СССР

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

КРЕПЛЕНИЕ ТРУБ В ТРУБНЫХ РЕШЕТКАХ

ОСТ 26-02-1015-85

МИНИСТЕРСТВО ХИМИЧЕСКОГО И НЕФТЯНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

МОСКВА

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
Министерство химического и нефтяного машиностроения

ИСПОЛНИТЕЛИ — Г. В. Мамонтов, А.К. Головкин, А.М. Бубакин, Л.П. Соловьева, Г.Д. Орлова

СОИСПОЛНИТЕЛИ — А.Г. Ламзин, В.М. Бриф, А.С. Губанов, В.П. Новиков

СОГЛАСОВАН с Техническим управлением Министерства химического и нефтяного машиностроения

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер Управления оборудования Миннефтехимпрома СССР
_____ Ю.А. Тюрясов
20 июня 1985 г.

УТВЕРЖДЕНО

Министерство химического и нефтяного машиностроения
Заместитель Министра
_____ Г.Д. Григорьев
26.XI. 1985 г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. начальника Управления главного механика и главного энергетика Минхимпрома СССР
_____ Н.К. Жолудев
«___» _____ 1985 г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. начальника Управления оборудования министерства по производству минеральных удобрений
_____ В.М. Прокофьев
23.II. 1985 г.

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

КРЕПЛЕНИЕ ТРУБ В ТРУБНЫХ РЕШЕТКАХ **ОСТ 26-02-1015-85**

Директивным письмом Министерства химического и нефтяного машиностроения от _____ 19 __ г. № ___

срок введения установлен с 01 января 1987г., в части аппаратов воздушного охлаждения с 01 января 1988 г.

(Измененная редакция. Изм. № 1).

Настоящий стандарт распространяется на способы крепления труб в трубных решетках толщиной не менее 19 мм кожухотрубчатых теплообменных аппаратов по ГОСТ 9929-82 и аппаратов воздушного охлаждения, изготовленных по ОСТ 26-291-87 и предназначенных для работы в химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, нефтяной, газовой и других отраслях промышленности.

(Измененная редакция. Изм. № 2, 3).

Стандарт устанавливает технические требования к конструированию, изготовлению и контролю соединений труб с трубными решетками.

Стандарт не распространяется на кожухотрубчатые теплообменные аппараты с витыми трубами.

1. ДИАМЕТРЫ И ДОПУСКИ ТРУБ И ТРУБНЫХ ОТВЕРСТИЙ

1.1. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ С ТРУБНОЙ РЕШЕТКОЙ

В зависимости от величины допусков наружного диаметра труб соединения труб с трубными решетками делятся на четыре класса точности.

1.2. ДИАМЕТРЫ И ДОПУСКИ ТРУБНЫХ ОТВЕРСТИЙ

Номинальные диаметры трубных отверстий d_p в зависимости от класса точности соединений приведены в табл. 1.

Допуск размера d_p - по H11 ОСТ 26-2052-78. Для 2, 3 и 4 классов точности соединений допускается изготовление 5, 10 и 15 % трубных отверстий от общего количества в трубной решетке с допусками по H12 ОСТ 26-2052-78, соответственно.

Допуск размера d_1 (черт. 2-5) - по H14 ОСТ 26-2052-78.

1.3. НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР ТРУБ И ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ ЗАЗОР

Предельные размеры наружного диаметра труб d_e и диаметрального зазора Δ между трубой и трубным отверстием для соответствующих классов точности соединений не должны превышать значений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

ДИАМЕТРЫ ТРУБНЫХ ОТВЕРСТИЙ И ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ ЗАЗОРЫ

Номинальный наружный диаметр трубы, d_e		16				20				25				38				57			
Класс точности соединения труба - трубная решетка		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Предельный наружный диаметр трубы	Наибольший, d_e^{max} не более	16,10	16,20	16,30	16,45	20,10	20,20	20,30	20,45	25,10	25,20	25,30	25,45	38,15	38,30	38,40	38,46	57,25	57,46	57,57	57,68
	Наименьший, d_e^{min} не менее	15,90	15,80	15,70	15,55	19,90	19,80	19,70	19,55	24,90	24,80	24,70	24,55	37,85	37,70	37,60	37,54	56,75	56,54	56,43	56,32
Номинальный диаметр трубного отверстия, d_p		16,15	16,25	16,35	16,50	20,15	20,25	20,35	20,50	25,15	25,25	25,35	25,50	38,20	38,35	38,45	38,60	57,35	57,55	57,65	57,80
Наибольший предельный диаметр трубного отверстия	d_p^{max} по H11	16,26	16,36	,16,46	16,61	20,28	20,38	20,48	20,63	25,28	25,38	25,48	25,63	38,36	38,51	38,61	38,76	57,54	57,74	57,84	57,99
	$d_{p\ dom}^{max}$ по H12 (5 % для 2, 10 %, для 3 и 15 %, для 4 классов точности, не более)	-	16,43	16,53	16,68	-	20,46	20,56	20,71	-	25,46	25,56	25,71	-	38,60	38,70	38,85	-	57,85	57,95	58,10
Диаметральный зазор между трубой и трубным отверстием	Наибольший $\Delta^{max} = d_p^{max} - d_e^{min}$	0,36	0,56	0,76	1,06	0,38	0,58	0,78	1,08	0,38	0,58	0,78	1,08	0,51	0,81	1,01	1,22	0,79	1,20	1,41	1,67
	Наибольший допустимый $\Delta_{dop}^{max} = d_{p\ dop}^{max} - d_e^{min}$	-	0,63	0,83	1,13	-	0,66	0,86	1,16	-	0,66	0,86	1,16	-	0,90	1,10	1,31	-	1,31	1,52	1,78
	Наименьший $\Delta^{min} = d_p - d_e^{max}$	0,05				0,05				0,05				0,05			0,14	0,10	0,09	0,08	0,12

1.4. ТОЛЩИНА СТЕНКИ ТРУБ

Предельные отклонения толщины стенки труб не должны быть более:

Класс точности соединения	1	2	3	4
Предельное отклонение толщины стенки	±8 %	+12 % -10 %	± 2,5 %	±15 %

(Измененная редакция. Изм. № 2).

