



Закрытое акционерное общество «Инжиниринговый центр «Технохим»

ОГРН 5067847044315    ИНН 7813348421

ОКАТО 40298564000    ОКПО 94628911

Юридический адрес: 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 64 литер. А, пом. 9-Н

Свидетельство № 0122.04-2015-7813348421-П-159 от 01 апреля 2015 г.  
тел. (812) 612-11-61; факс (812) 612-11-61; e-mail: info@technohim.com

Установка: Установка вакуумного фракционирования гидроочищенного газойля

Технологический индекс: Т-103

Эксплуатационное название: Конденсатор 2-ой степени эжекции

0382-000-Т-103 РР2

Настоящий документ является интеллектуальной собственностью ЗАО «ИЦ «Технохим».  
Все права защищены и охраняются законодательством. Использование материалов или  
их частей в любом виде и форме без письменного согласия правообладателя запрещено.

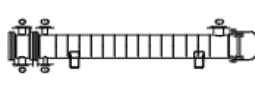
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подп. и дата

Рассчитал:

Проверил:

2	11.08.2023
1	16.03.2023
0	22.02.2023
№ изм.	Дата изм.

**ОПРОСНЫЙ ЛИСТ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА**

1	Установка: Установка вакуумного фракционирования гидроочищенного газойля											
2	Технологический индекс: Т-103											
3	Эксплуатационное название: Конденсатор 2-ой ступени эжекции											
4	Задание: 00148636-ПИР-28-22-1сп-46-10-ВСС.ТЗ изм. 0											
5	Размер	400 / 3500 mm	Тип по ТЕМА	AES	Нор	Обвязка:	1 параллельно	1 последовательно	Всего корпусов:	1		
6	Эффективная длина труб	3253 mm	Площадь поверхности всех корпусов (геом./эфф./оребр.)		m <sup>2</sup>	27,5 / 25,5 /						
7	Режим расчёта	Rating / Checking	Площадь поверхности одного корпуса (геом./эфф./оребр.)		m <sup>2</sup>	27,5 / 25,5 /						
8	<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА</b>											
9	Распределение рабочей среды		Межтрубное пространство				Трубное пространство					
10	Рабочая среда		УВ+вода				Оборотная вода					
11	Расход рабочей среды, общий		0,3161				13,5704					
12	Газ (Вход   Выход)		0,3161		0,1137		0		0			
13	Жидкость		0		0,2024		13,5704		13,5704			
14	Неконденсирующиеся газы		0		0		0		0			
15	Массовая доля газовой фазы		1		0,3596		0		0			
16	Температура (Вход   Выход)		188		37,44		25		34,99			
17	Начало кипения / конденсации		°C -227,46 / 97,26		°C -227,5 / 97,03		/		/			
18	Плотность (Газ / Жидкость)		kg/m <sup>3</sup> 0,67 /		1,58 / 997,95		/ 1007,43		/ 999,85			
19	Вязкость (Газ / Жидкость)		mPa-s 0,0127 /		0,0106 / 0,6853		/ 0,8905		/ 0,7186			
20	Молекулярный вес, газ		21,97		35,15							
21	Молекулярный вес, неконденсирующиеся газы											
22	Удельная теплоёмкость (Газ / Жидкость)		kJ/(kg-K) 2,059 /		1,738 / 4,315		/ 4,313		/ 4,314			
23	Теплопроводность (Газ / Жидкость)		W/(m-K) 0,0345 /		0,0233 / 0,6282		/ 0,611		/ 0,6251			
24	Скрытая теплота парообразования		kJ/kg 2283,3		2432,1							
25	Давление (абс.)		kPa 117		116,008		401,325		335,25			
26	Скорость (средняя / максимальная)		m/s 3,05 /		11,57		2,27 /		2,69			
27	Потери давления, допускаемые   расчётные		kPa 2		0,992		100		66,075			
28	Сопrotивление загрязнений		m <sup>2</sup> -K/W 0,00015				0,00029		по внутр. пов-ти труб			
29	Коефф. теплоотдачи (нар.диам.труб/внутр. диам. труб)		W/(m <sup>2</sup> -K) 916,6				7162,5		/ 8953,2			
