—	—	
20	0,17—0,24	0,17—0,37	0,35—0,65	<0,25	—	<0,25	—	—	—	—	0,035	0,040	ГОСТ 1050
20К	0,16—0,24	0,15—0,30	0,30	<0,30	—	<0,30	—	—	—	—	0,040	0,040	ГОСТ 5520
22K	0,19—0,26	0,20—0,40	0,75—1,0	<0,40	—	<0,40	—	—	—	—	0,03	0,03	ГОСТ 5520 ОCT 26-01-135
35	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	<0,25	—	<0,25	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 1050
40	0,37—0,45	0,17—0,37	0,50—0,80	<0,25	—	<0,25	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 19281
09Г2С	0,12	0,15—0,80	1,30—1,70	—	—	<0,30	—	—	—	—	—	0,040	ГОСТ 19281
10Г2С1		0,8—1,1	1,30—1,65	<0,30	—	<0,30	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
16ГС	0,12—0,18	0,4—0,7	0,9—1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
35Х	0,31—0,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
38ХА	0,35—0,42	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
40Х	0,36—0,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
14ХГС	0,10—0,16	0,40—0,70	0,90—1,30	0,50—0,80	—	<0,030	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
08Г2СФБ	0,13	0,40—0,60	1,2—1,6	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
40ХФА	0,37—0,44	0,50—0,80	0,80—1,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
12ХМ	0,09—0,16	0,17—0,37	0,4—0,7	0,4—0,6	0,49—0,55	<0,30	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
12ХТНМ	0,10—0,14	—	0,8—1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
12ХТНМФ	0,10—0,14	0,30—0,50	0,60—1,00	0,50—0,70	0,50—0,60	0,70—1,00	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
15ХТНМФГ	0,10—0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
30ХМА	0,26—0,33	—	0,80—1,1	0,15—0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
12Х1МФ	0,08—0,15	—	0,4—0,7	0,9—1,2	0,25—0,35	<0,30	0,15—0,30	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
25Х1МФ	0,22—0,25	—	1,5—1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
10Х2М1	0,08—0,12	—	0,30—0,60	2,00—2,50	0,90—1,10	<0,50	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
20Х2М	0,18—0,24	0,17—0,37	0,30—0,70	2,10—2,40	0,25—0,35	0,30—0,70	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
15Х2МФА	0,13—0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
18Х3МВ	0,15—0,20	—	0,25—0,50	2,50—3,00	0,60—0,80	<0,40	0,25—0,35	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
22Х3М	0,20—0,25	0,20—0,40	0,50—0,80	3,00—3,50	0,40—0,50	<0,30	0,25—0,35	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
20Х3МВФ	0,15—0,23	0,17—0,37	0,25—0,50	2,80—3,30	0,35—0,55	—	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543
25Х3МФА	0,22—0,27	0,17—0,37	0,30—0,60	0,60—0,80	<0,40	0,26—0,35	—	—	—	—	—	—	ГОСТ 4543

Марки стали	С	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Nb	P	S	ГОСТ, ТУ	
												не более	
34ХН3М	0,30—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,70—1,10	0,25—0,40	2,75—3,75	—	—	—	0,030	0,035	ОСТ	26-01-135
38ХН3МФА	0,33—0,40	0,17—0,37	0,25—0,50	1,20—1,50	0,35—0,45	3,00—3,50	0,10—0,18	—	—	0,025	—	ГОСТ	4543
15Х5М	<0,15	<0,5	<0,5	4,5—6,0	0,45—0,60	0,6	—	—	—	—	—	ГОСТ	20072
08Х13	<0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х13	0,09—0,15	—	<0,8	12,00—14,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х13	0,16—0,25	<0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Х13	0,26—0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Н10Т	<0,08	—	<2,0	17,0—19,0	—	—	9,0—11,0	—	—	—	—	5С-0,7	ГОСТ 5632
12Х18Н10Т	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5С-0,8	—
03Х17Н14М3	0,03	<0,4	1,0—2,0	—	2,5—3,1	13,0—15,0	—	—	—	—	—	5С-0,8	—
08Х17Н13М2Т	<0,08	—	<2,0	16,0—8,0	2,0—3,0	12,0—14,0	—	—	—	—	—	5С-0,7	—
08Х17Н15М3Т	<0,08	—	<0,8	—	3,0—	14,0—16,0	—	—	—	—	—	0,3—0,6	—
10Х17Н13М3Т	0,10	—	—	—	4,0	12,0—14,0	—	—	—	—	—	5С-0,7	—

