

ГЛАВА 43

СТАЛЬНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ

43.1. Общие сведения

В главе приведены назначение, область применения, технические характеристики, краткое описание конструкций и принципа действия спиральных теплообменников, а также чертежи общих видов с габаритными и присоединительными размерами.

Типы, основные параметры и размеры стальных спиральных теплообменников приняты в соответствии с ГОСТ 12067—72.

Спиральные теплообменники применяют в химической, целлюлозно-бумажной, биохимической, пищевой, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Спиральные теплообменники — рекуперативные теплообменные аппараты, предназначенные для передачи тепла от горячей рабочей среды к холодной через теплопередающую поверхность.

Спиральные теплообменники предназначены для работы как под вакуумом, так и при давлении рабочей среды до 1 МПа (10 кгс/см²) и температуре рабочих сред от -20 до +200 °C. В этих аппаратах может осуществляться теплообмен между рабочими средами жидкость — жидкость, газ — газ и газ — жидкость, а также могут конденсироваться пары и парогазовые смеси.

В спиральных теплообменниках осуществляется противоточное движение рабочих сред по одному шелевидному каналу для каждой рабочей среды. Схема противоточного движения рабочих сред (I-II) приведена на рис. 43.1. Благодаря тому, что площадь поперечного сечения каналов по всей длине остается неизменной, загрязнения на стенках в работающем аппарате лучше смываются потоком рабочей среды и теплообменник может продолжительнее работать без чистки.

Конструкцией теплообменников со съемными крышками предусмотрена механическая чистка каналов.

Гидравлическое сопротивление спиральных теплообменников (при одинаковой скорости движения рабочих сред) меньше, чем у кожухотрубчатых.

Теплопередающая поверхность изготовлена из рулонной стальной полосы, свернутой по спирали.

Для придания спиралям достаточной устойчивости против смятия под действием одностороннего наружного давления на поверхности ленты предусмотрены упорные штифты. Расстояние между упорными штифтами выбирают в соответствии с прочностным расчетом. При навивке ленты в спираль по торцам каналов закладывают дистанционные про-

ставки, которые вместе с упорными штифтами обеспечивают заданный зазор между стенками.

При отложении загрязнений на теплопередающей поверхности со стороны одной из рабочих сред и при растворимости этих загрязнений во II среде можно периодически переключать каналы. Геометрические размеры каналов в аппарате для I и II рабочих сред одинаковы, поэтому их взаимное переключение не нарушает гидродинамический процесс. Спиральные теплообменники с тупиковыми каналами (исполнение 2 и 3) или со сквозными каналами (исполнение 1) применяют в качестве конденсаторов паров или парогазовых смесей и дефлегматоров.

При этом пар подается через сферическую крышку одновременно во все паровые каналы, а парогазовая смесь — через большую часть паровых каналов.

Типы и основные параметры спиральных теплообменников приведены в табл. 43.1.

Спиральные теплообменники, в зависимости от среды и поверхности теплообмена, могут быть изготовлены из углеродистых сталей Ст.Зсп4, Ст.Зсп5 (ГОСТ 380—94) или из коррозионностойких сталей 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т (ГОСТ 5632—72). Толщина ленты для углеродистых сталей 4—6 мм, для коррозионностойких сталей 3,5—3,9 мм.