30	Тепловая нагрузка		584,4 kW		Ср. разность темп. (корп.) 51,09 °C		Ср. разность темп. (1 ход) 53,44 °C					
31	Коефф. теплопередачи		W/(m <sup>2</sup> -K) требуемый 447,7		загрязненный 524,5		чистый 721,1		запас поверхности 1,17			
32	<b>МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>											
33	Межтрубное пространство						Трубное пространство					
34	P <sub>расч.</sub> /Вакуум/ГИ		kPa 350 / /		1600 / /							
35	T <sub>расч.</sub> / MDMT		°C 400 / /		120 / /							
36	Кол-во ходов		1		4							
37	Коррозия		3		3						кроме т/о труб	
38	название		N / ID mm / PN		название N / ID mm / PN							
39	Inlet		1 / 154,1 / -		Inlet 1 / 101,7 / -							
40	Liquid outlet		1 / 52,3 / -		Outlet 1 / 101,7 / -							
41	Vapor outlet		1 / 78,1 / -		/ / -							
42	Трубы 125		OD 20 тлщ. Average 2 mm		Длина 3500 mm		Шаг 26 mm		Расположение отверстий 60			
43	Тип труб:		Plain		Материал труб: SS 321		Интенсификаторы: None		Рёбра: #/m			
44	Корпус (кожух)		Carbon Steel		ID 400 mm тлщ. стенки 12 mm		Крышка корпуса		Carbon Steel			
45	Распредкамера		Carbon Steel		ID 400 mm тлщ. стенки 12 mm		Крышка распредкамеры		Carbon Steel			
46	Тр. реш. неподвижная		Carbon Steel		наплавка SS 321 тлщ. решетки 45 mm		Тр. реш. плавголовки		Carbon Steel 45 mm			
47	Крышка плавголовки		Carbon Steel		Противоударная защита Dummy tubes		Диам. (ширина)		Длина mm			
48	Перегородки ходовые		Carbon Steel		Тип Double segmental		Вырез(%D) внутр./ нар./ средний 16,25 / 24 /		Vertical			
49	Кол-во перегородок		14		Трубы в окне Yes Тлщ. 6 mm		Шаг Ц-Ц 200 mm		Вх. 326,5 mm Вых. 326,5 mm			
50	Перегородка продольная		-		Тлщ. mm		Проход у распредкамеры		в центре у крышки корпуса mm			
51	Поддерживающие перегородки:		в У-обр. загибе 0		под входным штуцером No		у плавголовки		между ходовых 0			
52	у распредкамеры 0		у крышки корпуса 0		в центре корпуса типа "Н" 0		корпусов "К", "Х" 0		у каждого вх. штуцера "G", "Н", "J" 0			
53	Антирезонансные перегородки		0		Максимальное расстояние перегородка-перегородка или перегородка - корпус		mm					
54	Противобайпасные полосы		2 пар		Крепление труб в тр. реш. Exp./seal wld 2 grv		Класс точности соединения 2					
55	Компенсатор		-		Тип None		Проблемы вибрации (Tasc/TEMA) Possible / Possible					
56	RhoV2: штуцер входа в корпус		430		вход в пучок 73		выход из пучка 4		kg/(m-s <sup>2</sup> ) Предупреждения No			
57	Прокладки:		Межтрубное пр-во Spiral-Wound Metal Fib		Трубное пр-во Spiral-Wound Metal Fib		Плавголовки Spiral-Wound Metal Fib					
58	Соответствие НТД		ASME Code Sec VIII Div 1		Применение BVPC sec VIII Div 2: No		Класс по ТЕМА R - refinery service					
59	Масса: Корпус (кожух)		800		Распредкамера 300		Задняя камера 200					
60	kg Крышка корпуса		0		Пучок 700		Аппарат 2000		При гидроиспытании 2300			
61	<b>Примечания:</b>											
62	rev.2											
63												
64												
65												
66	Массы, толщины основных элементов, присоединительные размеры и пр. указаны ориентировочно и уточняются при дальнейшем проектировании.											
67	Необходимость термообработки по п. 5.11 ГОСТ 34347 определяет завод изготовитель.											
68	Документ рассматривать совместно с заданием Заказчика.											
69	Комплектация оборудования, услуг и документации согласно задания Заказчика.											
70												
71												
72												

**ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛООБМЕНА**

1	Коэффициент теплопередачи / Общее термическое сопротивление		Чистый	Загрязнённый	Максимальное загрязнение
2	Требуемая площадь *	м <sup>2</sup>	15,9	21,8	25,5
3	Отношение площадей: действительная к требуемой		1,61	1,17	1
4	Общий (усреднённый) коэффициент теплопередачи *	W/(m <sup>2</sup> -K)	721,1	524,5	447,7
5	Общий (усреднённый) коэффициент сопротивления загрязнению	м <sup>2</sup> -K/W	0,00139	0,00191	0,00223
6	Загрязнение межтрубного пространства *	м <sup>2</sup> -K/W	0	0,00015	0,00025
7	Загрязнение трубного пространства		0	0,00037 *	0,00059 **
8	Распределение сопротивлений	W/(m <sup>2</sup> -K)	м <sup>2</sup> -K/W	%	%
9	К-т теплоотдачи, межтрубная зона	916,6	0,00109	78,68	57,23
10	Сопротивление, межтрубная зона	6466,4	0,00015	8,11	11,28
11	Стенка трубки	6406,6	0,00016	11,26	8,19
12	Сопротивление, трубная зона *	2738,7	0,00037	19,15	26,64
13	К-т теплоотдачи, трубная зона *	7162,5	0,00014	10,07	7,32

14 \* Параметр определен по наружному диаметру трубок  
15 \*\* Параметр определен по внутреннему диаметру трубок  
16 1,25 Отношение площадей (наружной к внутренней)  
17

18	Коэффициент теплоотдачи	W/(m <sup>2</sup> -K)	Межтрубное пространство		Трубное пространство	
19			Гладкая поверхность (НД) / Оребренная		Гладкая поверхность (НД)/Внутренний диаметр	
20	Общий коэффициент теплоотдачи		916,6	/	7162,5	/ 8953,2
21	Газ		829,1	/	/	/
22	Двухфазная область		918,9	/	/	/
23	Жидкость		/	/	7162,5	/ 8953,2
24	Параметры теплообмена		Вход	Выход	Вход	Выход
25	Прандтль Газ		0,76	0,79		
26	Жидкость			4,71	6,29	4,96
27	Рейнольдс Газ Nominal		6370,51	2748,8		
28	Жидкость Nominal			75,91	27560,87	48479,52

29 Эффективность оребрения:  
30  
31

32	Разница температур	°C	Тепловой поток (по НД труб)		kW/m <sup>2</sup>
33	Общая эфф. СРТ	51,09	Общий действительный тепловой поток		26,74
34	СРТ одного хода при противотоке	53,44	Критический тепловой поток		
35	СЛРТ по конечным точкам	56,01	Максимальный действительный тепловой поток		78,89
36	Поправочный коэффициент эфф. СРТ	0,91	Отношение максимального к критическому		
37	Температуры стенок	°C			
38	Средняя температура стенок корпуса	70,19			
39	Средняя температура теплообменных труб	45,8			
40	Температура стенки трубы (МАКС/МИН)	76,3 / 26,65			