1.5. ПЕРЕМЫЧКИ МЕЖДУ ТРУБНЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

Наименьший предельный размер перемычки между трубными отверстиями кожухотрубчатых теплообменных аппаратов m^{min} не должен быть менее значений, приведенных в табл. 2.

2. СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ С ТРУБНЫМИ РЕШЕТКАМИ

2.1. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

Следует применять два вида соединений труб с трубными решетками:

вальцовочные соединения;

комбинированные соединения, получаемые сваркой труб с трубными решетками с последующей развальцовкой.

Соединение труб с трубными решетками сваркой без развальцовки не допускается.

2.2. ТИПЫ РАЗВАЛЬЦОВКИ

2.2.1. КОНСТРУКЦИЯ

Типы развальцовки, применяемые в вальцовочных и комбинированных соединениях труб с трубными решетками, показаны на черт. 1-5.

2.2.2. ДЛИНА РАЗВАЛЬЦОВКИ И ТОЛЩИНА РЕШЕТКИ

Длина развальцовки l (черт. 6) всех типов, кроме Р3, определяется расстоянием от лицевой плоскости трубной решетки до конца цилиндрической части ролика развальцовочного инструмента.

Таблица 2

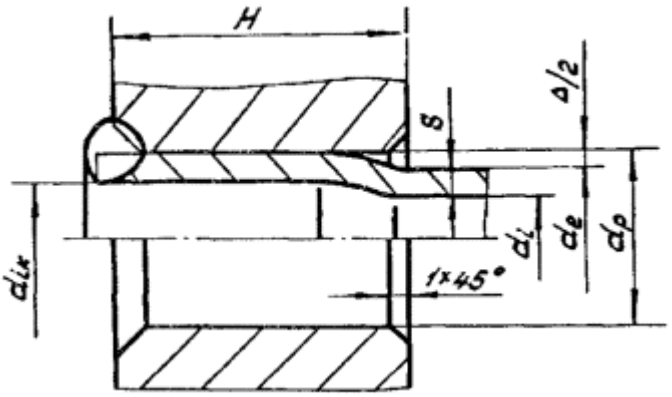
РАЗМЕРЫ ПЕРЕМЫЧКИ МЕЖДУ ТРУБНЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

мм

Наружный диаметр трубы d_e	Класс точности соединения	Диаметр трубного отверстия d_p	Шаг размещения трубных отверстий t	Номинальный размер перемычки $m = t - d_p$	Наименьший предельный размер перемычки m^{min} при толщине трубной решетки H:						
					до 20	от 21 до 40	от 41 до 80	от 81 до 120	от 121 до 160	от 161 до 200	от 201 до 300
16	1	16,15	21	4,85	4,1	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	2,7
	2	16,25		4,75	4,0	3,9	3,6	3,4	3,2	3,0	2,5
	3	16,35		4,65	3,9	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,4
	4	16,50		4,50	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,3
20	1	20,15	26	5,85	5,1	5,0	4,9	4,7	4,6	4,4	4,0
	2	20,25		5,75	5,0	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	3,8
	3	20,35		5,65	4,8	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	3,7
	4	20,50		5,50	4,7	4,6	4,5	4,3	4,1	4,0	3,6
25	1	25,15	32	6,85	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,2
	2	25,25		6,75	6,0	5,9	5,8	5,6	5,5	5,4	5,0
	3	25,35		6,65	5,8	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	4,9
	4	25,50		6,50	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,1	4,8
38	1	38,20	48	9,80	9,1	9,0	9,0	8,9	8,8	8,7	8,5

Наружный диаметр трубы d_e	Класс точности соединения	Диаметр трубного отверстия d_p	Шаг размещения трубных отверстий t	Номинальный размер перемычки $m = t - d_p$	Наименьший предельный размер перемычки m^{min} при толщине трубной решетки H:						
					до 20	от 21 до 40	от 41 до 80	от 81 до 120	от 121 до 160	от 161 до 200	от 201 до 300
	2	38,35		9,65	8,8	8,8	8,7	8,6	8,5	8,5	8,2
	3	38,45		9,55	8,7	8,7	8,6	8,5	8,4	8,4	8,1
	4	38,60		9,40	8,6	8,5	8,5	8,4	8,3	8,2	8,0
57	1	57,35	70	12,65	11,9	11,9	11,8	11,8	11,7	11,7	11,5
	2	57,55		12,45	11,6	11,6	11,5	11,5	11,4	11,4	11,2
	3	57,65		12,35	11,5	11,5	11,4	11,4	11,3	11,3	11,1
	4	57,80		12,20	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0