Таблица 5.7

Стали для изготовления деталей АТиВД и их механического свойства (при t=20 °C)

Изделие	Вид заготовки	Марка стали	Толщина заготовки, мм, не более	Термическая обработка (температура, °C)	Механические свойства				Стандарт
					σ _{0,2} , МПа	σ _u , МПа	δ ₅ , %	ψ, %	
Цельнокованные корпуса, обечайки, фланцы, днища, крышки, горловины, штупера	20Х2МА	Св.270 до 550	3(900—920) O(650—680)	400	550	16	45	—	ОСТ 26-01-135
Крышки, фланцы, горловины, днища	Поковки	До 550	—	—	—	—	—	—	—
Цельнокованные корпуса, обечайки, днища, горловины, штупера	22Х3М	Н(890—920) O(650—720)	450	600	16	50	60	197—235	ОСТ 26-01-135
Крышки, фланцы, днища, горловины		Св.550 до 700	3(890—910) O(650—720)	400	550	16	45	—	174—217

Продолжение табл. 5.7

Изделие	Вид заготовки	Марка стали	Толщина заготовки, мм, не более	Термическая обработка (температура, °C)	$\sigma_{0.2}$	σ_b	δ_s	ψ	$KCU, \text{Дж/см}^2$	HB	Стандарт	
					МПа	%						
Патрубки	Поковки	15Х5М	До 400	H(840—860)	220	400	22	50	30	217	ГОСТ 20072	
Уплотнительные кольца треугольного сечения		10	100	H(880—920)	205	330	33	60	—	110—143	OCT 26-01-135,	
		20			245	410	25	55		111—163	ГОСТ 1050;	
		25			275	450	23	50		170	ГОСТ 8479	
Уплотнительные кольца двухконусные		15ХМ	50	3(880—900) О(690—710)	280	450	21	55	—	156—197	ГОСТ 8479	
		08Х13		3(1000—1050) О(700—780)	400	550	14	35		187—229	ГОСТ 25054	
		12Х13		3(880—900) О(700—780)	400					193—241	OCT 26.01-135	
		30ХМА		H(900—920) О(630—650)	450	600	16	45		197—237		
		20Х2МА		H(890—920) О(650—720)								
		22Х3М		3(950—970) О(660—690)	450	600	16	45		197—241	ГОСТ 20072	
Уплотнительные кольца восьмиугольного сечения		18Х3МВ	200	3(1000)	450				50	241—285		
		20Х3МВФ		О(660—690)								
		30Х13		3(1000—1050) О(660—770)	600	750	14	40		39	235—277	ГОСТ 25054
Уплотнительные кольца восьмиугольного сечения	Лист	15ХМ	50—100	3(880—900) О(690—710)	280	450	21	55	—	156—187	ГОСТ 4543	
		09Г2С		3(910—930) О(640—660)	300	4470	24	45		60	120—179	
		08Х13		3(1000—1050) О(660—770)	600	750	14	40		30	235—271	ГОСТ 25054
Уплотнительная плоская прокладка	Тонкий лист	Алюминиевые сплавы АД0, АД1, А5, А6, А7	1—5	O	—	60	20	—	—	—	—	ГОСТ 21631
		Медь М-1, М2, М1Р, М2Р		—	—	95	200	30	—	—	50	ГОСТ 495
Наружные кожухи и центральные обечайки	Лист	10Г2С	10—20	H	335	480	21	—	60	156—190	ГОСТ 5520	
		09Г2С			325	470				120—179		
		16Г2С			315	480				148—197		
		20К			245	402		25		123—179		
		20К	21—32		235	402	23	—		120—179		
		09Г2С			305	460	156—180					
		10Г2С1			325	470	21	—		148—197		
		16ГС			295	470						