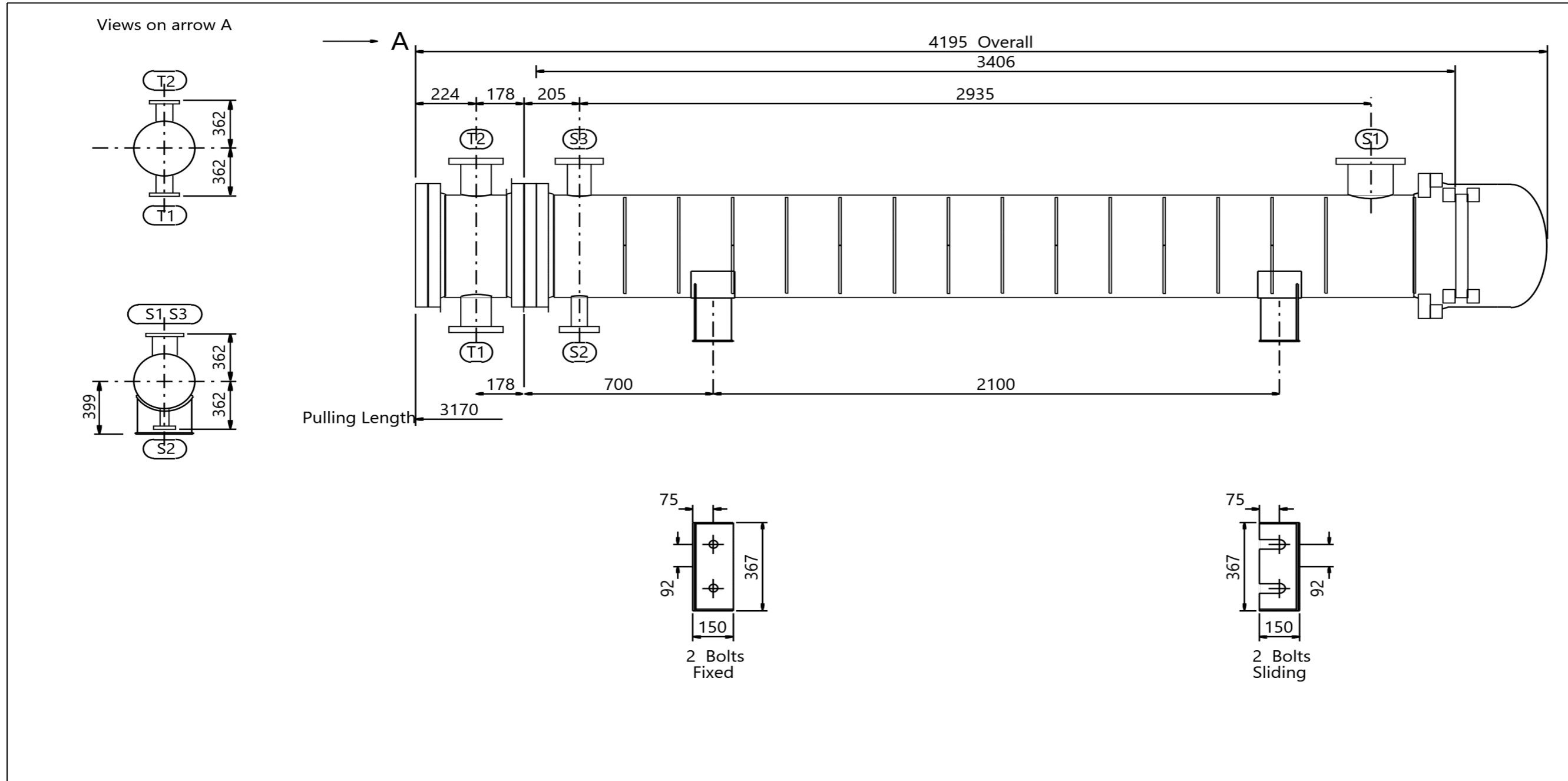
45	Суммарная тепловая нагрузка	Межтрубное пространство		Трубное пространство	
46		kW	% от общей	kW	% от общей
47	Только газ	-57,1	9,77	0	0
48	Двухфазная область - газ	-16,3	2,79	0	0
49	Скрытая теплота	-467,1	79,93	0	0
50	Двухфазная область - жидкость	-43,9	7,52	0	0
51	Только жидкость	0	0	584,4	100
52	ОБЩАЯ	-584,4	100,01	584,4	100
53	Эффективность	0,971			