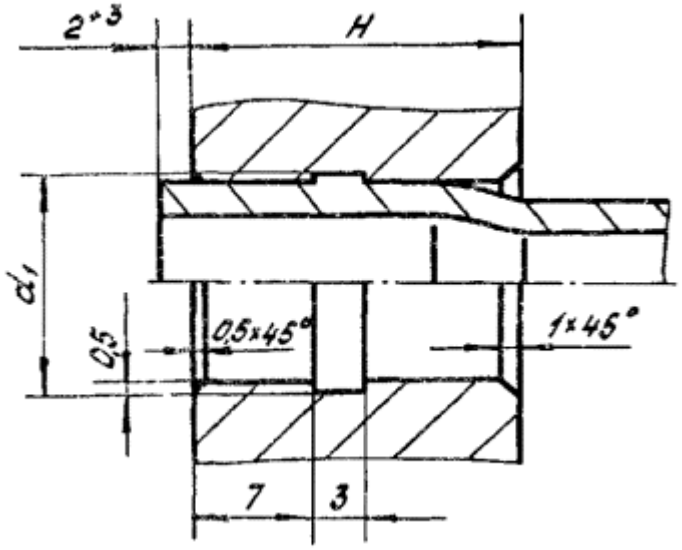
Тип P1



Только для комбинированных соединений
H ≥ 19 мм

Черт. 1

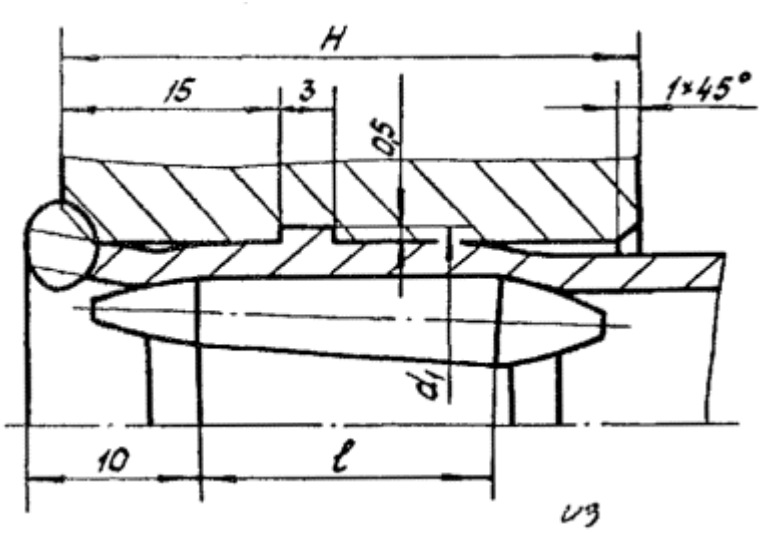
Тип P2



19 ≤ 24 мм

Черт. 2

Тип P3



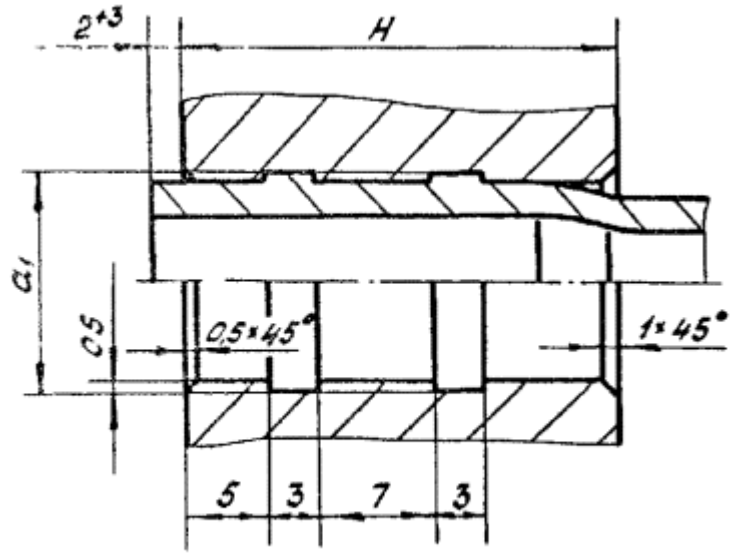
Только для комбинированных соединений из закаливающихся сталей

$H \geq l + 11$ мм

Черт. 3

(Измененная редакция. Изм. № 2).