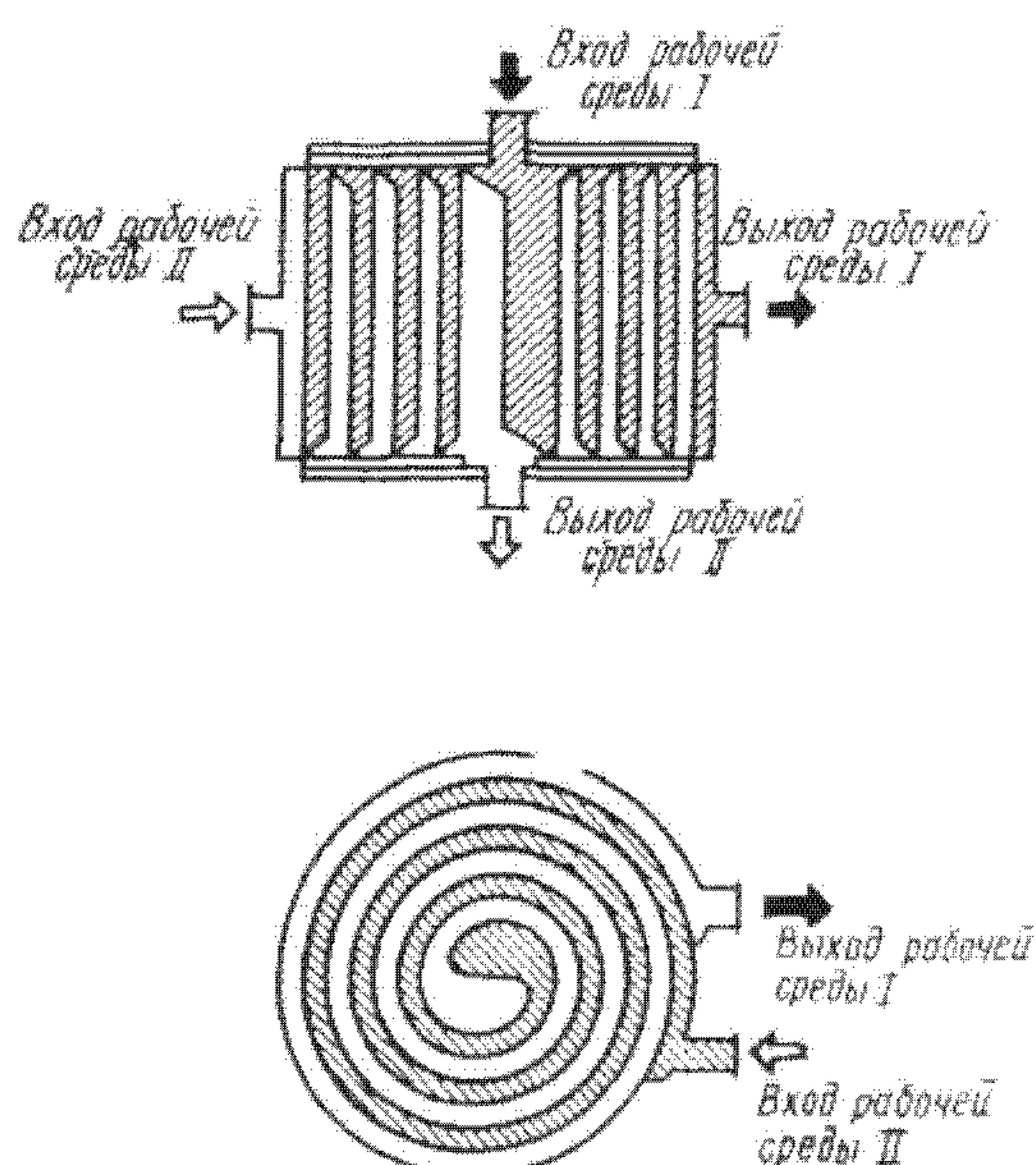


Рис. 43.1. Схема противоточного движения рабочих сред в спиральном теплообменнике

Таблица 43.1

Типы и основные параметры спиральных теплообменников

Параметры	Тип 1			Тип 2			Тип 3
	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3	
Поверхность теплообмена, м ²	10—100			20	50	20	50
Конструкция	С тупиковыми каналами и крышками			Со сквозными каналами и крышками			С глухими каналами без крышек
Рабочая среда	Жидкая и парообразная			Высоковязкая, газообразная и парообразная	Нитрозная серная кислота	Сточные воды	Нитрозная серная кислота
Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)	До 1 (10)			До 0,6 (6)		До 0,8 (8)	До 0,6 (6)
Расчетная температура, °С	От -20 до +200			До 80		От -20 до +200	До 80
Эквивалентный диаметр, м	0,024		0,016	0,032		0,05 (по широкому каналу) 0,024 (по узкому каналу)	0,032
Ширина канала, мм	12		8	16		25 (по широкому каналу) 12 (по узкому каналу)	16

