

Марка сплава 03X21H32M3Б (ЧС-33), 03X21H32M3Б-ВИ (ЧС-33-ВИ), 03X21H32M3Бу-ВИ (ЧС-33у-ВИ)	Вид поставки Сортовой прокат — ОСТ 95-29-72. Поковки — ОСТ 95-29-72, ТУ 302.02.026-89. Трубы — ТУ 3-342-78, ТУ 14-3-758-78, ТУ 14-3-760-78. Листы — ТУ 14-1-2511-78, ТУ 302.02.026-89.
---	--

Массовая доля элементов, %

Сплав марки 03X21H32M3Б по ТУ 14-1-769-73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	N	Ti	Cu	Al	Co	Y
≤ 0,03	≤ 1,00	≤ 0,80	≤ 0,015	≤ 0,020	20,0-22,0	31,0-33,0	3,00-4,00	0,30-1,20	≤ 0,025	—	—	—	—	—

Сплав марки 03X21H32M3Б-ВИ по ТУ 14-1-760-78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	N	Ti	Cu	Al	Co	Y
≤ 0,03	≤ 0,80	≤ 1,00	≤ 0,015	≤ 0,020	20,0-22,0	31,5-33,0	3,00-4,00	0,90-1,20	≤ 0,025	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,12	—	—

Сплав марки 03X21H32M3Бу-ВИ по ТУ 14-1-760-78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	N	Ti	Cu	Al	Co	Y
≤ 0,03	≤ 0,35	0,30-1,70	≤ 0,010	≤ 0,015	20,0-22,0	31,5-33,0	3,00-4,00	0,90-1,20	≤ 0,025	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,05	По расчету 0,05

1. Допускается объединение трубной заготовки из сплава ЧС-33 и ЧС-33у-ВИ разных плавок в одну партию при условии, что вес трубной заготовки объединенной плавки не должен превышать 3 т.

2. Для этих сплавов допускаются отклонения по химическому составу в пределах ГОСТ 5632-72 за исключением азота.

Сплав марки 03X21H32M3Б-ВИ по ТУ 302.02.026-89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	N	Ti	Cu	Al	Co	Y
≤ 0,03	≤ 0,80	1,30-1,70	≤ 0,015	≤ 0,020	20,0-22,0	31,5-33,0	3,00-4,00	0,90-1,20	≤ 0,025	≤ 0,10	≤ 0,20	—	—	—

Допускаются отклонения по химическому составу в соответствии с ГОСТ 5632-72 за исключением азота.

Механические свойства

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	σ _{0,2} , Н/мм ²	σ _в , Н/мм ²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда									
ОСТ 95-29-72	Аустенитизация	1020-1100	Вода или воздух	Не оговаривается	20	216	540	35	—	—	—	—
					350	167	440	—	—	—	—	—

Примечания.

1. Для заготовок деталей из сплава, подведомственного "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 сдаточными, но заносятся в документ о качестве.

2. 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_в и σ_{0,2} на 5%; δ и ψ на 25%.

3. Термообработанные заготовки проверяют на МКК по ГОСТ 6032-2003.

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

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °C	σ _{0,2} , Н/мм ²	σ _в , Н/мм ²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда									
ТУ 14-3-760-78	Холоднодеформированные трубы в состоянии поставки			φ _n 16 s 1,4 и 2,5	20	216	539	28	—	—	—	—
				φ _n 18 s 2,0	350	196	—	—	—	—	—	
				φ _n 25 s 2,5	500	117	—	—	—	—	—	

Для труб определение склонности к МКК производится по ГОСТ 6032-2003 (продолжительность испытания 24 ч) с провоцирующим нагревом при температуре 650°C в течение 2 ч.

03X21H32M3Б (ЧС–33), 03X21H32M3Б–ВИ (ЧС–33–ВИ), 03X21H32M3Бу–ВИ (ЧС–33у–ВИ)						Механические свойства						
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда									
ТУ 302.02.026–89	Поковки в термообработанном состоянии (аустенитизация)			Не более	20	215	490	30	55	—	—	—
				300	350	165	440	25	50	—	—	—
					550	145	440	30	—	—	—	—
	Листы, листовые штампованные заготовки в термообработанном состоянии (аустенитизация)			30–80×	20	215	490	25	—	—	—	—
				1300–1500×	350	165	440	25	50	—	—	—
				2300–6000	550	145	440	30	—	—	—	—

Примечания.