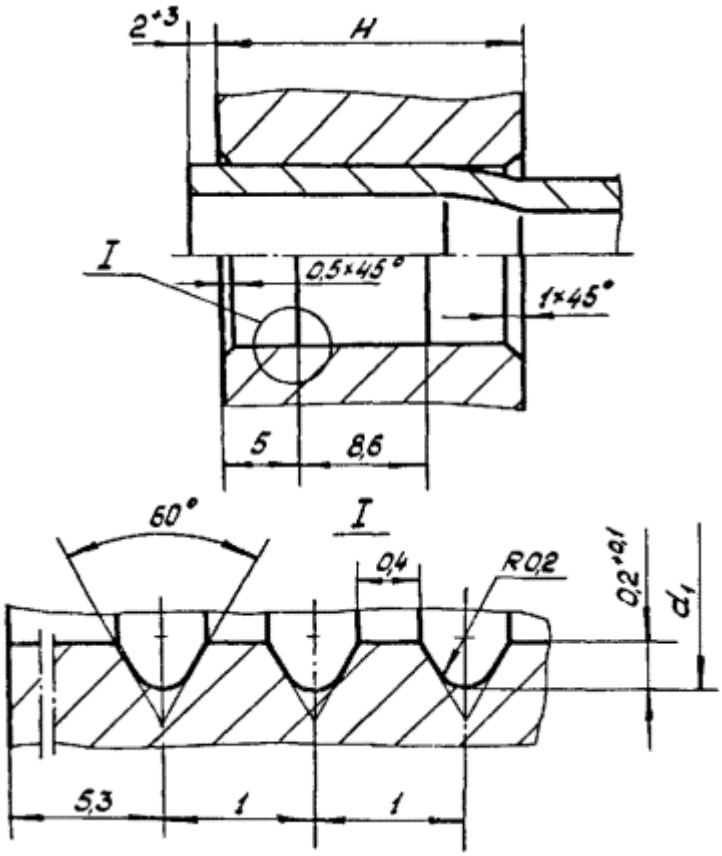
Тип Р4



$H \geq 24$ мм

Черт. 4

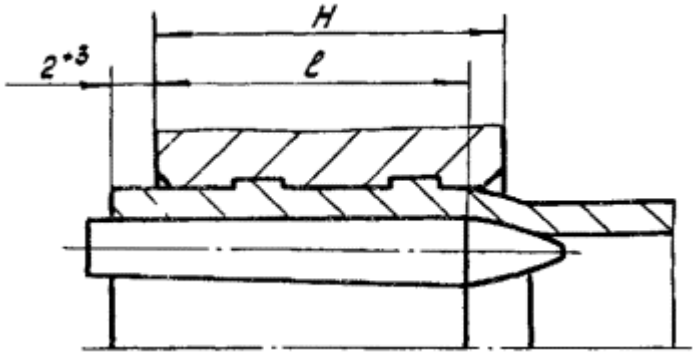
Тип Р5



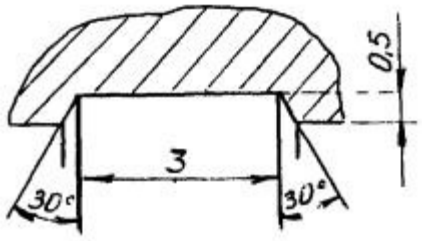
9 кольцевых канавок, не менее
H ≥ 19 мм

Черт. 5

Длина развальцовки



Черт. 6



Черт. 6а

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Трубы должны быть развальцованы в трубной решетке на длину *l*, указанную в табл. 3.

Таблица 3

ДЛИНА РАЗВАЛЬЦОВКИ И ТОЛЩИНА ТРУБНОЙ РЕШЕТКИ

мм

Наружный диаметр труб, d_e	Все типы развальцовки, кроме Р3				Для типа Р3	
	Длина развальцовки, l	Толщина трубной решетки H при длине развальцовки l, не менее	Наименьшая толщина трубной решетки, H^{min}	Наименьшая длина развальцовки, l^{min}	Длина развальцовки, l	Толщина трубной решетки H, не менее
16 20	19	24	19	11	20	31
25 38	26	31	20	15	24	35
57	42	47	23		36	47

Развальцовка труб на длину, превышающую толщину трубной решетки, не допускается. При длине развальцовки l толщина трубной решетки H не должна быть менее значений, указанных в табл. 3.

При меньшей толщине трубной решетки, которая не должна быть менее H^{min} (см. табл. 3), длина развальцовки определяется по формуле

$$l^{min} \le l \le H - 5, \quad (1)$$

где l^{min} - наименьшая длина развальцовки (см. табл. 3), мм.

Допускаемые отклонения длины развальцовки l и l^{min} не должны быть более плюс 3 мм.

Допускается развальцовку труб производить на всю толщину трубной решетки, не доходя до тыльной плоскости трубной решетки на расстояние не менее 2^{+3} мм.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

2.2.3. ДЛИНА РАЗВАЛЬЦОВКИ И ТОЛЩИНА РЕШЕТКИ ДЛЯ ТИПА Р3

Трубы из закаливающихся сталей (1Х13, 15Х5М и др.), а также в других технически обоснованных случаях после сварки следует развальцовывать на расстоянии 10 мм от сварного шва развальцовочным инструментом с роликами, скругленными с двух сторон.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Расстояние 10 мм измеряется от вершины сварного шва до начала цилиндрической части ролика (черт. 3). В этом случае в трубной решетке нарезается одна кольцевая канавка на расстоянии 15 мм от лицевой стороны решетки.

Длина развальцовки l и соответствующая ей наименьшая допустимая толщина трубной решетки H определяются по табл. 3 (для типа Р3).

2.3. ТИПЫ СВАРКИ

2.3.1. КОНСТРУКЦИЯ

Типы сварки труб с трубными решетками, применяемые в комбинированных соединениях, приведены на черт. 7-9.

Ширина канавки a (сварка по типу С3, черт. 9) не должна быть менее 2 мм и принимается по табл. 4.

Таблица 4

ШИРИНА КАНАВКИ (ТИП С3)

мм

Размеры трубы	25×2	25×1,5	38×2	57×2	57×3
Ширина канавки a	2,5	3,5	5,4	8,2	6,2

(Измененная редакция. Изм. № 2).

2.3.2. НАИМЕНЬШАЯ ТОЛЩИНА ПЕРЕМЫЧКИ

При выборе типа сварки необходимо проверить наименьший предельный размер перемычки m^{min} (см. табл. 2), который не должен быть менее значений m_c^{min}, определяемых по табл. 5 в зависимости от толщины стенки трубы S.

