

Марка стали	Вид поставки
31X19H9MBET (ЭИ 572)	Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Крепежные детали — ГОСТ 20700–75, ГОСТ 23304–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72												
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Ti	Al	Cu
0,28–0,35	≤ 0,80	0,80–1,50	≤ 0,020	≤ 0,035	18,0–20,0	8,00–10,00	1,00–1,50	0,20–0,50	1,00–1,50	0,20–0,50	—	≤ 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 , %	КCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
ГОСТ 5949–75	Закалка Старение	1140–1180 750–800, 15 ч	Вода Воздух	До 200	295	590	30	40	—	—	—

В соответствии с заказом потребителя сталь изготавливают:

а) с травленной 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.

Пределы длительной прочности и ползучести							
НД	Режим термообработки			t, °C	Длительная прочность, Н/мм ² , (неразрушающее напряжение) за время испытания, ч		Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		1·10 ⁴	1·10 ⁵	
ГОСТ 5949–75	Закалка Старение	1150–1180 800, 15 ч	Вода Воздух	600 650	235 167	216 147	108 78

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КCU, Дж/см ²	HB	КП
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
ГОСТ 20700–75	Аустенитизация Старение	1140–1180 750–800, 15 ч	Вода Воздух	Не ограничено	Болты, шпильки, пробки, хомуты						
					314	588	30	40	59	≤ 187	315

Примечания.

1. Указанный режим отпуска рекомендуется уточнять по температуре и длительности применительно к размерам сечения заготовок.

2. Температура отпуска заготовок для гаек должна быть выше температуры отпуска заготовок для болтов, шпилек примерно на 30°C.

3. 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.

4. Предельная температура среды для болтов, шпилек, пробок, хомутов и гаек до 625°C при условном давлении P_y (Н/мм²) не ограниченном.

Релаксационная стойкость							
t, °C	σ_0 , Н/мм ²	Остаточное напряжение σ_r , Н/мм ² , за время t, ч					HB
		100	500	1000	3000	4000	
560	200	155	147	144	139	—	Свыше 207
560	200 ¹	183	177	173	169	—	
600	200	138	125	117	—	99	
600	250	160	135	123	—	96	
600	300	180	163	139	—	100	
650	200	110	90	82	—	65	
650	250	130	103	91	—	75	

¹ Повторное нагружение через 25 ч.

31X19H9MBBT (ЭИ 572)		Механические свойства											
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см ²	НВ	КП	
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда										
ГОСТ 23304-78	Аустенитизация	1140–1180	Вода	Не ограничено	20	не менее или в пределах						187	315
	Старение	750–800, 15 ч	Воздух			Гайки, плоские подкладные шайбы							
						314–461	588	30	40	59	—		
				350	274	—	—	—	—	—	—	—	

Примечания.

1. 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%.
2. 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.
3. На резьбовые детали, которые по условиям работы соответствуют болтам, шпилькам или гайкам (фурорки, резьбовые втулки и т.д.), распространяются технические требования, предъявляемые к перечисленным деталям.
4. Для крепежных деталей групп качества 0, 0a и 1 производить дополнительно определение ударной вязкости KCV на образцах типа 11 по ГОСТ 9454–78.
5. 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.
6. Рекомендуется для гаек и плоских подкладных шайб применять сталь с КП 315.

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см ²	HRC	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
[1]	Закалка	1050	Вода	Прутки, образцы продольные	350	680	$\frac{25^1}{20}$	$\frac{25^1}{20}$	$\frac{70^1}{50}$	—	—
	Старение	750	Воздух				340	700	$\frac{35^1}{27}$		
	Закалка	1180	Вода	До 150	340	700	$\frac{35^1}{27}$	$\frac{40^1}{30}$	$\frac{60^1}{40}$	—	170–207
	Старение	800, 15 ч	Воздух или с печью				200–250	350	680		
	Закалка	1150–1180	Вода	200–250	350	680	$\frac{25^1}{20}$	$\frac{25^1}{20}$	$\frac{60^1}{50}$	—	—
Старение	750, 12–15 ч	С печью									

¹ Числитель – механические свойства образцов продольных; знаменатель – тангенциальных образцов.

Назначение. Лопатки, крепежные детали, роторы, диски и валы, работающие при температуре до 600–630°C.

