

## Технические требования к закупке теплообменных труб для парогенераторов ПГВ-1000МКП

Трубы 16п x 1,5п (16x1,5) из стали хромоникелевой  
аустенитного класса 08X18H10T У (08X18H10T)

1. Сталь хромоникелевая аустенитного класса 08X18H10T в виде труб 16п x 1,5п (16x1,5) применена для изготовления деталей теплообменного пучка парогенератора ПГВ-1000МКП.

2. Производство стали. Трубы выплавляются по технологии завода-изготовителя. Применение конкретных технических условий, в соответствии с которыми завод-изготовитель будет изготавливать трубы согласно настоящим техническим требованиям, должны быть согласованы с Заказчиком.

Технические условия должны быть допущены к изготовлению оборудования группы В по ПН АЭ Г-7-008-89 в установленном порядке.

3. Предельные отклонения при повышенной точности изготовления:

- наружного диаметра -  $\pm 0,2$  мм;
- толщины стенки -  $\pm 15$  %.

4. Химический состав. Плавочный химический состав стали марки 08X18H10T должен удовлетворять требованиям таблицы 1. Для труб теплообменного пучка парогенераторов, контактирующих с теплоносителем первого контура АЭС, применяются трубы с дополнительным контролем содержания кобальта не более 0,05% (08X18H10T У).

Таблица 1. Плавочный химический состав хромоникелевой стали аустенитного класса

Марка стали труб	Содержание химических элементов, %				
	C	Mn	Si	S	P
	не более				
08X18H10T (08X18H10T У)	0,09	1,5	0,8	0,020	0,035

Продолжение таблицы 1

Марка стали труб	Содержание химических элементов, %				
	N	Cu	Cr	Ni	Ti
	не более				
08X18H10T (08X18H10T Y)	0,05	0,3	17,0-19,0	10,0-11,5	5 x C - 0,6

Примечание. Содержание остаточных элементов должно соответствовать требованиям ГОСТ 5632-72.

**5. Термическая обработка.** Сталь применяется в термически обработанном состоянии.

**6. Механические свойства.** Механические свойства стали должны удовлетворять требованиям таблицы 2.

Таблица 2. Механические свойства хромоникелевой стали аустенитного класса

Марка стали труб	T=20 °C			
	Временное сопротивление разрыву Rm, МПаС	Предел текучести Rp0,2, МПа	Относительное удлинение A5, %	Относительное сужение Z, %
	не менее			
08X18H10T (08X18H10T Y)	549	-	35	-

Продолжение таблицы 2

Марка стали труб	T=350 °C			
	Временное сопротивление разрыву Rm, МПаС	Предел текучести Rp0,2, МПа	Относительное удлинение A5, %	Относительное сужение Z, %
	не менее			
08X18H10T (08X18H10T Y)	-	196-343	-	-

От труб отбирается по одному образцу от каждой отобранной для контроля трубы для каждой температуры испытаний.

**6. Испытание на сплющивание.** Трубы должны выдерживать испытание на сплющивание между параллельными сплющивающими поверхностями H, равного:

$$H = \frac{1,09 \cdot S_n}{0,09 + S_n/D_n}, \text{ мм}$$

где  $S_n$  – номинальная толщина стенки, мм;

$D_n$  – номинальный наружный диаметр, мм.

Испытание на сплющивание проводится на одном образце от каждой отобранной трубы.

**7. Испытания на раздачу.** Трубы должны выдерживать испытания на раздачу на величину, равную 10% первоначального диаметра оправкой с углом конусности 30 °.

**8. Гидравлическое испытание.** Трубы должны выдерживать без образования течи испытательное гидравлическое давление  $P$ , величину которого определяют по формуле:

$$P = \frac{2 \cdot S \cdot R}{D_v}, \text{ МПа}$$

где  $S$  – минимальная толщина стенки трубы, мм;

$R$  – допускаемое напряжение, равное 40% от временного сопротивления разрыву, МПа;

$D_v$  – внутренний диаметр трубы, мм.

Выдержка под давлением не менее 10 с без обстукивания молотком.

**9. Контроль неметаллических включений.** Содержание нитридов и карбонитридов титана не должно превышать – 2,5 балла. Определение содержания прочих неметаллических включений производится в процессе изготовления трубной заготовки. Контроль содержания нитридов и карбонитридов титана в трубах – заготовках производится поплавно на шести образцах от плавки.

**10. Контроль величины зерна.** Величина зерна металла труб должна быть по шкале ГОСТ 5639-82 не крупнее номера 5.

**11. Испытания на стойкость к межкристаллитной коррозии.** Материал труб не должен иметь склонности к межкристаллитной коррозии (МКК). Для определения склонности к МКК отбирается по одному образцу от трубы.

**12. Ультразвуковой контроль.** Трубы должны удовлетворять следующим нормам при ультразвуковом контроле: не допускаются дефекты, дающие сигнал, равный или превышающий сигнал от эталонной искусственной риски глубиной  $(4,5 \pm 0,5\%)$  от номинальной толщины стенки трубы, длиной:

- для холодно- и теплодеформированных труб диаметром 114 мм и менее с толщиной стенки 6 мм и менее –  $(10 \pm 1)$  мм.



**13. Отбор (изготовление) проб и изготовление из них образцов.** Отбор или изготовление проб производится следующим образом: трубы подвергают испытаниям в виде отрезков (патрубков).

**14. Объем контроля:**

- ультразвуковому контролю подвергается каждая труба;
- механическим испытаниям при температуре 20 °С подвергают 5 % труб (но не менее трех труб от партии), при температуре 350 °С в состоянии поставки подвергают каждую трубу по ходу правки; в состоянии после аустенизации, до правки, механическим испытаниям при температуре 350 °С подвергают 10 % труб от партии с одного конца;
- контроль величины зерна проводится на 100% труб ультразвуковым методом и на 5 % труб от партии – металлографическим методом с одного конца трубы;
- склонность к межкристаллитной коррозии проверяют у каждой трубы;
- испытание на сплющивание и раздачу проводится на трех трубах от партии при количестве труб в партии до 200 штук и шесть труб при количестве труб в партии более 200 штук;
- испытанию гидравлическим давлением подвергают каждую трубу. Разрешается гарантировать гидравлическое давление без проведения испытаний.

**15. Состояние поверхности теплообменных труб.**

Поверхность труб – шлифованная наружная и электрохимполированная внутренняя. Допускается заказ труб с оговоренной шероховатостью наружной и внутренней поверхностью. Шероховатость наружной и внутренней поверхностей труб должна устанавливаться по среднеарифметической величине микронеровностей. Шероховатость поверхностей по всей длине: средняя величина  $R_a = 1,0$  мкм (по 5-и замерам); максимальная величина  $R_a = 1,5$  мкм.

**16. Контроль вихретоковым методом (ВТК).**

Трубы должны быть подвергнуты контролю ВТК в объеме 100% на предприятии изготовителе труб. Нормы и методика проведения ВТК должны быть согласованы с Заказчиком.