Таблица 5

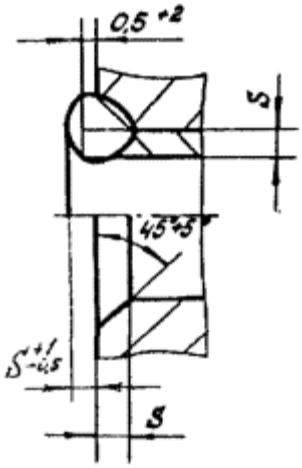
РАЗМЕРЫ ПЕРЕМЫЧКИ ПРИ СВАРКЕ

Тип сварки	С1	С2	С3
m_c^{min}, мм, не менее	$2S$	$2S + 0{,}5$	$2S + 1{,}6$

Если для заданных размеров трубы, толщины решетки и выбранного типа сварки

$$m_c^{min} > m^{min},$$

Тип С1

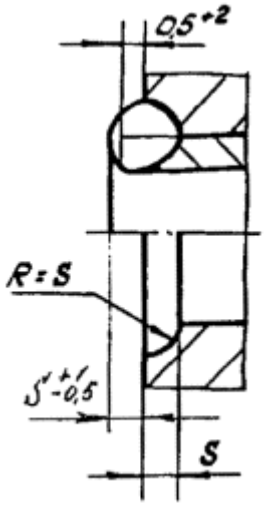


Для обычных условий

Черт. 7

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Тип С2

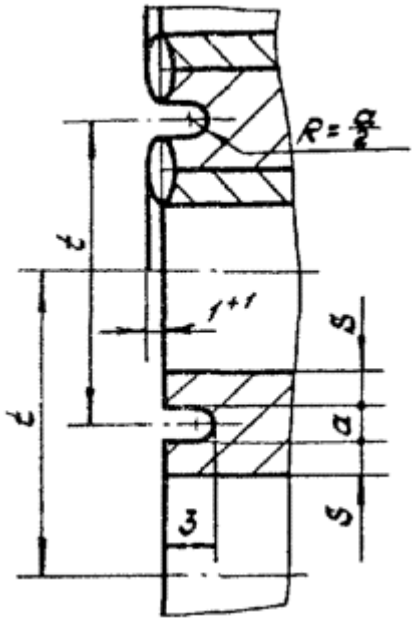


Для тяжелых условий

Черт. 8

(Измененная редакция. Изм. № 2).

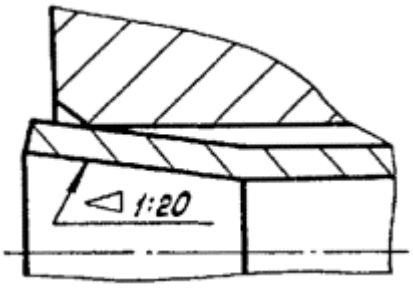
Тип С3



Черт. 9

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Коническая развальцовка перед сваркой



Черт. 10

2.3.3. РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ ШВОВ

Расстояние между сварными швами не нормируется. Высоту сварных швов следует принимать согласно черт. 7-9. В технически обоснованных случаях допускается изменение высоты сварных швов по согласованию с головной организацией.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

2.4. ВЫЛЕТ ТРУБ

В вальцовочных соединениях трубы должны выступать над поверхностью трубной решетки не менее чем на 2 мм.

Допустимое отклонение величины вылета труб не должно быть более плюс 3 мм.

В комбинированных соединениях трубы должны выступать над поверхностью трубной решетки не менее чем на 0,5 мм.

Допустимое отклонение величины вылета труб не должно быть более плюс 2 мм для типов сварки С1 и С2 и плюс 0,5 мм для типа С3.

В технически обоснованных случаях допускаются комбинированные соединения с утопанием трубы на глубину, устанавливаемую предприятием-изготовителем, но не превышающую 1,5 толщины стенки трубы.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

2.5. ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ

Для крепления труб в трубных решетках следует применять типы вальцовочных и комбинированных соединений, указанные в табл. 6.

Вальцовочные соединения в зависимости от толщины решетки H следует применять с одной (тип Р2, 19 ≤ H < 24 мм) или двумя (тип Р4, H ≥ 24 мм) кольцевыми канавками.

Радиус округления внутренних углов канавок не более 0,5 мм. Допускаются канавки трапециидальной формы.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Вальцовочные соединения с мелкими треугольными кольцевыми канавками (не менее 9 канавок) можно применять для решеток любой толщины (тип Р5, H ≥ 19 мм).

Применение развальцовки без канавок (тип Р1) допускается только в комбинированных соединениях.

Вылет трубы и форму разделки лицевой части трубной решетки в комбинированных соединениях следует принимать согласно черт. 7-9 на типы сварки С1-С3.

Развальцовку после сварки следует производить по сварному шву на длине, указанной в п. 2.2.2 (кроме типа Р3, см. п. 2.2.3).

Таблица 6

ТИПЫ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ С ТРУБНЫМИ РЕШЕТКАМИ

Типы развальцовки	Типы соединений			
	Вальцовочные	Комбинированные		
		Типы сварки		
		С1	С2	С3
Р1	-	С1Р1	-	С3Р1
Р2	Р2	С1Р2	-	-
Р3	-	С1Р3	-	-
Р4	Р4	С1Р4	С2Р4	С3Р4
Р5	Р5	-	-	-

2.6. ПРИМЕНЕНИЕ

Тип соединения труб с трубными решетками по таблице 6 и класс точности соединения по п. 1 выбирает для стандартных аппаратов предприятие-изготовитель, для аппаратов единичного исполнения, изготавливаемых по индивидуальным технологическим проектам - проектная организация по согласованию с предприятием-изготовителем.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Рекомендации по предпочтительному применению классов точности и типов соединений в зависимости от взрывоопасности и вредности среды, расчетного давления и температуры по ОСТ 26-291-87 (раздел 3) приведены в приложении 2.

(Измененная редакция. Изм. № 3).

2.7. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

Пример условного обозначения комбинированного типа соединения трубы с трубной решеткой 3 класса точности, в котором сварка выполняется по типу С1, развальцовка - по типу Р2:

Тип С1Р2-3 ОСТ 26-02-1015-85

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Пример условного обозначения вальцовочного соединения 4 класса точности с развальцовкой типа Р4:

Тип Р4-4 ОСТ 26-02-1015-80

(Измененная редакция. Изм. № 2).

3. МАТЕРИАЛЫ

3.1. ТРУБЫ

Теплообменные трубы должны соответствовать техническим требованиям ОСТ 26-291-87 (разделы 2 и 10, приложения 4, 20 и 24). Предельные размеры наружного диаметра и толщины стенок труб, применяемых для соответствующего класса точности соединений по п. 1 должны удовлетворять требованиям п. 1.3 и 1.4 настоящего стандарта.