- Значения механических свойств относятся к продольным (для поковок) и к поперечным (для листов) образцам.
- Для деталей, работающих при температуре не более 100°С, испытание механических свойств производится при температуре 20°С. Для деталей, работающих при температуре более 100°С, но не более 350°С, испытание механических свойств производится при температурах 20°С и 350°С. Для деталей, работающих при температуре более 350°С, но не более 550°С, испытание механических свойств производится при температурах 20°С и 550°С.
- Механические свойства должны удовлетворять требованиям таблицы в следующих случаях:
 - после основной термообработки (аустенитизации) для деталей, не подвергаемых технологическим отпускам;
 - после основной термообработки и технологических отпусков для деталей, подвергаемых технологическим отпускам, включая отпуск на случай ремонта и монтажа (механические свойства определяются на пробках).
- Испытание механических свойств после дополнительных отпусков производится для деталей, входящих в сварную конструкцию.
- Металл заготовок должен обладать стойкостью против МКК.

Назначение. Трубные системы парогенераторов, трубы, листы, заготовки в виде поковок и штамповок.

Максимальная допускаемая температура применения для деталей АЭС 550°С (ПНАЭГ–7–008–89).

Сплав применяется только для изделий, работающих в контакте с жидкометаллическим теплоносителем (ПНАЭГ–7–008–89).

Сплав коррозионно-стойкий аустенитного класса.

Механические свойства при температурах испытания												
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	t, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда									
[7, 10]	Аустенитизация	ПС	Поковки,		20	220	550	35	65	—	—	—
				прутки	350	170	450	35	55	—	—	—
					500	150	400	35	55	—	—	—
				Трубные заготовки	20	220	550	35	65	—	—	—
					350	170	450	35	55	—	—	—
			500		150	450	35	55	—	—	—	
			Трубы бесшовные	20	220	550	28	—	—	—	—	—
				350	200	—	—	—	—	—	—	—
				500	180	—	—	—	—	—	—	—

03X21H32M3Б (ЧС–33), 03X21H32M3Б–ВИ (ЧС–33–ВИ), 03X21H32M3Бу–ВИ (ЧС–33у–ВИ)

Пределы длительной прочности и ползучести

НД	Режим термообработки			t, °С	Длительная прочность, Н/мм ² , за время испытания, ч		Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч	
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		1·10 ⁴	5·10 ⁴	1/10 ⁴	1/10 ⁵
[10]	После аустенитизации			500	450	—	—	—
				550	280	—	180	130
				600	200	(140–150)	—	—
				650	150	(105)	110	—
				700	110	(70–80)	—	—
				750	50	—	20	—

В скобках приведены значения длительной прочности при линейной экстраполяции.

Коррозионная стойкость [10]

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Коррозионное растрескивание (металл в аустенитизированном и наклепанном до 25% состояниях)	Капельная подача 3% раствора NaCl. Напряжение выше предела текучести	150	4000	Трещин не обнаружено
		200	4000	
		250	4000	
	Кипящий 42% раствор MgCl ₂ . Напряжение выше предела текучести	150	4000	Трещин не обнаружено
		200	4000	
		250	4000	
Межкристаллитная	Стойкость к МКК определялась для металла в аустенитизированном и наклепанном на 15% состояниях при температуре от 400 до 750°С после выдержек длительностью 10, 100, 500, 1000 и 3000 ч. МКК не обнаружено ни в одном из проведенных экспериментов			

Стендовые испытания однотрубных моделей парогенераторов

Размер труб 16 × 2,5 и 16 × 3 мм

Конструкция имела сварные соединения

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
—	Содержание хлоридов в питательной воде 10–0,45 мг/кг; кислорода 10–0,2 мг/кг; тепловой поток 380–930·10 ³ Вт/м ²	430	4850	Исследование труб после испытаний показало отсутствие язвенной, точечной, межкристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания
		540	1000	

Технологические характеристики [1]

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	из слитков		из заготовок	
		Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–900	До 350	На воздухе	До 350	На воздухе
Заготовка	1170–900				

Свариваемость

Трудно свариваемый.
Способы сварки: РД и РАД

Обработываемость резанием

По обработываемости резанием близок к сплаву 06ХН28МДТ.
K_v = 1,0 (твердый сплав),
K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)