ДЕНТМЕТАЛЛ
Подписано цифровой подписью: ООО «ДЕНТМЕТАЛЛ»
DN: STREET="Старый Петровско-Разумовский проезд, д. 1/23, стр. 1", OGRN=1027739113049, INN=007743020560, C=RU, L=Москва, S=77 г. Москва, E=SupportIIT@infotecs.ru, O="Открытое Акционерное Общество ""ИнфоТеКС Интернет Траст""", CN="ОАО ""ИИТ"""
Причина: ООО "ДЕНТМЕТАЛЛ" является автором этого документа
Местонахождение: Ростов-на-Дону
Дата: 7 Март 2020 г. 12:58:55

Марка стали	Вид поставки
10Х11Н20Т3Р (ЭИ 696)	**Сортовой и калиброванный прокат** — ГОСТ 5949–75, ТУ 108.11.853–87. **Крепежные детали** — ГОСТ 23304–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Aℓ	B
≤ 0,10	≤ 1,00	≤ 1,00	≤ 0,020	≤ 0,035	10,0–12,5	18,0–21,0	—	2,60–3,20	≤ 0,80	0,008–0,020

Механические свойства

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	$\sigma_{д.п.}$, Н/мм^2
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда			не менее					
ГОСТ 5949–75	Закалка	1100–1170, 2–5 ч	Воздух или масло	Пруток	20	590	880	10	15	29	—
	Старение	700–750, 15–25 ч	Воздух	До 60	700	—	—	—	—	—	392[1]

[1] σ_{100} — предел длительной прочности за 100 ч.

В соответствии с заказом потребителя сталь изготовляют:
а) с травленой поверхностью;
б) с нормированной чистотой стали по волосовинам, выявленным потребителем на готовых деталях визуально;
в) с контролем внутренних дефектов металла неразрушающими методами;
г) с проверкой длительной прочности стали;
д) с проверкой механических свойств при повышенных температурах;
е) с нормированием содержания газов в стали;
ж) с контролем на излом;
з) с механическими свойствами, повышенными или в более узких пределах по сравнению с указанными в таблице;
и) с контролем на загрязненность стали неметаллическими включениями;
к) с проверкой величины зерна.

Примечание.

Нормы при испытаниях по подпунктам в, г, д, е, ж, з, и, к устанавливаются по согласованию потребителя с изготовителем.

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	НВ	КП
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда			не менее						
ГОСТ 23304–78						Болты и шпильки						
	Аустенитизация	1100–1150	Вода или воздух	Не ограничивается	20	490	833	15	20	59	255–321	490
	Старение	700–750	Воздух		350	441	—	—	—	—	—	—
						Гайки, плоские подкладные шайбы						
	Закалка	1100–1150	Вода или воздух		20	490	833	15	20	59	255–321	490
	Старение	700–750	Воздух		350	441	—	—	—	—	—	—
						Выпуклые и вогнутые сферические шайбы						
	Аустенитизация	1100–1150	Вода или воздух		20	490	833	15	20	59	255–321	490
	Старение	700–750	Воздух		350	441	—	—	—	—	—	—

Примечания.

1. Допускается изготовлять сферические шайбы по ГОСТ 18968–73.
2. При определении механических свойств заготовок гаек и шайб на тангенциальных образцах допускается снижение механических свойств относительно норм для $\sigma_{0,2}$, $\sigma_в$, δ, ψ, KCV соответственно на 5, 5, 25, 20, 25%.
3. Режимы отпуска и старения являются рекомендуемыми и могут назначаться по согласованию с головной материаловедческой организацией. Режимы закалки, нормализации и аустенитизации могут уточняться по согласованию с головной материаловедческой организацией.
4. На резьбовые детали, которые по условиям работы соответствуют болтам, шпилькам или гайкам (футорки, резьбовые втулки и т.д.), распространяются технические требования, предъявляемые к перечисленным деталям.
5. Для крепежных деталей групп качества 0, 0а и 1 производить дополнительно определение ударной вязкости KCV на образцах типа 11 по ГОСТ 9454–78.
6. В процессе изготовления крепежных деталей поверхности, окончательно подготовленные для нанесения резьбы, должны быть подвергнуты контролю магнитным методом или цветной дефектоскопией на отсутствие трещин.