**ГИДРАВЛИКА**

1	Потери давления	кПа	Межтрубное пространство			Трубное пространство		
			2			100		
2	Максимально допустимые		0,992			66,075		
3	Суммарные расчётные		0,00004			0		
4	Гравитация		0,00997			0,66038		
5	Трение		-0,00009			0,00037		
6	Изменение направления движения							
7	Участок		m/s	bar	%dp	m/s	bar	%dp
8	Входной штуцер		25,37	0,00417	41,79	1,66	0,01294	1,96
9	Вход в пучок		10,46			1,52	0,05483	8,3
10	Внутри труб					1,52 2,18	0,49973	75,67
11	Поперечное омывание труб (на входе)		4,5	0,0007	7,04			
12	Поперечное омывание труб (между перегородками)		6,1 0,93	0,00186	18,7			
13	Вырез перегородок		11,57 1,76	0,00179	17,97			
14	Поперечное омывание труб (ны выходе)		0,68	0,00009	0,94			
15	Выход из пучка		1,59			2,18	0,08553	12,95
16	Выходной штуцер		15,03	0,00135	13,55	1,67	0,00735	1,11
17	Штуцер выхода жидкости		0,09	0,00004	0,38			
18	Штуцер выхода газовой фазы		15,03	0,00135	13,55			
19	Промежуточный штуцер							

22	Доли потока в межтрубном пр-ве	Вход			Ср. часть			Выход			Диаметральный зазор	
		mm			mm			mm			mm	
23	Поперечное омывание труб	0,4			0,34			0,36				
24	Вырез перегородки	0,89			0,83			0,94				
25	Зазор м/у отверстием в перегородке и НД труб	0,06			0,08			0,03			0,8	
26	Зазор м/у НД перегородки и ВН корпуса	0,05			0,09			0,04			4	
27	Зазор между ВД корпуса и максимально удалённой трубкой	0,25			0,25			0,29			44	
28	Междуходовые промежутки	0,24			0,24			0,29				
29	Анализ Rho*V2	Площадь прохода			Скорость			Плотность			Rho*V2	Ограничение ТЕМА
30		mm <sup>2</sup>			m/s			kg/m <sup>3</sup>			kg/(m-s <sup>2</sup> )	kg/(m-s <sup>2</sup> )
31	Штуцер входа, межтрубное пр-во	18651			25,37			0,67			430	5953
32	Вход в корпус	19259			24,57			0,67			403	5953
33	Вход в пучок	45223			10,46			0,67			73	5953
34	Выход из пучка	45223			1,59			1,58			4	5953
35	Выход из корпуса	16712			4,31			1,58			29	5953
36	Штуцер выхода, межтрубное пр-во	4791			15,03			1,58			357	
37		mm <sup>2</sup>			m/s			kg/m <sup>3</sup>				
38	Штуцер входа, трубное пр-во	8123			1,66			1007,43			2770	8928
39	Вход в трубы	8847			1,52			1007,43			2336	
40	Выход из труб	8847			2,18			999,85			4741	
41	Штуцер выхода, трубное пр-во	8123			1,67			999,85			2791	

Эскиз



Nozzle Data				Design Data	Units	Shell	Channel	Notes:		
Ref	OD	Wall	Standard	Design Pressure	bar	3,5	16			
S1	168 mm	7,1 mm	Weld neck	Design Temperature	°C	400	120			
S2	60 mm	4 mm	Weld neck	Full Vacuum						
S3	89 mm	5,4 mm	Weld neck	Corrosion Allowance	mm	3	3			
T1	114 mm	6,3 mm	Weld neck	Test Pressure	bar					
T2	114 mm	6,3 mm	Weld neck	Number of Passes		1	4			
				Radiography						
				PWHT						
				Internal Volume	m <sup>3</sup>	0,3478	0,1388			
				Scale:				Технологический индекс: Т-103 Эксплуатационное название: Конденсатор 2-ой ступени эжек Задание: 00148636-ПИР-28-22-1сп-46-10-ВСС.Т3 изм. 0		
				Rev:	Date:	Description	Dwg.		Chk.	Appd.
				ASME Section VIII Div. 1					Setting Plan	
				TEMA Type: AES					Dwg No.:	Rev:
				Size: 400 - 3500				T-103 1		
				TEMA Class: R						
				Weight Summary						
				Empty	Flooded	Bundle				
				1500 kg	1987 kg	563 kg				

Эскиз аппарата служит только для согласования принципиальной конструкции с Заказчиком. Габаритные и присоединительные размеры, истинное расположение и количество штуцеров, расположение и размеры опор уточняются при рабочем проектировании.

Поперечный разрез трубного пучка