(Измененная редакция. Изм. № 2, 3).

3.2. ТРУБНЫЕ РЕШЕТКИ

Листовая сталь и стальные поковки, предназначенные для изготовления трубных решеток, должны соответствовать требованиям ОСТ 26-291-87 (разделы 2 и 10, приложения 2, 5, 18 и 21).

(Измененная редакция. Изм. № 2, 3).

Толщина трубной решетки после РД 26-14-88, но не должна быть менее значений, приведенных в п.п. 2.2.2 и 2.2.3 настоящего стандарта.

(Измененная редакция. Изм. № 4).

3.3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Механические свойства материала теплообменных труб и трубных решеток должны удовлетворять следующим условиям:

$$\sigma_{тт}^{min} \le \sigma_{тр}^{min};$$

$$\delta_5, \% \ge 20,$$

где $\sigma_{тт}^{min}$ и $\sigma_{тр}^{min}$ - наименьший предел текучести соответственно материала труб и трубных решеток;

δ_5, % - относительное удлинение материала труб.

В случае, если $\sigma_{тт}^{min} < \sigma_{тр}^{min}$ и δ_5 % < 20 % допускается по согласованию с головной организацией применять комбинированные соединения.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

4. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ

4.1. ПОДГОТОВКА ТРУБ И ОТВЕРСТИЙ

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Наружная поверхность концов прямых теплообменных труб (за исключением труб из коррозионностойких сталей, а также из цветных металлов и сплавов), должна быть зачищена до чистого металла на длине, равной удвоенной толщине трубной решетки плюс 20 мм. Длина зачистки концов U-образных труб равна толщине решетки плюс 20 мм.

Наружный диаметр трубы после зачистки не должен быть менее величины d_e^{min} (см. табл. 1) для соответствующего класса точности соединения. Подготовка труб для АВО по ОСТ 26-02-1309-79.

На поверхности трубных отверстий не должно быть грязи и ржавчины, продольных и винтовых рисок. Допускаются одиночные кольцевые риски, а также продольные и винтовые риски на 2/3 длины вальцовочного соединения. Наличие рисок следует контролировать визуально.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

4.2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Параметр шероховатости R_z (ГОСТ 2789-73) поверхностей трубные отверстий и зачищенных концов труб в зависимости от класса точности и вила соединений по п. 1.1 и 2.1 настоящего стандарта не должен превышать значений, указанных в табл. 7.

Таблица 7

ПАРАМЕТР ШЕРОХОВАТОСТИ

Класс точности соединений труб с трубной решеткой		1	2	3	4
R_z мкм, не более	Вальцовочные соединения	12,5	20	32	40
	Комбинированные соединения	25	40	50	63

4.3. РАЗВАЛЬЦОВКА ТРУБ

Инструмент, оборудование и технология развальцовки труб вальцовочных и комбинированных соединений должны соответствовать требованиям ОСТ 26-17-01-83. Конусообразность внутренней поверхности трубы после развальцовки не должна быть более 0,3 мм на длине l развальцовки (см. черт. 3 и 6). Острые кромки в месте перехода от развальцованной части трубы к неразвальцованной, а также риски, отслаивание и шелушение металла на внутренней поверхности трубы после развальцовки не допускаются.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

4.4. СТЕПЕНЬ РАЗВАЛЬЦОВКИ

Степень развальцовки труб B, мм определяется по формуле

$$B = d_{ik} - (d_i + \Delta\beta),$$

где d_{ik}, d_i - внутренний диаметр трубы соответственно после и до развальцовки, мм (см. черт. 1);

$\Delta = d_p - d_e$ - диаметральный зазор между трубой и трубным отверстием, мм;

d_p - диаметр трубного отверстия, мм;

d_e - наружный диаметр трубы, мм;

$\beta = \frac{d_e}{d_i}$ - коэффициент толстостенности трубы (см. табл. 8).

Рекомендуемые значения степени развальцовки B, а также ее наименьшее (B^{min}) и наибольшее (B^{max}) допустимые значения для всех типов развальцовки, применяемых в вальцовочных и комбинированных соединениях, приведены в табл. 8.

Степень развальцовки следует контролировать по величине крутящего момента в соответствии с ОСТ 26-17-01-83.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

4.5. СВАРКА ТРУБ

Перед сваркой труб с трубными решетками концы труб на длине по п. 4.1, лицевую поверхность решетки и трубные отверстия следует очистить до чистого металла от ржавчины, грязи, смазки и тщательно обезжирить.

Диаметральный зазор между трубным отверстием и трубой рекомендуется не более 0,3 мм. Для обеспечения этого требования рекомендуется коническая развальцовка трубы перед сваркой (без применения смазки) до соприкосновения наружной поверхности трубы с краем трубного отверстия (черт. 10).

Сварку следует производить неплавящимся или плавящимся электродом в среде защитных газов на вертикальной плоскости или в нижнем положении. Вариант сварки в нижнем положении - предпочтительный.

Сварочные материалы и требования к сварным соединениям должны соответствовать ОСТ 26-291-87 (раздел 10 и приложение 16).

(Измененная редакция. Изм. № 3).

5. КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЯ

5.1. ГИДРОИСПЫТАНИЯ

Все теплообменные трубы должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям на предприятии-изготовителе труб. При отсутствии в сертификатах данных о гидроиспытаниях предприятие-изготовитель теплообменных аппаратов обязано провести выборочные гидроиспытания в соответствии с требованиями ГОСТ 3845-75 по 3 % труб от каждой партии, но не менее 5 труб. При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одной из труб проводят повторные испытания на удвоенном количестве труб, взятых от той же партии.

Результаты повторных испытаний являются окончательными. При получении неудовлетворительных результатов повторных испытаний следует провести гидроиспытания всей партии труб.