Внутренние поверхности гаек контролируют магнитопорошковой или цветной дефектоскопией при диаметре 110 мм и более.

Для болтов и шпилек групп качества 3 и 3а контролируют детали диаметром резьбы М24 и более.

7. Рекомендуется для шпилек и болтов применять сталь с КП 490; для гаек и плоских подкладных шайб — с КП 490; для сферических шайб выпуклых — с КП 490; для сферических шайб вогнутых — с КП 490.

10Х11Н20Т3Р (ЭИ 696)

Назначение. Крепеж, несвариваемые детали корпуса турбин, диски, направляющие и рабочие лопатки компрессоров, рабочие лопатки газовых турбин, детали турбин, пружины, работающие ограниченное время при температуре до 700ºС, а также криогенная арматура, работающая при температуре до минус 253ºС.
Максимальная допускаемая температура применения для деталей АЭС 600ºС (ПНАЭГ–7–008–89).
Сталь аустенитного класса с интерметаллидным упрочнением.
Сталь выплавляется в открытых дуговых или индукционных электропечах.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HRC	HB
	Операция	t, ºС	Охлаждающая среда		не менее						
[5]	Закалка	1100	Воздух	Листы холодно-катаные	—	600	40	—	—	—	—
	Закалка	1080	Воздух	Лента холодно-катаные	—	500	—	—	—	—	—
	Закалка Старение	1100–1150 750	Воздух Воздух	Прутки	600	900	10	15	80	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HRC	HB
	Операция	t, ºС	Охлаждающая среда		не менее						
[16	Горячекатаные (состояние поставки)			Крепежные детали	550	760	31	64	180	—	244
	Старение	750, 16 ч	Воздух		1010	1170	17	50	71	—	354
	Старение Старение	750, 16 ч 650, 16 ч			1010	1260	23	47	60	—	383
	Закалка Старение	1100, 2 ч 750, 16 ч	Воздух Воздух		710	1080	29	44	114	—	282
	Закалка Старение Старение	1100, 2 ч 750, 16 ч 650, 16 ч	Воздух Воздух		830	1190	24	32	100	—	393

Механические свойства при различных температурах

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, ºС	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HB
	Операция	t, ºС	Охлаждающая среда			не менее					
[5]	Без термообработки			Заготовка 90×90	20	—	—	—	—	355	—
					800	—	—	—	—	164	—
					900	—	—	—	—	231	—
					1000	—	—	—	—	208	—
					1100	—	—	—	—	195	—
					1160	—	—	—	—	187	—
					1200	—	—	—	—	106	—
	Нормализация	1100	Воздух	Заготовка 90×90	20	—	—	—	—	376	—
					800	—	—	—	—	169	—
					900	—	—	—	—	228	—
					1000	—	—	—	—	218	—
					1100	—	—	—	—	125	—
					1160	—	—	—	—	40	—
					1200	—	—	—	—	15	—

Механические свойства при различных температурах

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, ºС	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HB
	Операция	t, ºС	Охлаждающая среда			не менее					
[16]				Прутки		Образцы продольные					
	Закалка Старение	1100–1130 700–750	Воздух Воздух		20	600	1000	25	30	80	—
					400	600	950	23	30	—	—
					500	570	850	23	30	—	—
					600	530	800	22	30	—	—
					650	—	750	15	20	—	—
					700	470	680	15	18	—	—
					750	450	560	15	20	—	—
					800	250	360	25	45	—	—

10Х11Н20Т3Р (ЭИ 696)	