Продолжение табл. 5.7

Изделие	Вид заготовки	Марка стали	Толщина заготовки, мм, не более	Термическая обработка (температура, °C)	$\sigma_{0.2}$	σ_u	δ_s	ψ	$KCU, \frac{\text{Дж}}{\text{с}^2 \text{м}^2}$	НВ	Стандарт
					МПа	%	%	%			
Центральные обечайки с защитным слоем	Двухслойный лист	20K+ 08Х18Н10Т	12..22		245	402	25				
		20K+ 12Х18Н10Т	23..32		235	402					
		20K+ 08Х17Н15М3Т	12..22		325	470					
		09Г2С+ 08Х18Н10Т					21				
		09Г2С+ 12Х18Н10Т	23..32		306	460					
		09Г2С+ 08Х17Н15М3Т								59	
		16ГС+ 08Х18Н10Т	12..22		315	480	21				ГОСТ 0885
		16ГС+ 08Х17Н15М3Т									ГОСТ 5520
		12ХМ+ 08Х18Н10Т			245	<440	22				
		12ХМ+ 12Х18Н10Т									
		12ХМ+ 08Х18Н10Т	12..40		221	420	24				
		12ХМ+ 12Х18Н10Т									
Сpirальные слои, наружные кожухи, клинообразные вставки	Рулонная полоса	10Х2М1+ 08Х18Н10Т	До 60		235	440	19				
		08Г2СФБ	5	—	450	600	21	—	50	—	ТУ 14-1-3609
		12ХГНМ 12ХГНМФ	4	H(920) O(720)	500	700	17	—	—	—	ТУ 14-1-3226
Футеровка днищ, крышек фланцев, горловин	Лист	15ХГНМФТ	5	H(920) O(700)	450	650	17	—	—	—	ТУ 14-105-450
		08Х18Н10Т			206	509	43				
		12Х18Н10Т		3(1030-1080)	236	530	38				
		08Х17Н13М3Т	До 20	(в воде или на воздухе)	196	509	40	—	—	—	
		10Х17Н13М3Т			236	530	37	—	—	—	ГОСТ 7350
Штампосварные крышки, днища, горловины	Лист	03Х17Н14М3ВО			196	490	30				ТУ 14-1-1154
		09Г2С	33—60	Нормализация со штамповочного нагрева	285	450				120—179	
			61—80		275	440		—			
			81—160		165	430					
		10Г2СТ	33—60		325	450	21	—	59	160—190	ГОСТ 5520
			61—100		295	430					
		16ГС	33—60		285	460		—		163	
			61—100		275	450					

Продолжение табл. 5.7

Изделие	Вид заготовки	Марка стали	Толщина заготовки, мм, не более	Термическая обработка (температура, °C)	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_5	ψ	$KCU, \text{Дж/см}^2$	НВ	Стандарт
					МПа	%	%	%			
Шпильки	Поковки, сортовой прокат	35Х; 38ХА	До 100	3(860) О(500—550)							
		40Х		3(860) О(500)	588	735	14	—	59	235—277	OCT 26-01-144
		40ХФА		3(880) О(650)							
		30ХМА	До 80	3(880) О(540)	637	784	13	—	59	241—293	
		35ХМ	80—200	3(850) О(560)	539	686	12	—	49	212—248	
	Гайки	38ХН3МФА	До 200	3(850) О(590—600)	784	933	12	—	59	293—339	
		34ХН3М									
		25Х1МФ	200	3(860) О(620—660)	667	784	16	—	59	241—311	
		12Х18Н10Т	40	3(1020—1100)	196	508	40	—	—	179	
Шайбы		35, 40, 35Х; 38ХА, 40Х; 30ХМА; 35ХМ		—	—	—	—	—	—	—	212—248
Гайки	Поковки, сортовой прокат	35	240	H(870)	275	529	20	—	44	156—187	
		40			294	549	18	—	39	163—187	
		35Х	240	3(860) О(500—550)	491	657	16	—	592	12—248	
		38ХА									
	Поковки	40Х; 30ХМА; 35ХМ	240	3(830—870) О(500—560)							
		25Х1МФ		3(950) О(660)	667	734	16	—	59	241—285	

Н — нормализация, О — отпуск, З — закалка.

Таблица 5.8

Прочностные характеристики сталей при нормальной и повышенной температурах

Марка стали	Вид заготовки	Стандарт на заготовку или деталь	Нормативные прочностные характеристики при 20°C	$\sigma_{0,2}$, при $t, ^\circ\text{C}$								σ_b , при $t, ^\circ\text{C}$								
				$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400
20	Поковки	ОСТ 2601-135	170	340	170	165	160	150	140	130	110	—	340	335	320	310	300	290	280	—
22К			220	440	220	210	200	195	190	185	170	—	440	420	400	390	380	380	370	—
09Г2С			300	460	285	275	260	240	210	200	190	—	450	445	440	420	390	385	380	—
14ХГС			320	500	300	290	280	270	260	255	—	—	475	465	450	440	430	420	—	—
20Х2М			450	600	425	415	400	380	350	330	300	275	580	565	550	530	500	480	450	425
			400	550	385	370	355	340	310	295	265	245	530	520	510	485	460	440	410	390
22Х3М			450	600	425	415	400	380	350	330	300	275	580	565	550	530	500	480	450	420
			400	550	380	365	350	325	300	275	250	225	535	520	500	475	450	425	400	375