Допускается проведение гидроиспытаний на наибольшее пробное давление, применяемое на предприятии-изготовителе теплообменных аппаратов.

Трубы для 9-и, 12-и метровых и U-образных аппаратов, получаемые сваркой из 2-х и более заготовок, подлежат обязательному гидроиспытанию в соответствии с требованиями раздела 4 ОСТ 26-291-87 до начала сборки трубного пучка.

(Измененная редакция. Изм. № 3).

5.2. ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

Виды и объем операционного контроля качества подготовки труб и трубных решеток под развальцовку и сварку в зависимости от класса точности соединений следует устанавливать по табл. 9.

Таблица 8

СТЕПЕНЬ РАЗВАЛЬЦОВКИ ТРУБ В

Наружный диаметр трубы d_e, мм	Толщина стенки трубы S, мм	Коэффициент β	Степень развальцовки труб В, мм для типов развальцовки								
			Р4			Р2, Р3, Р5			Р1		
			В	B^{min}	B^{max}	В	B^{min}	B^{max}	В	B^{min}	B^{max}
16	1,5	1,22	0,39	0,05	0,73	0,31	0,03	0,59	0,09	0,01	0,17
	2,0	1,33	0,42	0,06	0,78	0,34	0,04	0,64	0,12	0,02	0,22
20	2,0	1,25	0,43		0,80	0,35		0,66	0,13		0,24
25	1,5	1,14	0,41		0,76	0,33		0,62	0,11		0,20
	2,0	1,19	0,44		0,82	0,36		0,68	0,14		0,26
	2,5	1,25	0,46	0,07	0,85	0,38	0,05	0,71	0,16	0,03	0,29
38	2,0	1,12	0,47		0,87	0,39		0,73	0,17		0,31
57	2,0	1,08	0,51	0,08	0,94	0,43	0,06	0,80	0,21	0,04	0,38
57	3,0	1,12	0,55	0,09	1,01	0,47	0,07	0,87	0,25	0,05	0,45

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Таблица 9

ВИДЫ И ОБЪЕМ ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Объект контроля	Контролируемый признак	Вид контроля	Объем контроля в зависимости от класса точности соединений, %			
			1	2	3	4
Трубы теплообменные	Параметр шероховатости R_z наружной поверхности зачищенных концов труб, п. 4.2, табл. 7	По контрольному образцу шероховатости (по типу ГОСТ 9378-75)	10	5	3	2
	Длина зачистки, п. 4.1	Измерительный	5	3	2	1
	Наружный диаметр трубы d_e^{min}, d_e^{max}, п. 1.3, табл. 1	То же	3	2	1	1
Трубная решетка	Диаметр трубного отверстия d_p, d_p^{min}, $d_{p.don}^{max}$, п. 1.2, табл. 1	«	15	10	5	3

Объект контроля	Контролируемый признак	Вид контроля	Объем контроля в зависимости от класса точности соединений, %			
			1	2	3	4
	Параметр шероховатости R_z поверхности трубных отверстий, п. 4.2, табл. 7	По контрольному образцу шероховатости (по типу ГОСТ 9378-75)	10	5	3	2
	Наименьший предельный размер перемычки m^{min}, п. 1.5, табл. 2	Измерительный	15	10	5	3
Трубный пучок	Вылет труб, п. 2.4	То же	3	2	1	1

Виды и объем контроля качества развальцовки труб должны соответствовать ОСТ 26-17-01-83.

Виды и объем контроля качества сварки труб с трубными решетками должны соответствовать требованиям технической документации, утвержденной в установленном порядке.

5.3. ИСПЫТАНИЯ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Подготовка и проведение испытаний должны выполняться в соответствии с ОСТ 26-11-14-88 с соблюдением требований безопасности РДП 26-52-81 при пневмоиспытаниях.

Чувствительность испытаний на герметичность должна соответствовать табл. 10.

Таблица 10

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Класс точности соединений труб с трубной решеткой	Класс герметичности по ОСТ 26-11-14-88	Диапазон выявляемых дефектов	
		$\frac{м^3 \cdot Па}{с}$	$\frac{см^3}{год}$
1	IV	свыше $6{,}6 \cdot 10^{-8}$ до $6{,}6 \cdot 10^{-7}$	свыше 20 до $2 \cdot 10^{-2}$
2		свыше $6{,}6 \cdot 10^{-7}$ до $6{,}6 \cdot 10^{-6}$	свыше $2 \cdot 10^{2}$ до $2 \cdot 10^{3}$
3	V	свыше $6{,}6 \cdot 10^{-6}$ до $6{,}6 \cdot 10^{-5}$	свыше $2 \cdot 10^{3}$ до $2 \cdot 10^{4}$
4		свыше $6{,}6 \cdot 10^{-5}$ до $6{,}6 \cdot 10^{-4}$	свыше $2 \cdot 10^{4}$ до $2 \cdot 10^{5}$

(Измененная редакция. Изм. № 4).

Испытания на герметичность проводить до гидроиспытания аппарата на прочность пневматическим методом способом «обмыливания» при давлении воздуха или инертного газа в межтрубном пространстве 0,3 Ру, но не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2) и не более 0,5 МПа (5 кгс/см^2).

Для аппаратов с расчетным давлением Р до 0,2 МПа (2 кгс/см^2) давление пневмоиспытаний должно быть не более 0,5 Ру.

Для соединений 4 класса точности допускается проводить только гидравлическое испытание герметичности без пневмоиспытаний.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Испытания герметичности сварки труб с трубными решетками в комбинированных соединениях следует проводить способом «обмыливания» до выполнения развальцовки при указанном выше давлении воздуха или инертного газа в межтрубном пространстве.