По согласованию с заводом-изготовителем для изготовления спиральных теплообменников кроме сталей указанных марок могут быть использованы низколегированные стали (ГОСТ 5632—72).

Сpirальные теплообменники типоразмеров, описание которых в главе отсутствует, в случае необходимости могут быть изготовлены по ГОСТ 12067—72 «Теплообменники спиральные стальные».

43.2. Спиральные теплообменники с тупиковыми каналами с крышками (тип 1)

Предназначены для работы с рабочими средами (I—II): жидкость — жидкость; газ — жидкость; газ — газ; жидкость — пар; газ — пар.

Теплообменники типа I — аппараты общего применения.

Теплообменные аппараты рассчитаны на давление до 1 МПа.

Температура рабочих сред в аппарате может достигать 300 °С за счет применения паронитовых прокладок или крышки с центральной стяжкой (рис. 43.2).

Рекомендуемая скорость движения теплоносителей в спиральных каналах (при умеренном гидравлическом сопротивлении): для жидкостей — до 3 м/сек; для пара — до 70 м/сек; для газа — до 30 м/сек.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров приняты (соответственно) на P_y 0,6 МПа (по ГОСТ 12822—80) — для теплообменников из коррозионностойкой стали и P_y 1 МПа (по ГОСТ 12820—80) — для теплообменников из углеродистой стали.

Основные и присоединительные размеры аппаратов приведены в табл. 43.2—43.7.

Условное обозначение теплообменников

Буквы ТС обозначают вид теплообменного аппарата (теплообменник спиральный); следующая цифра — тип спирального теплообменника; цифры после тире — конструктивное исполнение, поверхность теплообмена аппарата, расчетное давление и марку материала.

Примеры условных обозначений приведены в каждом разделе главы.