Продолжение табл. 5.8

Марка стали	Вид заготовки	Стандарт на заготовку или деталь	Нормативные прочностные характеристики при 20°C	$\sigma_{0.2}$, при t , °C												σ_u , при t , °C														
				$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_u , МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450	
18Х3МВ	Поковки	ОСТ 2601-135	450	600	435	425	400	390	380	370	350	310	575	560	550	535	525	510	500	470	—	—	—	—	—	—	—	—		
15Х2МФА			440	580	430	425	420	410	405	400	375	350	550	540	530	520	510	500	480	450	—	—	—	—	—	—	—	—		
25Х2МФА			540	650	530	525	520	510	505	500	460	430	630	610	600	580	570	560	530	500	—	—	—	—	—	—	—	—		
18Х2МФА			680	800	660	645	630	610	600	590	580	540	760	745	730	700	690	670	650	620	—	—	—	—	—	—	—	—		
10Г2С	Листовая сталь	ГОСТ 19281	340	490	310	290	275	255	235	205	185	—	490	480	470	455	425	415	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
16ГС			330	480	300	285	265	250	220	200	180	—	480	470	460	440	420	405	390	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12ХМ			330	460	—	—	—	—	—	—	—	—	460	460	450	430	410	400	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12МХ			300	440	275	260	245	225	200	180	165	—	440	430	420	400	390	380	370	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12Х1МФ		ГОСТ 5520	320	420	300	290	275	255	220	200	175	—	480	470	460	450	420	410	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
10Х2М1			300	480	280	270	260	240	205	185	165	—	470	460	450	440	415	400	390	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
20К		ГОСТ 5520	290	470	270	260	250	230	200	180	160	—	450	440	430	420	410	390	380	370	—	—	—	—	—	—	—	—		
09Г2С			280	460	260	250	240	215	195	175	155	—	440	430	420	410	400	380	370	360	340	—	—	—	—	—	—	—	—	
09Г2С	Листовая сталь	ГОСТ 5520; ГОСТ 19281	250	400	245	240	215	200	190	170	150	—	430	—	420	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
09Г2С			240	410	235	230	210	190	165	145	—	420	415	410	400	380	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280	270	260		
15ГС		ГОСТ 5520; ГОСТ 19281	270	440	250	235	225	215	185	170	150	—	420	410	400	390	380	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280	270	260	
16ГС	Поковки	ОСТ 2601-135	300	500	300	290	280	250	230	200	170	—	460	460	450	440	420	410	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
08Г2СФБ	Рулонная сталь	ОСТ 24.201.03	450	600	420	400	385	370	350	320	—	—	585	575	570	560	550	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
12ХГНМ;			500	700	490	485	475	465	450	430	390	350	685	680	670	660	650	650	630	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12ХГНМФ			450	650	440	435	425	420	410	400	370	—	635	630	625	615	605	600	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15ХГНМФГ			450	650	440	435	425	420	410	400	370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15Х5М	Поковки	ОСТ 2601-135	220	400	210	200	190	185	180	175	170	165	380	355	330	325	320	315	310	290	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х13;12Х13			350	550	350	340	330	325	320	310	290	280	550	530	510	505	500	480	460	410	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х1330Х13			450	600	430	420	410	400	370	370	350	600	560	540	520	500	485	470	440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
08Х17Н13М2Т; 08Х17Н15М3Т; 10Х17Н13М2Т; 10Х17Н13М3Т			600	720	550	540	530	520	510	470	450	430	680	670	670	655	640	610	580	560	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 5.8

