

Марка стали	Вид поставки
12X18H9T (X18H9T)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Лист толстый — ГОСТ 7350–77. Проволока — ГОСТ 18143–72. Прутки — ГОСТ 18907–73. Поковки — ГОСТ 25054–81, ОСТ 95–29–72, ОСТ 108.958.04–85.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 2,00	≤ 0,020	≤ 0,035	17,0–19,0	8,00–9,50	5 × C – 0,80

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	1020–1100	Воздух, масло или вода	г/к и кованая ϕ , □ или толщина до 200, калиброванная ϕ или стороной □ до 70	196	540	40	55	—	—	—

Примечания.

- Нормы механических свойств относятся к образцам, отобранным от стали диаметром или толщиной до 60 мм. Для сечения диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1 абс. %, ψ на 5 абс. %. Для сечения диаметром или толщиной свыше 100 до 150 мм допускается понижение δ на 3 абс. %, ψ на 10 абс. %. Свойства стали диаметром или стороной квадрата более 100 мм допускается проверять на пробах, перекованных или перекатанных на размер 80–100 мм. Нормы механических свойств образцов в этом случае должны соответствовать указанным в таблице выше.
- В соответствии с заказом потребителя сталь изготавливают:
 - с проверкой на отсутствие склонности к МКК;
 - с травленной поверхностью;
 - с контролем внутренних дефектов металла неразрушающими методами;
 - с нормированием содержания α -фазы;
 - без проверки механических свойств и т.д.

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 7350–77	Закалка	1030–1080	Вода или воздух	г/к 4–50 х/к 4–5	215	530	38	—	—	—	—

Примечания.

- Сталь не должна обладать склонностью к межкристаллитной коррозии.
- Для проверки качества листов их отбирают:
 - для испытания на растяжение, определение величины зерна и шероховатости поверхности — один лист от партии;
 - для определения склонности к МКК — по ГОСТ 6032–2003;
 - для определения загрязненности стали неметаллическими включениями — по ГОСТ 1778–70;
 - для проверки химического состава — по ГОСТ 7565–81.
 Для проверки механических свойств, склонности к МКК, загрязненности неметаллическими включениями и величины зерна допускается от партии, состоящей из листов разной толщины и одного режима термообработки, отбирать лист наибольшей толщины.
- Обязательно выполнение УЗК по п.3.106 ГОСТ 7350–77 (Примечание 20 к Приложению 9 ПНАЭГ–7–008–89).

НД	Режим термообработки				Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ^1 , %	ψ , %	КCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Класс								
ГОСТ 18143–72	Термообработанная			1 класс	ϕ 0,2–1,0	—	590–880	25	—	—	—	—
				2 класс	ϕ 1,1–3,0	—	590–880	20	—	—	—	—
	Холоднотянутая				ϕ 3,4–7,5	—	1130–1470	—	—	—	—	

¹ Относительное удлинение при расчетной длине образца 100 мм.

По требованию потребителя относительное удлинение проволоки 1-го класса диаметром свыше 3,50 мм — не менее 35%.

12X18H9T (X18H9T)		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 18907–73	Отожженное состояние			ø 1,0–30	Механические свойства по ГОСТ 5949–75						
	Термообработка на заданную прочность			ø 1,0–30	—	640–880	20	—	—	—	—
	Нагартованное состояние			ø 1,0–5,0	—	930	—	—	—	—	—
			ø 5,0–30	—	880	—	—	—	—	—	—

Примечания.

1. Сталь не должна обладать склонностью к МКК.
2. Для проверки качества стали от партии отбирают:
 - а) для определения твердости — 5%, но не менее пяти прутков;
 - б) для определения механических свойств (испытания на растяжение и на перегиб) — два прутка.
3. Макроструктуру проверяют при плавочном контроле на предприятии-изготовителе и результаты проверки заносят в документ о качестве.

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 25054–81	Закалка	1050–1100	Воздух или вода	До 200	196	510	40	48	—	—	≤ 170
				Свыше 200 до 500	196	510	37	44	—	—	≤ 170
				Свыше 500 до 1000	196	510	35	40	—	—	≤ 170

Примечания.

При определении механических свойств поковок на поперечных, тангенциальных или радиальных образцах допускается снижение норм механических свойств в соответствии с таблицей ниже.