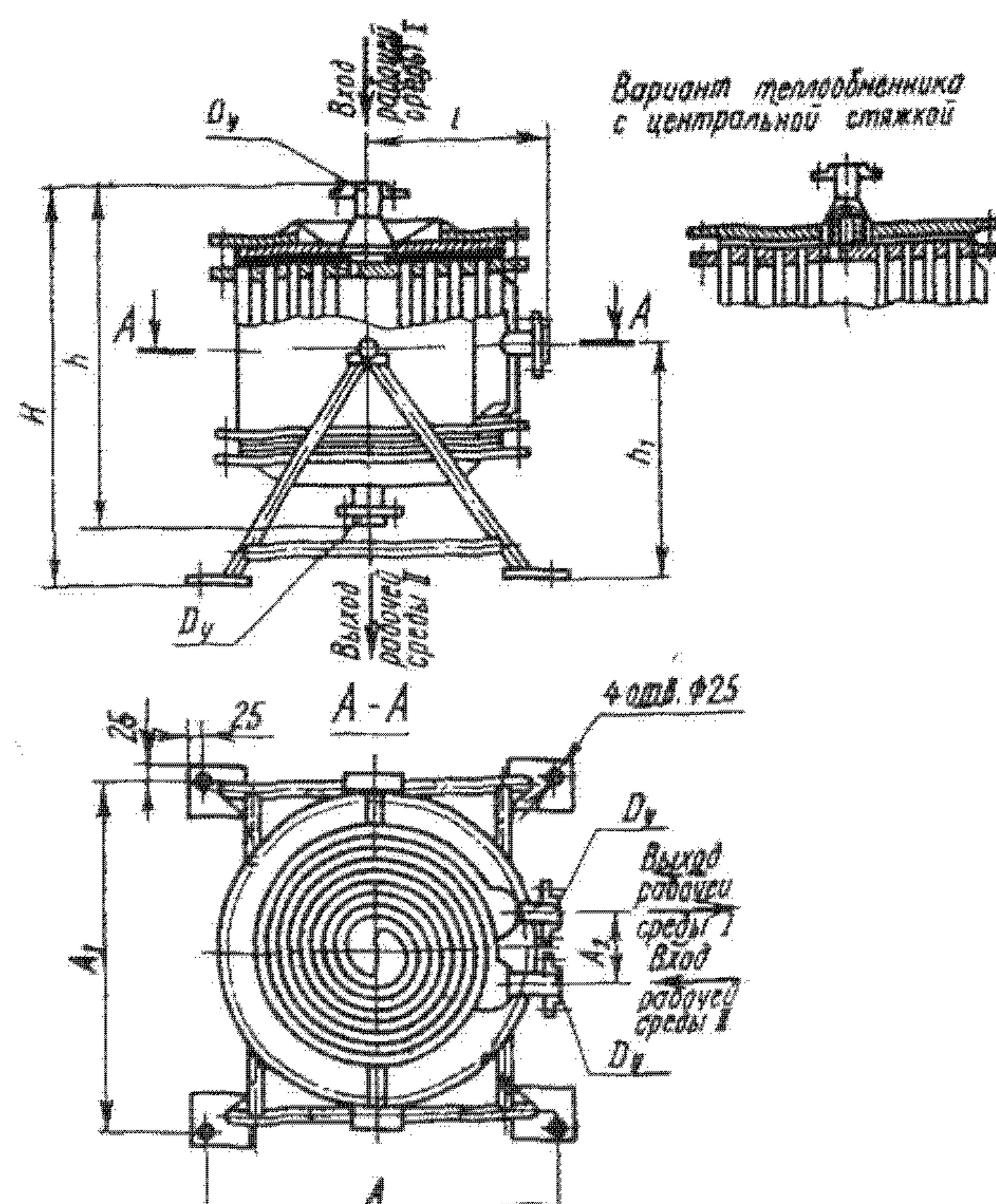


Рис. 43.2. Общий вид теплообменника. Тип 1, исполнение 1

Теплообменники (исполнение 1)

Предназначены для теплообмена между рабочими средами, не изменяющими в аппарате своего агрегатного состояния.

Основные размеры и характеристика теплообменников приведены на рис. 43.2 и в табл. 43.2 и 43.3.

Таблица 43.2

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из коррозионностойких сталей

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>h₁</i>	<i>t</i>	<i>A</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	<i>D_y</i>	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²	Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 5632—72)			
10	12	1170	940	700	560	900	1060	250	65	400	12,5	0,0048	17,28	1200	Сталь 12Х18Н10Т			
12,5																		
16		1270	1040	750	630	955	1190			500	16	0,006	21,6	1500	Сталь 10Х17Н13М2Т			
20		1230	1000	730	620	960	1380			400	25	0,0048	17,28	1800	Сталь 12Х18Н10Т			
25		1350	1100	800	700			320	100	500	31,5	0,006	21,6	2300	Сталь 10Х17Н13М2Т			
31,5																		
40		1850	1600	1050	700	1330	1300			1000	20	0,012	43,2	2800	Сталь 12Х18Н10Т			
50		1930	1660	1100	720	1400	1460				25							
63											31,5							
80*		2180	1910	1225	900		1800	400	150		40	0,015	54	5500				
100*																		

* Теплообменники поверхностью теплообмена 80 и 100 м² изготавливают по согласованию с заводом-изготовителем.