Марка стали	Вид заготовки	Стандарт на заготовку или деталь	Нормативные прочностные характеристики при 20°C	$\sigma_{0.2}$, при t , °C												σ_s , при t , °C															
				$\delta_{0.2}$, %	δ_v , %	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450		
35	Поковки или сортовой прокат	ОСТ 2601-144:	280	540	270	260	250	230	220	200	180	160	540	540	540	530	520	490	450	410	300	560	550	550	540	530	500	460	420		
40			300	560	290	275	260	250	230	220	200	170	550	550	550	540	530	500	460	420	600	750	575	555	540	530	500	560	500		
35Х; 38ХА			600	750	575	555	540	530	520	500	480	460	735	725	720	700	680	620	560	500	500	500	670	465	440	420	400	—			
40Х; 40ХФА			500	670	465	440	420	400	380	375	370	360	645	620	610	600	580	560	500	—	650	800	620	610	600	580	560	500	600		
30ХМА			500	670	480	470	460	440	420	390	370	340	660	655	650	645	620	595	550	500	500	400	600	380	370	350	340	330	300	580	500
25Х1МФ		ОСТ 2601-135	680	800	650	635	620	600	570	540	500	460	790	785	780	770	740	710	660	600	600	650	800	630	610	590	580	575	560	750	735
38ХН3МФА			650	800	630	610	590	580	575	570	560	550	750	735	720	710	700	680	620	—	800	950	775	750	720	715	710	700	890	875	
12Х18Н10Т			200	500	190	180	175	170	160	155	150	145	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Таблица 5.9

Пределы длительной прочности и ползучести сталей

Марка стали	Рекомендуемый режим (t , °C, среда)		Температура испытания, °C	Предел длительной прочности, МПа, за время, ч				Предел ползучести, МПа, за время, ч			
	закалки (нормализации)	отпуска		10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5
12ХМ	910..930 воздух	670..690 воздух	450	—	270	240	200	—	240	200	155
			480	—	200	225	120	170	170	120	120
			510	—	120	—	—	—	—	—	82
			540	—	73	122	—	—	—	—	—
12МХ	920 воздух	680..690 воздух	450	340	270	240	200	220	200	150	—
			480	250	200	220	160	120	—	70	35
			510	160	120	—	—	—	—	—	—
			540	110	70	—	—	—	—	—	—
30ХМ	870 вода	600 воздух	425	340	290	—	—	—	—	140	—
			450	300	230	—	—	—	—	110	55
			500	200	150	140	—	—	—	—	—
12Х1МФ	960..980 воздух	740..760 воздух	480	260	200	240	200	180	240	190	130
			520	200	160	180	140	118	118	118	75
			560	140	108	—	—	—	—	—	—
25Х1МФ	880..900 масло	640..660 вода	450	—	—	—	—	—	—	230	—
			475	—	—	—	—	—	—	145	—
			500	260	170	90	—	—	—	80	—
			525	—	115	—	—	—	—	53	—
			550	100	60	—	—	—	—	30	—
25Х1М1Ф	900 масло	640..660 воздух	450	440	390	—	—	—	—	29	—
			480	—	—	—	—	—	—	22	—
			500	260—310	220—260	—	—	—	—	140—150	125
			525	230—280	180—220	—	—	—	—	95	—
			550	205	150	—	—	—	—	—	70
25Х2М1Ф	1050 воздух	680..700 воздух	550	160—220	—	—	—	—	—	—	70
18Х3МВ	890..910 масло	660..680	450	—	—	—	—	—	230	—	—
			500	—	—	—	—	—	120	—	—
			550	—	—	—	—	—	75	—	—

Продолжение табл. 5.9

Марка стали	Рекомендуемый режим (t, °C, среда)		Температура испытания, °C	Предел длительной прочности, МПа, за время, ч		Предел ползучести, МПа, за время, ч	
	закалки (нормали- зации)	отпуска		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵
20Х3МВФ	1000 масло	670	475	295	260	260	150
			500	250	210	250	120
			550	200..240	180	—	90..110
			560	210	170	—	90
			580	170	130	—	60
			600	110	70	—	22
20Х3МВФ	1050 масло	680 воздух	450	445	400	—	250
			500	370	340	—	175
			525	340	300	—	—
			550	210..240	180	—	90..110
			560	210	170	—	90
			580	170	130	—	60
20Х3МВФ	1030..1080 масло	660..700 воздух	500	340	300	180	150
			550	200	160	130	100
			580	140	100	—	50
38ХН3МФА	820..830 масло	670..680 воздух	450	350	260	160	200
			500	190	130	54	100
			550	120	75	—	19
34ХН3М	860 масло	580..620 воздух	450	330	230	300	160
			500	115..155	60..78	100	35
			550	70	40	32	12
15Х5М	950..980 воздух	840..880 воздух	480	180	150	105	70
			540	100	75	65	40
12ХГНМ	920 воздух	700 воздух	450	500	460	—	—
			560	60	—	—	—
12ХГНМФ	920 воздух	700 воздух	560	130	—	—	—
			400	—	—	—	123
12Х13	1030..1050 масло	680..700 воздух	425	300	270	—	—
			450	250	220	—	105
			500	145	120	95	57
			600	47	—	—	—
			450	30	26	—	128
20Х13	1000..1020 воздух	720..750 воздух	475	—	—	—	7,6
			500	19,5	16	—	4,8
			530	10,5	7,6	—	—
			550	—	—	—	3,0
			400	—	—	—	—
30Х13	1000 воз- дух	650 воздух	450	—	—	—	84
			400	—	—	—	134
12Х18Н10Т	1050..1080 вода (воз- дух)	—	600	150	110	—	75
			650	80..100	—	—	30..40
12Х18Н9Т	1030..1080 вода	—	500	250	200	—	—
			525	210	170	—	—
			550	190	150	—	—
			575	155	130	—	—
			600	135	100	—	75
			625	110	80	—	—