Максимальная допускаемая температура применения для деталей АЭС 600°C (ПНАЭГ–7–008–89).

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Сталь может выплавляться с применением ВДП.

Сталь структурно не устойчива, образование σ -фазы приводит к резкому снижению ударной вязкости. Образование σ -фазы отмечается при 600°C за 10000–20000 ч, при 650°C — за 6000–10000 ч, при 700°C — за 1000–6000 ч и при 750–800°C — за 500–1000 ч.

Механические свойства стали при повышенных температурах															
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см ²	НВ				
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда												
[4]	Закалка	1150–1180	Вода	Пруток	20	315–420	725–860	32–50	25–58	39–127	—				
					300	315	690	32	46	147	—				
					400	305	660	28	43	137	—				
					500	275	620	26	45	142	—				
					600	255	580	26	46	93	—				
					700	245	410	21	40	98	—				
					800	195	235	29	64	—	—				
					Старение	750, 12–15 ч	Воздух	Диск	Образцы тангенциальные						
	20	340–570	600–840	9–34					10–42	20–83	—				
	300	285–390	560–580	12–23					19–34	29	—				
	450	265–380	520–580	12–23					16–34	34	—				
	500	255–400	520–580	12–24					16–38	29–98	—				
	550	235–330	490–520	13–24					16–34	39	—				
	600	235–330	490–510	15–21					16–39	39–108	—				
	650	245–320	410–470	12–23					16–41	39–169	—				
	700	235–255	340–420	17–29					25–53	39–127	—				
	Закалка	1150–1180	Вода	Пруток					20	320–390	730–820	31–44	40–49	93	—
									600	245	480	20	46	108	—
									650	235	430	24	55	108	—
	Старение	800, 15 ч	Воздух	Диск	20	320–390	730–820	31–44	40–49	93	—				
600					245	480	20	46	108	—					
650					235	430	24	55	108	—					

31X19H9MBET (ЭИ 572)

Механические свойства стали при 20°C в зависимости от тепловой выдержки

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		t, °C	τ , ч						
							Образцы радиальные					
[4, 5]	Закалка Старение	1150–1180 750, 15 ч	Вода Воздух	Диск ø 900	600	6000	370	790	32	44	60	—
					600	20000	410	830	27	35	40	—
	600	60000	410		860	19	19	24	—			
	650	6000	330		610	28	33	38	—			
	650	30000	430		860	17	17	14	—			
	700	1000	370		790	20	36	46	—			
	700	6000	330		810	16	—	12	—			
	750	6000	310		660	—	—	12	—			
	750	20000	320		470	—	—	6	—			
	750	40000	350		530	—	—	5	—			
	750	60000	370		430	3	14	6	—			
	800	1000	350		780	23	26	22	—			
	800	6000	610		340	—	—	12	—			
	Закалка	1150	Вода		Пруток	650	10000	450	950	22	48	80

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	1/10 ⁴	1/10 ⁵
[3, 6]	Закалка Старение	1150–1180 750, 12–15 ч	Вода Воздух	560	240	170	300	260
				600	150	110	230	200
				650	—	80	180	150
				700	—	40	100	60
				700	—	—	—	—

Механические свойства при различных температурах после длительного старения (образцы продольные)

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	Режим старения		t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		t, °C	τ , ч							
							Образцы радиальные						
[5]	Нагрев Закалка	1150–1180	Вода	Пруток	800	15	20	330	750	31	40	95	—
					800	15	560	210	500	26	40	100	—
					800	15	600	250	490	20	46	110	—
					800	15	650	240	440	24	55	110	—
	Нагрев Закалка	1150–1180	Вода		700	50	20	320	740	32	25	40	—
					700	50	300	320	700	32	46	150	—
					700	50	400	310	670	28	43	140	—
					700	50	500	280	630	26	45	140	—
					700	50	600	260	590	26	46	100	—
					700	50	650	190	460	15	40	50	—
					700	50	700	250	420	21	40	100	—
					700	50	750	220	320	25	52	—	—
					700	50	800	200	240	29	64	—	—

Механические свойства при различных температурах после длительного старения

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	Режим старения		t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		t, °C	τ , ч							
							Образцы тангенциальные						
[5]	Нагрев Закалка	1150–1180	Вода	Диск	750	12–15	20	350	610	9	10	20	207
					750	12–15	300	290	570	12	19	30	—
					750	12–15	450	270	530	12	16	35	—
					750	12–15	500	260	530	12	16	30	—
					750	12–15	550	240	500	13	16	40	—
					750	12–15	600	250	500	15	16	40	—
					750	12–15	650	250	420	12	16	40	—
					750	12–15	700	240	350	17	25	40	—

Состав стали: 0,32–0,38% С; 1,30–1,49% W; 18,65–19,80% Cr; 9,35–10,89% Ni; 1,28–1,38% Mo; 0,33–0,34% Nb; 0,25–0,29% Ti.

