

Марка стали	Вид поставки
20X12ВНМФ (ЭП 428)	Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Прутки и полосы — ГОСТ 18968–73. Заготовки лопаток — ОСТ 108.020.03–82, ОСТ 108.020.123–78. Крепежные детали — ГОСТ 20700–75, ГОСТ 23304–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Cu
0,17–0,23	≤ 0,60	0,50–0,90	≤ 0,025	≤ 0,030	10,5–12,5	0,50–0,90	0,50–0,70	0,15–0,30	0,70–1,10	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU ₂ , Дж/см ²	HRC	HB										
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда																		
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск	ПС		До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 229										
	Закалка											1010–1060	Масло	До 200	590	740	15	50	59	—	—
	Отпуск											660–770	Воздух								

В соответствии с заказом потребителя сталь изготавливают:

- 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	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU ₂ , Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
ГОСТ 18968–73	Закалка	1010–1060	Масло	До 60	590–755	740	15	50	59	—	229–269
	Отпуск	660–770	Воздух	От 61 до 100	590–755	740	14	45	54	—	229–269

Для прутков и полос из стали марки 20X12ВНМФ–Ш число твердости должно быть не более 229 HB.

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU ₂ , Дж/см ²	HB	КП	
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда									
ГОСТ 20700–75	Закалка	1040–1060	Масло	До 200	Болты, шпильки, пробки и хомуты						241–285	685
					667–784	784	15	45	59			
					Гайки						197–229	—
					—	—	—	—	—	—		

Примечания.

- Указанный режим отпуска рекомендуется уточнять по температуре и длительности применительно к размерам сечения заготовок.
- Температура отпуска заготовок для гаек должна быть выше температуры отпуска заготовок для болтов, шпилек примерно на 30°C.
- Допускается выполнение комплектов «шпилька–гайка», «болт–гайка» из различных марок стали. При этом твердость гаек должна быть не менее чем на 12 единиц по Бринеллю (HB) ниже твердости шпильки, болта.
- Предельная температура среды для болтов, шпилек, пробок, хомутов и гаек до 560°C при условном давлении P_y (Н/мм²) не ограниченном; для шайб — до 580°C при условном давлении P_y (Н/мм²) не ограниченном.
- Для крепежных деталей паровых и водогрейных котлов, кроме котлов с электрическим обогревом и котлов, предназначенных для транспортных установок, относительное удлинение при разрыве на продольных образцах должно быть свыше $10^4/\sigma_b$ (Н/мм²), но не менее 12%; отношение предела текучести к пределу прочности при растяжении на образце и температуре 20°C не должно превышать 0,85; минимальные значения ударной вязкости на продольных образцах для образца типа I по ГОСТ 9454–78 — не менее 49 Дж/см² для диаметра (толщины) заготовки до 100 мм. При выполнении этих норм по относительному удлинению и ударной вязкости допускается применение сталей с отношением предела текучести к пределу прочности (по образцу) свыше 0,85.

Только для оборудования и трубопроводов группы С (Примечание б к Приложению 9 ПНАЭГ–7–008–89).

20X12ВНМФ (ЭП 428)

Механические свойства

Релаксационная стойкость

НД	t, °C	σ_0 , Н/мм ²	Остаточное напряжение σ_r , Н/мм ² , за время t, ч					НВ	
			100	1000	3000	5000	10000		20000
ГОСТ 20700– 75	400	250	217	208	205	205	(205)	—	269
		300	257	246	243	239	(235)	—	
		350	298	286	280	279	(275)	—	
		400	340	325	322	320	(315)	—	
	450	250	196	185	181	179	175	164	269
		300	233	221	215	210	205	194	
		350	270	254	247	244	240	225	
		400	306	284	274	268	265	—	
	500	250	168	—	135	130	113	103	269
		300	200	—	170	160	140	122	
		350	230	—	188	180	160	144	
	565	250	160	125	110	95	70	—	269
300 ¹		230	180	150	140	125	—		
		350 ¹	250	195	170	160	140	—	

¹ После повторных нагружений через 50–10000 ч.

В скобках даны экстраполированные значения.

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$,	σ_b ,	δ ,	ψ ,	KCV,	НВ	КП	
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда			Н/мм ²	Н/мм ²	%	%	Дж/см ²			
ГОСТ 23304– 78	Закалка	1040–1060	Масло	До 220	20	не менее или в пределах						241–285	685
						Болты и шпильки							
	Отпуск	680–720	Воздух		350	666–784	784	15	45	59	—	—	
						Гайки, плоские подкладные шайбы							
						20	490–637	686	15	50	59	197–229	490
							Выпуклые и вогнутые сферические шайбы						
	По ГОСТ 18968–73												

Примечания.

1. Допускается изготавливать 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 $\sigma_{0,2}$, σ_b , 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, 0a 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 3a контролируют детали диаметром резьбы M24 и более.
7. Рекомендуется для шпилек и болтов применять сталь с КП 685; для гаек и плоских подкладных шайб — с КП 490; для сферических шайб выпуклых и вогнутых — по ГОСТ 18968–73.