Таблица 5.10

Релаксационная стойкость сталей

Марка стали	Термическая обработка* (температура, °C, среда)	Твердость, НВ	$\sigma_{0,2}$, МПа	$t, ^\circ\text{C}$	Начальное напряжение, МПа	Остаточное напряжение, МПа, после испытаний в течение, ч		
						10^3	$5 \cdot 10^3$	10^4
30Х	3(860; масло) О(500)	269	670	400 300	200 270	53 245	— 230	— —
40Х	3(820...840) масло О(680)	207...217	600	350 400	270 360	180 100	150 63	— —
30ХМ	3(870; масло) О(650)	196...207	630	450	150 250 100	74 105 45	53 90 20	— — —
				500	150 200	64 73	37 44	— —
				450	150	83	71	58
	H(880), О(650)	207	503	—	250	123	102	82
					150 250	98 162	83 132	70 105
35ХМ	3(880; масло) О(650)	269	780	400	150 250 350	65 99 120	53 77 98	45 64 82
				450	150 250	61,5 87	47 68	33 52
				—	120	79	70	57
	H(920), О(650)	277	867	500	250 350	160 205	125 180	92 150
					120	88	78	70
25Х1МФ	H(1000), О(650)	289	866	500	250 350	175 235	152 215	130 190
					150	78	57	38
					250 350	120 160	98 125	72 94
	3(920; масло) О(650)	293	920	500	200	80* ²	50* ³	—
					150 350	78 120	57 98	38 72
25Х1М1Ф	H(950), О(700)	241	680	450	250	179	170	163
	H(950), О(680)	255	785	—	300 350	216 245	200 228	194 218
					250	137	93	75
	H(950) О(650...660)	293	—	500	300	175	142	116
					350	188	153	118
					300	154	109	—
	H(950...1000) О(650...670)	—	—	525	200 250 300	132 165 195	97 124 148	80 100 125
20Х1М1Ф1Р					250 300 350	207 250 288	201 238 275	194 232 270
3(980, масло) О(700)	255	750	450	250	193	182	174	
			500	300 350	228 262	219 249	207 242	

Продолжение табл. 5.10

Марка стали	Термическая обработка* (температура, °C, среда)	Твердость, НВ	$\sigma_{0.2}$, МПа	$t, ^\circ\text{C}$	Начальное напряжение, МПа	Остаточное напряжение, МПа, после испытаний в течение, ч		
						10^3	$5 \cdot 10^3$	10^4
20Х1М1Ф1БР	Н(1030..1050) О(600)	255..269	750	500	260	198* ³	188* ⁴	170
					320	240* ³	220* ⁴	212
					370	275* ³	260* ⁴	248
	3(1030..1050 масло); О(680..670)	—	410	400	250	178	167	160
					300	205	197	185
					350	235	225	205
12Х13	3(1030..1050 масло) О(680..670)	—	410	450	300	145	118	101
					250	124	107	95
	3(1030..1050 масло) О(680..670)	—	410	450	200	109	88	72
					150	81	75	—
20Х13	Н(1000..1020) О(730..750)	187..217	520	400	350	230	195	—
					300	210	170	—
					250	170	160	—
	Н(1000..1020) О(730..750)	187..217	520	450	200	130	130	—
					350	150	115	—
					300	130	95	—
	Н(1000..1020) О(730..750)	187..217	520	450	250	110	80	—
30Х13	Н(1000), О(650)	269..285	710	450	300	115	94	—
					250	95	68	—
					200	85	64	—
					150	63	46	—

3 — закалка; О — отпуск; Н — нормализация

*²500 ч, *³ 2000 ч, *⁴ 4000 ч.