Механические свойства при различных температурах испытания

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см^2	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда			не менее					
[1]	Закалка Старение	1160, 2 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 14–16	20 –196 –253	570 770 880	1010 1390 1440	31 28 10	43 26 10	130 100 90	— — —
	Закалка Старение	1050, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 14–16	20	700	1200 1350[1]	34	57 26,1[1]	72	—
					–196 –253	— 850	1850[1] 1700	32 21	22,5[1] 18	— 65	— —
	Ковка Старение	700, 3 ч	Воздух	Пруток ø 14–16	20 –196 –253	790 860 1060	1080 1410 1550	24 39 14	51 25 13	200 160 140	— — —
	Закалка Старение	950, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	20 –196 –253	600 820 —	1120 1600 —	31 64 —	62 62 —	— — 160	— — —
	Закалка Старение	1000, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	–196 –253	820 —	1600 —	62 —	50 —	— 160	— —
	Закалка Старение	1050, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	20 –196 –253	500 810 870	1050 1580 1610	36 59 25	50 37 —	— — 160	— — —
	Закалка Старение	1100, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	–196 –253	720 800	1300 1400	40 20	30 —	— —	— —
	Закалка Старение	1150, 1 ч 700, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	20 –196 –253	370 610 780	830 1220 1320	38 32 18	43 27 —	— — 120	— — —
	Закалка Старение	1100–1130, 1 ч 700–750, 3 ч	Воздух Воздух	Пруток ø 16	20 400 500 600 650 700 750 800	600 600 570 530 — 470 450 250	1000 950 850 800 750 680 560 360	25 23 23 22 15 15 15 25	30 30 30 30 20 18 20 45	800 — — — — — — —	— — — — — — — —

[1] Образцы с надрезом.

Механические свойства при различных температурах

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда			не менее или в пределах					
[16]	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20%	980, 2 ч	Вода	Прутки шести-гранные для крепежных деталей	20	650–800	800–950	20–26	55–65	150–200	240–250
	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20% Старение	980, 2 ч 750, 16 ч	Вода Воздух		20 –196	850–900 1180	900–1150 1600	20–25 43	45–55 29	100–120 80	310–330 —
	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20% Старение Старение	980, 2 ч 750, 16 ч 650, 16 ч	Вода Воздух Воздух		20 –196	1150–1300 1590	900–1010 1310	20–25 14	45–52 11,5	800–900 32	350–370 —
	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20% Старение Старение	980, 2 ч 850, 2 ч 700, 16 ч	Вода Воздух Воздух		20 –196	680–750 1180	1150–1250 1820	25–30 32	56–60 25	130–150 72	300–320 —
	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20% Старение Старение Старение Старение	980, 2 ч 750, 16 ч 650, 16 ч 830, 3 ч 700, 16 ч	Вода Воздух Воздух Воздух Воздух		20 –196	900–950 1090	1200–1280 1790	22–25 35	50–55 25	90–105 93	320–330 —
	Закалка Холодная протяжка с обжатием 10–20% Закалка Старение	980, 2 ч 1100, 2 ч 750, 16 ч	Вода Воздух Воздух		20 –196	680–750 880	1000–1100 1240	23–26 19	28–35 19	100–120 93	260–290 —

10Х11Н20Т3Р (ЭИ 696)	

Механические свойства при различных температурах

НД	Режим термообработки: Операция	t, ºС	Охлаждающая среда	Сечение, мм	t, ºС	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HB
						не менее или в пределах					
[16]	Закалка	1100–1130, 2–5 ч	Воздух	Прутки	20	600–700	950–1100	20–30	25–40	80–120	255–302
	Старение	700–750, 16 ч	Воздух[1]		400	550–650	950–970	18–28	25–40	—	—
					500	550–600	800–870	15–28	25–35	—	—
					550	—	800–850	18–25	25–35	—	—
					600	530–550	750–850	15–25	20–35	—	—
					650	–	680–800	12–20	18–30	—	—
					700	470	630–700	12–20	16–26	—	—
					750	450	500–650	12–20	20–40	—	—
					800	250	340–380	20–30	45–70	—	—
	Закалка	1170–1180, 2–4 ч	Воздух	Прутки	20	650–750	950–1050	13–20	15–25	40–90	255–302
	Старение	750, 16 ч	Воздух		400	700	980	15	20	—	—
					500	690	970	14	24	—	—
					600	670	900	15	20	—	—
					650	670	830	10	19	—	—
					700	620	750	8	13	—	—
					750	470	580	7	15	—	—
	Нагрев	1120±10, 0,5–1,0 ч	Воздух	Прутки	20	800–1150	1050–1300	15–25	30–50	40–80	255–388
	Деформация 20–30%										
	Старение	750, 16–25 ч	Масло или воздух								