20X12ВНМФ (ЭП 428)				Механические свойства							
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
ОСТ 108.020.03-82	Закалка	1060	Масло	Замок до 60	568-755	735	15	40	59	—	229-269
	Отпуск	720	Воздух								
	Закалка	1060	Масло	Замок свыше 60	568-755	735	14	35	59	—	229-269
	Отпуск	720	Воздух								
ОСТ 108.020.123-78	Закалка	1060	Масло	Замок до 60	666-813	784	13	40	39	—	241-286
	Отпуск	700	Воздух								
	Закалка	1060	Масло	Замок свыше 60	666-813	784	12	35	39	—	241-286
	Отпуск	700	Воздух								

Назначение. Лопатки, диски, цельнокованные роторы, бандажы, диафрагмы, болты, гайки, шпильки и другие детали, работающие при температуре до 570°C. Болты, шпильки, гайки и плоские подкладные, сферические выпуклые и вогнутые шайбы для фланцевых соединений реакторов, парогенераторов, сосудов, корпусов насосов, арматуры, трубопроводов и соединительных частей, работающих при температуре от 0 до 350°C, для оборудования первого и второго контуров атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок с водо-водяными и графито-водяными (уран-графитовыми) реакторами, а также для фланцевых и анкерных соединений паровых котлов, трубопроводов и соединительных частей, паровых и газовых турбин, арматуры и других деталей с температурой среды от 0 до 650°C и водогрейных котлов с температурой воды свыше 115°C.

Максимальная допускаемая температура применения для деталей АЭС 500°C (ПНАЭГ-7-008-89).

Сталь жаропрочная мартенситного класса, обладает хорошей деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Сталь может выплавляться с применением ЭШП и ВДП.

Механические свойства в зависимости от температуры испытания

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
[2, 4]	Образцы продольные										
	Закалка	1050	Масло	Прутки	20	700-730	830-870	15-18	55-59	93-116	255-271
						Отпуск	700	Воздух	Ø 40-120	300	600-620
	400	570-590	670-680	13-14	55-62					137-147	—
					500	520-570	550-570	14-15	59-78	118-147	—
					550	450-470	500-520	18-19	70-79	127-137	—
					600	355-370	370-393	20-23	79-88	132-137	—
					650	275-345	295-340	26	87	152	—
	Образцы тангенциальные										
	Закалка	1050	Масло	Диск	20	600-650	750-810	14-23	41-55	—	228-248
						Отпуск	720	Воздух	Ø 750-1020	100	580-610
					200					540-570	690-710
					300	520-540	640-680	13-17	46-51	—	—
					400	500-510	610-670	12-14	45-51	—	—
				500	440-460	510-530	15-19	52-61	—	—	
				600	335-355	345-365	21-31	83-85	—	—	

20X12ВНМФ (ЭП 428)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_{B_s} , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда							
[4]	Закалка	1000	Масло	Образцы	не менее					
	Отпуск	650, 2 ч	Воздух		830	950	15	60	78	290
	Отпуск	700, 2 ч	Воздух		780	900	16	59	98	255
	Отпуск	750, 2 ч	Воздух		660	800	17	63	166	240
	Отпуск	650, 10 ч	Воздух		880	1030	14	58	49	300
	Отпуск	700, 10 ч	Воздух		780	930	15	59	78	280
	Отпуск	750, 10 ч	Воздух		710	830	17	63	117	240

Предел выносливости, Н/мм² [1, 2]

Термообработка

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10⁴ ч [2]

σ_{-1}	τ_{-1}	N	Термообработка	> 1,0
314–412	—	10 ⁷		

Пределы длительной прочности и ползучести

НД	Режим термообработки			t, °C	Длительная прочность, Н/мм ² , за время испытания, ч		Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		1·10 ⁴	1·10 ⁵	
[1, 3, 4]	Закалка	1060	Масло	450	—	—	274
	Отпуск	720	Воздух	500	382	343	—
				550	—	—	98–118
				580	—	—	78
				600	103	88	54

Релаксационная стойкость

НД	Режим термообработки			t, °C	σ_0 , Н/мм ²	Остаточное напряжение σ_τ , Н/мм ² , за время τ , ч	
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда			1000	10000
[2]	Закалка	1060	Масло	450	245	181	172
	Отпуск	720	Воздух	450	294	217	201
				450	343	249	235
				500	245	—	111
				500	294	—	137
				500	343	—	157
				565	343	123	69

Технологические характеристики [1, 2]

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	из слитков		из заготовок	
		Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1230–900	До 250	Отжиг, одно переохлаждение	До 250	Отжиг, одно переохлаждение
Заготовка	1230–900	251–400	Отжиг, два переохлаждения	251–400	Отжиг, два переохлаждения

Свариваемость

Обрабатываемость резанием

Температура критических точек, °C

Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный подогрев и последующая термообработка	В состоянии после отпуска при 230 НВ и $\sigma_n = 750$ Н/мм ² $K_v = 1,1$ (твердый сплав), $K_v = 0,6$ (быстрорежущая сталь)	Ac ₁	Ac ₃	Ar ₁	Ar ₃
		800–810	860–880	—	—