Таблица 5.11

Модуль упругости сталей

Сталь	Модуль упругости $E \cdot 10^3$, МПа									
	Температура $t, ^\circ\text{C}$									
	20	100	200	300	400	500	550	600	650	
Углеродистая с содержанием С: менее 0,25 %** более 0,25 %**	200 210	195 205	190 195	180 185	170 175	160 160	— —	— —	— —	
Низколегированная с содержанием С: менее 0,25 %** более 0,25 %**	210 215	205 210	200 205	195 200	185 190	175 180	170 175	165 170	— —	
Высокохромистая* ⁵	220	215	210	200	190	180	175	170	160	
Аустенитная хромоникелевая* ⁶	205	200	190	180	170	165	—	160	155	

¹ Стали 10; 15; 20; 25; 15К; 20К.² Стали 30; 35; 40; 50.³ Стали 09Г2С; 10Г2С1; 08Г2СФБ; 16ГС; 16Г2АФ; 15Х; 12ХГНМ; 12ХГНМФ; 15ХГНМФТ; 12МХ; 12Х1МФ.⁴ Стали 30Х; 38Х; 40Х; 35ХМА; 45Х; 38ХМЮА; 25Х1МФ; 25Х2М1Ф; 35ХМФА; 20Х1М1ФТР; 22Х3М; 20Х2М; 20Х3МВФ.⁵ Стали 10Х13; 20Х13; 30Х13; 40Х13; 15ХНМФ; 1Х12Н2ВМФ.⁶ Стали 12Х18Н9; 12Х18Н10Т; 12Х18Н12Т; 20Х23Н18; 0Х18Н12Б; 1Х16Н9М2; 08Х16Н13М2Б; 09Х14Н19В2БР; 03Х16Ш5М3Б; 03Х17Н14М3; 08Х17Н13М2Т; 10Х17Н13М3Т; Х18Н22В2Т.

Таблица 5.12

Температурный коэффициент линейного расширения

Сталь	Средние значения $\alpha \times 10^6$, $1/^\circ\text{C}$													
	Интервал температур от 20 до t $^\circ\text{C}$													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Углеродистая и низколегированная	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4	—	—
Хромистая коррозионностойкая	10,0	10,3	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,5	11,7	11,8	11,9	12,0	—	—
Аустенитная хромоникелевая	16,4	36,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	18,0	18,2	18,4	18,5	18,7	18,8

Таблица 5.13

Истинная удельная массовая теплоемкость c_p сталей

Сталь	Значения c_p , кДж/(кг $^\circ\text{C}$)							
	Temperatura, $^\circ\text{C}$							
	50	100	200	300	400	500	600	700
10	—	0,465	0,477	—	0,510	—	0,565	—
15	0,465	0,481	0,532	0,578	0,620	0,687	0,774	0,942
20	0,483	0,486	0,488	0,514	0,533	0,555	0,584	0,636
25	—	0,465	0,481	—	0,519	0,569	—	—
35	0,465	0,420	0,532	0,569	0,611	0,666	0,754	0,913
40	0,486	0,494	0,523	0,561	0,599	0,670	0,720	0,809
20К	—	0,465	0,481	—	0,535	0,569	—	—
22К	—	0,465	0,481	—	0,519	0,589	—	—
20Г	—	0,465	0,481	—	0,535	0,569	—	—
30Х	0,482	0,494	0,528	0,565	0,611	0,687	0,754	0,948
12МХ	0,448	0,473	0,519	0,565	0,594	0,653	0,738	0,888
12Х1МФ	0,473	0,507	0,561	0,607	0,649	0,695	0,783	0,934
15Х1М1Ф	0,444	0,465	0,525	0,565	0,611	0,668	0,754	0,821
25Х2М1Ф	—	0,535	0,531	0,607	0,632	0,674	0,732	—
20Х3МВФ	—	0,602	0,561	0,611	0,657	0,715	0,753	—
20Х13	0,448	0,473	0,528	0,569	0,620	0,691	0,774	0,988
30Х13	0,473	0,482	0,519	0,561	0,615	0,703	0,812	0,959
40Х13	0,452	0,473	0,519	0,561	0,616	0,686	0,770	0,988
12Х18Н10Т;								
12Х18Н9Т;	0,473	0,494	0,575	0,536	0,548	0,561	0,574	0,594
12Х18Н12Т								
45Х14Н14В2	0,460	0,486	0,515	0,536	0,544	0,557	0,590	0,624
03Х16Н15М3	0,460	0,482	0,515	0,582	0,540	0,548	0,603	0,574