Таблица 43.3

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из углеродистой стали

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>h₁</i>	<i>t</i>	<i>A</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	<i>D_y</i>	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²	Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380—88)								
20	12	1610	1300	960	630	1230	1150	250	100	700	14,3	0,0084	30,24	1650	ВСт.Зсп4**								
25																							
31,5								1225			17,9												
40																							
50		2030	1760	1150	720	1525	1350	320	150	1100	22,7	0,0138	49,68	4000									
63																							
80*		1930	1660	1100	900	1400	1450				28,6												
100*		2180	1910	1225																			

* См. сноску к табл. 43.2.

** Допускается изготовление теплообменников из стали Ст.Зсп5 по ГОСТ 380—94.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 1, исполнения 1, поверхностью теплообмена 16 м²:

на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²), из коррозионно-стойкой стали — ТС 1-1-16-6-1;

на давление 1 МПа (10 кгс/см²), из углеродистой стали — ТС 1-1-16-10-2.

Теплообменники (исполнение 2)

Предназначены для теплообмена между рабочими средами, изменяющими в аппарате свое агрегатное состояние. Теплообменники применяют в качестве конденсаторов.

Рабочая среда: I — пар, II — жидкость.

Основные размеры и характеристика теплообменников приведены на рис. 43.3 и в табл. 43.4 и 43.5.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 1, исполнение 2, поверхностью теплообмена 16 м²:

на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²), из коррозионностойкой стали — ТС 1-2-16-6-1;

на давление 1 МПа (10 кгс/см²), из углеродистой стали — ТС 1-2-16-10-2.