1. Механические свойства поковок типа колец, изготавливаемых раскаткой, должны соответствовать таблице выше.
2. Свойства поковок из сталей, выплавленных электрошлаковым переплавом, вакуумно-дуговым переплавом и другими рафинирующими способами выплавки, должны устанавливаться по согласованию изготовителя с потребителем, при этом пластические свойства должны быть не ниже приведенных в таблице значений для сталей открытой выплавки.
3. Химический состав стали для поковок должен соответствовать требованиям ГОСТ 5632–72.
4. Поковки из стали должны быть стойкими против межкристаллитной коррозии.
5. Поковки должны подвергаться термической обработке. Число термических обработок должно быть не более двух. Поковки, прошедшие после термической обработки правку в холодном или подогретом состоянии, должны быть дополнительно термически обработаны для снятия остаточных напряжений.
6. Группа поковок и требования к макро- и микроструктуре, механическим свойствам при повышенных температурах (σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ , ψ), внутренним дефектам должны быть указаны в НТД на конкретную поковку.

Показатели механических свойств	Допускаемое снижение норм механических свойств, %			
	для поперечных образцов	для радиальных образцов	для тангенциальных образцов поковок диаметром	
			до 300 мм	свыше 300 мм
Предел прочности	10	10	5	5
Предел текучести	10	10	5	5
Относительное удлинение	50	35	25	30
Относительное сужение	40	50	20	25

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда									
ОСТ 95–29–72	Аустенизация	1020–1100	Вода или воздух	Не оговаривается	20	246	520	37	45	—	—	—
					350	186	372	—	—	—	—	—

Примечания.

1. В отдельных случаях допускается изготовление деталей из стали 12X18H10T вместо стали 12X18H9T, с соблюдением требований, указанных для стали 12X18H9T.
2. Для заготовок деталей из стали, подведомственной “Правилам устройства и безопасной эксплуатации оборудования АЭС, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок”, производится определение относительного сужения (ψ) при 20°C. Значение ψ не менее 45%. Одновременно для заготовок деталей III и IV групп определяются относительное сужение (ψ) и относительное удлинение (δ) при температуре 350°C. Значения ψ и δ при 350°C не являются эдаточными, но заносятся в документ о качестве.
3. Допускается проводить испытания механических свойств на поперечных, тангенциальных и радиальных образцах. При проведении механических испытаний на поперечных, тангенциальных и радиальных образцах допускается снижение механических свойств: σ_b и $\sigma_{0,2}$ на 5%; δ и ψ на 25% (относительных).
4. Термообработанные заготовки проверяют на МКК по ГОСТ 6032–2003.

С обязательным выполнением УЗК (Примечание 26 к Приложению 9 ПНАЭГ–7–008–89).

12X18H9T (X18H9T)

Назначение. Лопатки, трубопроводы, уплотнения и другие детали энергетического машиностроения, работающие при температуре до 600°C. Аппараты и сосуды, работающие при температуре от минус 196°C до плюс 600°C под давлением, а при наличии агрессивных сред до плюс 350°C.

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

Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая, жаропрочная и хладостойкая аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм ²					Термообработка	Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ² , при t, °C [4]					Термообработка
НД	t, °C	σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	- 20	- 40	- 70	
[1]	—	196–335	132	10 ⁷	ПС						Прутки сечением 15–25 мм Закалка 1050°C, вода $\sigma_{0,2} = 280$ Н/мм ² , $\sigma_B = 620$ Н/мм ²
[2]	20	279	—	10 ⁷	ПС	250	—	—	—	250	
	400	211	—	10 ⁷							
	500	201	—	10 ⁷							
	600	196	—	10 ⁷							

НД	t, °C	σ_B , Н/мм ²	Предел выносливости, Н/мм ²				N	Термообработка	
			σ_{-1}						τ_{-1}
			Образец гладкий	Образец с надрезом R _n = 0,2 мм	После обработки ¹				
					Образец гладкий	Образец с надрезом R _n = 0,2 мм			
[5]	20	678	285	245	485	355	—	10 ⁷	Нагрев до 1100°C, вода. Отпуск при 650°C, 7 ч, воздух
	200	510	225	235	345	255	—	10 ⁷	
	400	508	215	205	325	245	—	10 ⁷	
	500	484	205	135	315	195	—	10 ⁷	
	600	473	205	135	265	185	—	10 ⁷	
	700	—	—	115	—	165	—	10 ⁷	

¹ Глубина наклепанного слоя после обкатки 0,3 мм.

Механические свойства при низких температурах

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	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								
[5]	Закалка	1050	Вода		0	200	600	66	81	—	—
- 196					270	1500	39	63	—	—	
- 269					430	1720	34	60	—	—	

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 , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда								
[5, 27]	Закалка	1050	Вода	Прутки ø 18–25	- 253	600	1790	25	—	120	—
- 196					460	1610	38	56	200	—	
- 70					360	1130	40	64	250	—	
20					280	620	41	63	250	—	
300					200	460	31	65	—	—	
400					180	450	31	65	—	—	
500					180	450	29	65	—	—	
600					180	400	25	61	—	—	
700					160	280	26	59	—	—	
800	100	180	35	69	—	—					

12X18H9T (X18H9T)