Гидравлическое испытание герметичности крепления труб должно производиться в соответствии с ОСТ 26-291-87 (разделы 4 и 10).

(Измененная редакция. Изм. № 3).

ИСПОЛНИТЕЛИ

Зам. директора ВНИИНЕФТЕМАШа Г.В. Мамонтов
Зам. научно-исследовательским
отделом теплообменного оборудования А.К. Головкин
Зав. базовым отделом стандартизации А.М. Бубакин

Главный конструктор проекта Л.П. Соловьева
Конструктор 1 категории базового отдела стандартизации Г. Д. Орлова

СОИСПОЛНИТЕЛИ
Зам. директора ВНИИПТхимнефтеаппаратуры А.Г. Ламзин
Руководитель темы, зав. лабораторией крепления труб В.М. Бриф
Зав. лабораторией теплообменной аппаратуры А. С. Губанов
Зав. лабораторией испытаний на прочность и герметичность В.П. Новиков

СОГЛАСОВАНО
Минхиммаш СССР
Начальник Технического Управления А.М. Васильев
Начальник ВПО Союзнефтехиммаш В.В. Плышевский
Начальник ВПО Союзхиммаш В.А. Чернов

Приложение 1
обязательное

СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Класс точности соединений труб с трубной решеткой	Обозначение стандарта или технических условий
1	ГОСТ 9567-75, холоднодеформированные ГОСТ 550-75, группа А, холоднодеформированные, сталь марок 10 и 20
2	ГОСТ 550-75, группа А, холоднодеформированные из легированной стали ГОСТ 9941-81 высокой точности
3	ГОСТ 8734-75 ГОСТ 9941-81 повышенной точности ТУ 14-3-460-75
4	ГОСТ 9941-81 обычной точности ТУ 14-3-59-72

Примечание. Допускается применение труб повышенной точности в соединениях более низкого класса точности. Например, в соединениях 4 класса точности допускается применение труб, соответствующих по точности 1, 2 и 3 классу.

Допускается применение электросварных труб в соответствии с требованиями ОСТ 26-291-87 (разделы 2 и 7, приложения 3, 19, 23), а также по ТУ 14-3-1391-85.

(Измененная редакция. Изм. № 2).

Приложение 2
рекомендуемое

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССОВ ТОЧНОСТИ И ТИПОВ СОЕДИНЕНИЙ

Класс точности	Назначение теплообменных аппаратов в соответствии с группой сосудов и аппаратов по ОСТ 26-291-87	Тип соединения
1	Аппараты 1 группы, по расчетным давлению и температуре соответствующие 2 группе	С2Р4; С1Р4[1] Р4[2]; Р5[3]
2	а - аппараты 1 группы, по расчетным давлению и температуре соответствующие 3 группе; б - 2 группа	С1Р4; С1Р3, С3Р4[4]; Р4[2]; Р5[3]
3	а - аппараты 1 группы, по расчетным давлению и температуре соответствующие 4 группе; б - 3 группа	Р4; Р5; С1Р3; С1Р2; С3Р4[4]; С1Р1
4	а - 4 группа; б - аппараты для работы под вакуумом с остаточным давлением не ниже 5 мм. рт. ст.	Р2; Р4; С1Р1; С3Р1

(Измененная редакция. Изм. № 3).

1) $P \le 6{,}4$ МПа (64 кгс/см^2).

2) Давление среды в кожухе $P \le 8{,}0$ МПа (80 кгс/см^2);

давление среды в трубах $P \le 16{,}0$ МПа (160 кгс/см^2); $t \le 450$ °С.

3) То же, для сред с повышенной проникающей способностью:

газы, легко воспламеняющиеся жидкости.

4) для сталей, имеющих повышенную склонность к образованию горячих трещин (06ХН28МДТ, 08Х22Н6Т и т.п.).

(Измененная редакция. Изм. № 2).

П р и м е ч а н и е . Проверка прочности и герметичности вальцовочных соединений - по ОСТ 26-17-01-83; проверка прочности комбинированных соединений - по РД 26-14-88.

Допускается производить крепление труб в трубных решетках по 4 классу точности для 1, 2 и 3 групп аппаратов по ОСТ 26-291-87 до 01.01.93 г.

(Измененная редакция. Изм. № 3, 4).

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, на которые даны ссылки в стандарте

ГОСТ 550-75	Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Технические условия
ГОСТ 2789-73 (СТ СЭВ 638-77)	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
ГОСТ 3845-75 (СТ СЭВ 480-77)	Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением
ГОСТ 8734-75 (СТ СЭВ 1483-78)	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент
ГОСТ 9378-75 (СТ СЭВ 849-78)	Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Технические требования
ГОСТ 9567-75 (СТ СЭВ 1483-78)	Трубы стальные прецизионные. Сортамент
ГОСТ 9941-81	Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия
ОСТ 26-17-01-83	Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения стандартные. Технические требования к развальцовке труб с ограничением крутящего момента
ОСТ 26-291-87	Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования
РД 26-14-88	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Элементы теплообменных аппаратов
ОСТ 26-2052-78 (ограничение СТ СЭВ 144-75)	Допуски и посадки
ГОСТ 9929-82	Аппараты теплообменные кожухотрубчатые стальные. Типы, основные параметры и размеры
РДП 26-52-81	Пневматические испытания оборудования, выпускаемого заводами Минхиммаша. Требования безопасности. Правила
ОСТ 26-11-14-88	Сосуды и аппараты, работающие под давлением газовые и жидкостные. Методы контроля герметичности
ТУ 14-3-460-75	Трубы стальные бесшовные для паровых котлов трубопроводов. Технические условия
ТУ 14-3-59-71	Трубы горяче- и холоднокатаные из коррозионностойкой стали.