Таблица 5.14

Коэффициент теплопроводности конструкционных сталей

Сталь	Значения λ , Вт/(м·°C)					
	Temperatura, °C					
	100	200	300	400	500	600
10	57,7	53,5	49,4	44,8	40,2	38,1
15	53,4	53,3	49,3	46,0	42,8	39,1
20	51,0	48,5	44,4	42,7	39,3	35,6
25	51,1	48,9	46,1	42,7	—	—
30	50,3	48,6	45,0	42,3	39,8	—
35	49,4	49,1	46,5	43,7	40,6	37,9
40	50,6	48,1	45,6	41,9	38,1	36,0
45	48,1	46,5	44,0	41,0	38,5	36,0
20К	50,7	48,6	46,1	42,3	40,7	—
22К	49,4	49,8	45,6	43,5	41,4	—
20Г	77,8	66,6	47,7	—	—	—
30Г	75,4	64,5	52,3	43,9	—	—
40Г	59,5	53,2	—	46,9	23,9	—
09Г2С	44,5	43,5	41,9	39,8	37,1	33,7
10Г2С1	44,5	43,3	41,8	39,7	37,0	33,7
20Х	50,2	46,0	41,9	40,2	38,1	—
40Х	46,0	42,7	39,4	35,6	—	—
38ХС	—	35,6	—	34,8	33,5	—
40ХФА	52,3	41,9	45,2	41,9	—	—
Г2МХ	44,5	43,1	40,9	38,7	36,9	34,6
15ХМ	44,2	41,3	40,7	39,0	36,0	33,7
20ХМ	41,9	42,7	42,1	40,2	37,8	35,8
30ХМА	41,9	40,7	39,6	38,4	—	—
35ХМ	40,6	39,8	38,5	37,3	—	—
12ХГНМ	46,5	45,0	43,4	41,1	37,9	34,3
12ХГНМФ	46,5	45,0	43,4	41,1	37,9	34,3
15ХНМФТ	46,5	45,0	43,4	41,1	37,9	34,3
12Х1МФ	44,2	43,7	41,8	39,7	37,2	35,0
25Х1МФ	39,8	38,8	37,9	36,9	35,9	34,8
15Х1М1Ф	41,5	41,5	41,1	39,8	37,7	36,2
25Х1М1Ф	40,6	39,8	39,0	37,7	36,0	33,9
25Х2М1Ф	32,8	32,0	30,2	28,6	28,1	26,5
20Х2М	37,1	37,7	36,6	35,1	33,8	32,8
22Х3М	37,2	37,8	36,8	34,7	33,1	30,9
10Х3МВФ	35,7	33,2	36,5	30,7	29,8	29,4
34ХН3М	41,0	37,7	33,9	30,6	—	—
Х5М	36,6	35,8	35,3	34,4	33,4	—
12Х13	27,6	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0
20Х13	25,1	27,6	28,0	27,6	27,2	—
30Х13	25,1	25,5	25,5	—	25,5	—
40Х13	27,6	28,9	29,3	28,9	28,5	28,0
08Х18Н10Т	16,3	17,6	18,8	21,4	23,0	24,7
12Х18Н10Т	16,3	17,6	18,8	21,4	23,0	24,7
12Х18Н12Т	16,3	17,5	18,8	21,3	23,0	24,7
36Х18Н25С2	15,0	—	—	—	22,19	25,12
20Х23Н18	15,9	—	39,7	—	—	21,8
20Х12ВНМФ	—	24,7	25,5	25,9	26,4	26,8
18Х12ВМБФР	—	21,8	23,9	25,7	26,4	27,4
37Х12Н8Г8МФБ	17,2	18,4	19,7	21,4	23,0	24,7
45Х14Н14В2М	15,5	16,7	18,8	20,0	20,9	24,3
31Х19Н9МВБТ	15,1	16,3	18,4	20,1	21,8	25,1
ХН35ВТ	13,4	15,5	17,2	18,8	20,5	22,2
ХН35ВТЮ	15,5	17,6	19,2	20,9	22,6	24,7
ХН78Т	14,6	16,7	18,4	20,5	22,6	24,7
ХН77ТЮР	13,8	15,1	17,2	18,8	20,9	23,4
ХН75МВЮ	10,0	11,72	13,4	15,1	17,6	20,1
08Г2СФБ	45,0	43,8	42,5	39,9	37,2	33,8

В данной главе все ссылки сделаны на нормативные документы, действующие на момент издания справочника.