Механические свойства при высоких температурах

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КCU, Дж/см ²	n ¹ , об	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда									
[5]	Закалка	1150	Вода	100	900	—	91	36	70	230	—	—
	Содержание δ -феррита в структуре после термической обработки $\leq 3\%$				1000	—	55	43	71	200	59	—
					1100	—	38	37	71	150	67	—
					1150	—	29	50	82	140	75	—
					1200	—	18	77	98	100	61	—
	1250	—	—	—	—	—	—	—	58	—		
	Закалка	1150	Вода	100	900	—	84	35	61	240	—	—
	Содержание δ -феррита в структуре после термической обработки 3,5–4,0%				1000	—	44	38	69	230	—	—
					1100	—	29	58	74	190	19	—
					1150	—	19	68	82	160	21	—
1200					—	18	53	72	140	13	—	
1250	—	—	—	—	—	—	—	16	—			

¹ n, об — число оборотов до разрушения при испытании на кручение со скоростью 1 об/мин.

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

НД	Режим термообработки			Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КCU, Дж/см ²	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда	t, °C	τ , ч						
[5]	Нагрев	1150	Вода	Исходное состояние		310	650	55	75	250	—
	Нагрев	500, 10 ч	Воздух	500	10000	300	620	55	70	190	—
				550	10000	310	630	54	65	245	—
				600	10000	310	640	52	67	223	—
				650	10000	270	620	46	72	170	—
				550	20000	300	630	54	70	225	—
	Нагрев	1050	Воздух	Исходное состояние		240	580	70	80	285	—
				550	3000	274	600	60	70	174	—
				600	3000	300	620	62	70	190	—
				650	3000	270	620	57	70	186	—
				550	5000	—	—	—	—	200	—
				600	5000	—	—	—	—	207	—
	650	5000	—	—	—	—	198	—			
	Нагрев	1050	Воздух	Исходное состояние		278	580	62	76	223	—
Воздух				550	5000	260	600	66	76	212	—
			600	5000	294	600	56	73	175	—	
650			500	280	600	55	62	142	—		

Пределы длительной прочности и ползучести

НД	t, °C	Длительная прочность, Н/мм ² , за время испытания, ч		Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч
		1·10 ⁴	1·10 ⁵	
[2]	500	245	196	—
	550	186–235	137–196	—
	600	132–167	98–127	74–78
	650	64–103	44–71	—
	700	53–71	34–44	—

12X18H9T (X18H9T)							
Коэффициент чувствительности к надрезу за 10 ⁴ ч [1, 2]			Жаростойкость [1]				
1,0			Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Чувствительность к охрупчиванию при старении [1]			Перегретый пар	600	0,0018	—	
Время, ч	t, °C	КСУ, Дж/см ²	Воздух	650	0,0022	4500	
Исходное состояние		245	Воздух	750	0,015	1500	
10000	500	186	Продукты сгорания природного газа: 3,2% CO ₂ , 17,55% O ₂ , 76,72% N ₂ , 3,5% H ₂ O, 0,03% SO ₂	670–680	0,098	12500	
20000	550	220					
10000	600	216	Продукты сгорания природного газа: 4,5% CO ₂ , 0,3% SO ₂ , 6% H ₂ O, остальное воздух	750	0,019	1500	
Коррозионная стойкость [1]							
Вид коррозии		Среда		t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости	
Общая	Вода, содержащая 5 мг/кг Cl ⁻ , 0,3–6,0 мг/кг O ₂			350	1000	1	
	Морская вода			20	3000	1	
Точечная	Морская вода			—	13000	3	
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl ⁻ ; 0,3–6,0 мг/кг O ₂			350	Разрушение через 500–700 ч	Напряжение выше предела текучести	
	42% MgCl ₂			154	Разрушение через 2–5 ч	Напряжение выше предела текучести	
Межкристаллитная		Сталь не склонна к МКК в закаленном состоянии. После провоцирующего нагрева при температуре 650°C может приобрести склонность к МКК.					
Влияние степени деформации на количество мартенсита деформации, образующегося при температуре жидкого азота [5, 27]							
ε, %	13,3	16,7	21,7	30	33,3	40	45
Мартенсит, %	24	32	45	57	64	70	84
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	1200–850	До 300	В штабелях на воздухе	До 350	На воздухе		
Заготовка	1200–850						
Свариваемость		Обрабатываемость резанием		Флокочувствительность			
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД (электродами ЦЛ-11, ЦТ-15, ЦТ-26), ЭШ, КТ		В закаленном состоянии при 169 НВ и σ _в = 608 Н/мм ² K _v = 0,85 (твердый сплав), K _v = 0,5 (быстрорежущая сталь)		Не чувствительна			
				Склонность к отпускной хрупкости			
				Не склонна			