[1] Свойства при высоких температурах приведены после старения при 700ºС.
Для повышения прочностных характеристик старение лучше проводить при 750ºС.

Механические свойства при низких температурах

НД	Режим термообработки: Операция	t, ºС	Охлаждающая среда	Сечение, мм	t, ºС	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	HB
						не менее					
[16]	Закалка	1100–1170, 2 ч	Воздух или масло	Прутки	–70	700	1130	18	20	70	—
	Старение	750, 16 ч	Воздух		–196	800–900	1200–1350	14–20	6–20	50–100	—

НД	Предел выносливости, Н/мм^2: t, ºС	σ_{-1}	τ_{-1}	N	Вид полуфабриката	Вязкость разрушения, Н/мм^2·м$^{1/2}$, при t, ºС [1]: + 20	0	– 196	– 253	Термообработка
[1, 3]	500	370	—	10^7	Прутки.	62,4	—	63,0	—	Закалка с 1150ºС, 2 ч + старение при 780ºС, 16 ч + старение при 650ºС, 16 ч, воздух
	600	340	—	10^7						
	700	280	—	10^7	Образец с надрезом. $R_н$ = 0,75 мм					
[16]	700	270	—	10^7	Поковки. Закалка 1180ºС, 2 ч, воздух; старение 750ºС, 16 ч, воздух					
	750	280	—	10^7						
	700	250	—	10^7	Образец с надрезом. $R_н$ = 0,75 мм					

10Х11Н20Т3Р (ЭИ 696)	

Пределы длительной прочности и ползучести

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °С	Длительная прочность, Н/мм^2, за время испытания, ч		Ползучесть, Н/мм^2, при скорости деформации, %/ч	
						$1\cdot10^2$		$1/10^2$	
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда			Гладкий	С надрезом $R_н$ = 0,50 мм	Остаточная деформация	Общая деформация
[16]	Закалка	1100–1150, 2 ч	Воздух	Прутки	500	730	—	—	—
	Старение	700–750, 16 ч	Воздух[1]		550	650	—	—	—
					600	590	—	—	—
					650	480	—	—	—
					700	400	400	—	—
					750	280–300	280–300	—	—
	Закалка	1170±10, 2 ч	Воздух	Поковка	700	400	—	—	—
	Старение	750, 16 ч	Воздух[1]	90	750	280–300	—	—	—
	Закалка	1100, 2 ч	Воздух	Прутки	650	—	—	390	200
	Старение	700, 16 ч	Воздух		700	—	—	330	180
					750	—	—	170–200	150
					800	60	40	85	82

Пределы длительной прочности			Жаростойкость [1, 3]			
НД	t, °С	Длительная прочность, Н/мм^2, за время испытания, ч	Среда	t, °С	Увеличение массы, г/(м^2·ч)	База испытаний, ч
		$1\cdot10^2$				
[3]	500	730	Воздушная среда	800	0,56	100
	550	650		900	1,72	100
	600	590				
	650	480				
	700	400				
	750	280				

Технологические характеристики [1, 3]

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1130–900	До 100	Спокойный воздух	До 100	Спокойный воздух
Заготовка	1130–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Удовлетворительно сваривается. Способ сварки: РАД	Сталь обрабатывается удовлетворительно	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—