[5]	Нагрев Закалка	1150–1180	Вода	Диск	Образцы радиальные								
					750	12–15	20	360	720	12	10	55	217
								750	12–15	600	250	450	16
					Образцы осевые								
					750	12–15	20	340	560	6	10	250	217

Состав стали: 0,33% С; 1,49% W; 18,65% Cr; 9,50% Ni; 1,32% Mo; 0,33% Nb; 0,25% Ti.

31X19H9MBBT (ЭИ 572)		Механические свойства стали при температуре 20°C после испытания на ползучесть										
НД	Режим термообработки			Ползучесть			$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда	t, °C	σ , Н/мм ²	τ , ч						
[5]	Закалка	1150–1180	Вода	Исходное состояние			360	810	38	47	105	—
	Старение	800, 15 ч		650	90	2100	387	810	36	45	97	—
	Закалка	1150–1180	Вода	Исходное состояние			350	610	9	10	—	—
	Старение	750, 12–15 ч		600	90–170	2000–3000	340	670	9	10	27	—
				650	80–140	3000	320	630	10	10	20	—
	Закалка	1150–1180	Вода	Исходное состояние			430	880	40	45	130	—
	Старение	700, 50 ч		560	180–240	2000	390	850	38	48	85	—
				650	90–170	2000	380	820	38	47	90	—
	Закалка	1150	Вода	Исходное состояние			418	871	38	42	83	—
	Старение	700, 24 ч		600	150	2380	548	975	30	32	60	—
	Закалка	1150	Вода	Исходное состояние			400	830	29	40	100	—
	Старение	750, 24 ч		600	90	2240	440	887	30	32	50	—
	Закалка	1150	Вода	Исходное состояние			340	800	39	42	110	—
	Старение	750, 12 ч		600	90	2340	405	825	36	41	93	—
Старение	800, 15 ч											

Ударная вязкость приведена для цилиндрического образца с круговым надрезом радиусом 1 мм.

Относительное удлинение образцов после длительных испытаний [5]		
t, °C	τ , ч	δ , %
560	3500	25
600	10000	5
650	5000	5
700	4000	3

Релаксационная стойкость												
НД	t, °C	σ_0 , Н/мм ²	Остаточное напряжение σ_τ , Н/мм ² , за время τ , ч								НВ	
			100	500	1000	3000	4000	5000	10000	15000		20000
[3, 6]	560	200	150	147	144	139	—	134	129	124	122	—
	600	200	138	125	117	—	99	—	—	—	—	
	600	250	160	135	123	—	96	—	—	—	—	
	600	300	180	163	139	—	100	—	—	—	—	
	650	200	110	90	80	—	65	—	—	—	—	
	650	250	130	100	90	—	75	—	—	—	—	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10 ⁴ ч [2]				Жаростойкость [4, 6]					
> 1,0				Среда	t, °C	Длительность, ч	Глубина коррозии, мм/год	Группа или балл стойкости	
Чувствительность к охрупчиванию при старении [2]				75% N ₂ +17,5% O ₂ + +4% CO ₂ +0,5% SO ₂	650	10000	0,01–0,011	4	
Время, ч	t, °C	КСУ, Дж/см ²							
Исходное состояние			49–78						
6000	600	24–27							
30000	550	19							
60000	750	6							
30000	800	7							

Технологические характеристики [1, 6]					
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 300	На воздухе	До 300	На воздухе
Заготовка	1230–900				

Свариваемость		Обрабатываемость резанием	
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется термообработка		В термообработанном состоянии при 175 НВ и $\sigma_b = 600$ Н/мм ² $K_v = 0,6$ (твердый сплав), $K_v = 0,3$ (быстрорежущая сталь)	