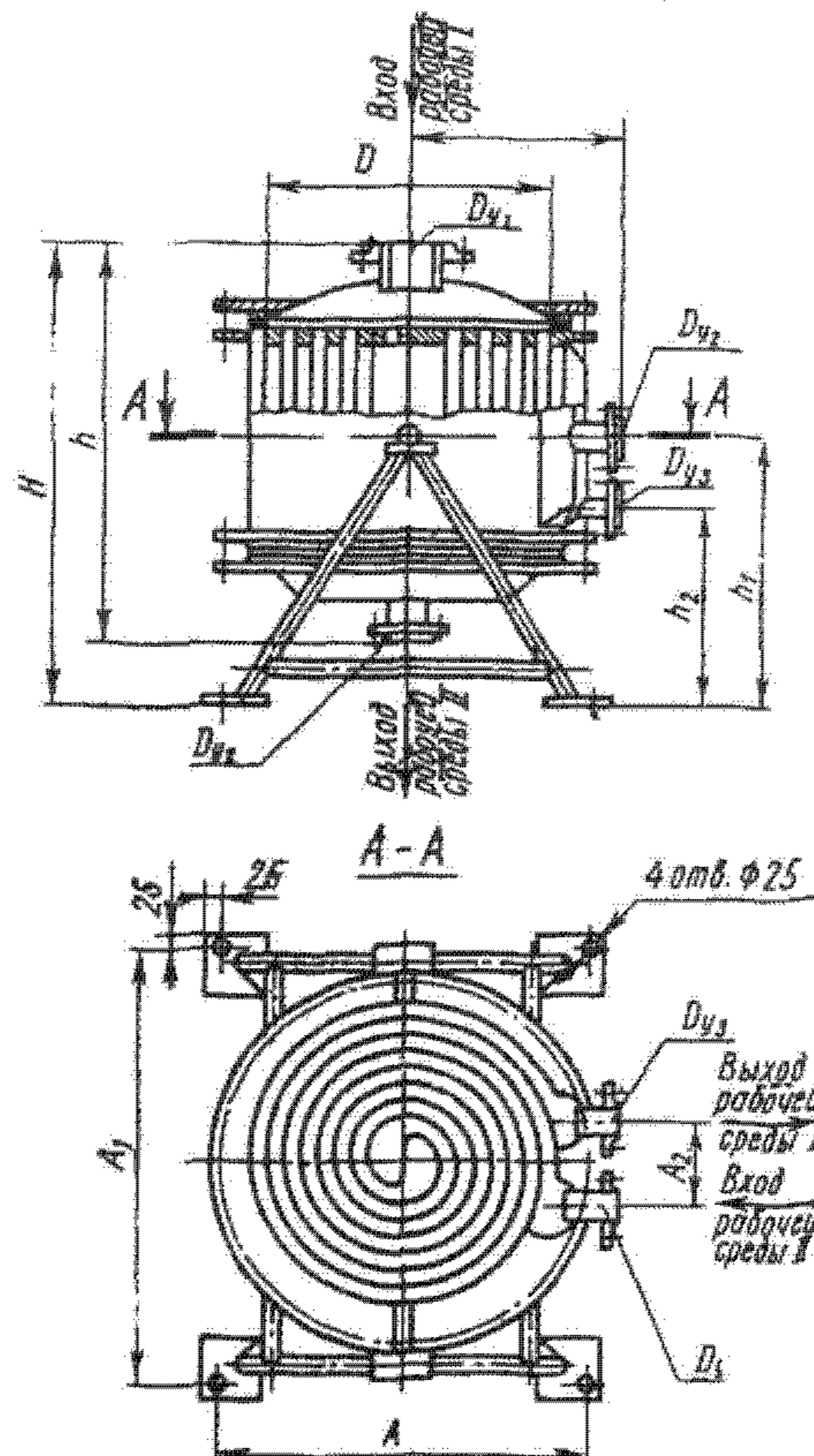


Рис. 43.3. Общий вид теплообменника. Тип 1, исполнение 2

Таблица 43.4

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из коррозионностойкой стали

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	H	h	h ₁	h ₂	I	A	A ₁	A ₂	D	D _{y1}	D _{y2}	D _{y3}	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 5632-72)
																для I рабочей среды	для II рабочей среды			
10	12	1230	1000	700	620	560	900	1060	250	700	200	65	50	400	12,5	0,123	0,0048	17,28	1200	Сталь
12,5						600									15,6				1300	12Х18Н10Т
16		1330	1100	750	635	630	955	1190	760	250	1060	1485	1060	500	16	0,158	0,006	21,6	1500	Сталь 10Х17Н13М2Т
20		1290	1060	730	645	620	960	1380	320	950	250	100	65	406	25	0,264	0,0048	17,28	1800	Сталь 12Х18Н10Т
25		1410	1160	800	685	700									500	31,5	0,337		2300	Сталь
31,5						770									20	0,208				2600
40		1910	1660	1050	700	700	1330	1300							830					2800
50						720	1400	1460	400	950	300	150	80	1000	25	0,264	0,012	43,2	3500	
63						810		1640		1060					31,5	0,337			4300	Сталь
80*						885		1800		1280					40	0,432			5500	12Х18Н10Т
100*		2250	2000	1270	885	900		1960							1250			0,015	54	6000

* См. список к табл. 43.3.

Таблица 43.5

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из углеродистой стали

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	H	h	h ₁	h ₂	t	A	A ₁	A ₂	D	D _{y1}	D _{y2}	D _{y3}	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380-88)	
																для I рабочей среды	для II рабочей среды				
20	12	1610	1360	900	700	630	1150	250	700	1225	780	250	100	65	14.3	0.123	30.24	1650	ВСт.Зсп4**		
25								1230	1350							17.9	0.18				
31,5								1350	320							22.5	0.236				
40								750	1450							28.6	0.34				
50								720	1525	1500	980	400	300	150	80	1100	22.7	0.275	0.0138	4000	ВСт.Зсп5
63								1585	1050	28.6	0.336										
80*								900	1400	1800	1280					1000	31.5	0.43	0.012	43.2	5500
100*								1960	1960	1250	40					0.015	54	6000			

* См. сноску к табл. 43.3.

** Допускается изготовление теплообменников из стали Ст.Зсп5 по ГОСТ 380—94.

Теплообменники (исполнение 3)

Предназначены для теплообмена между рабочими средами, изменяющими в аппарате свое агрегатное состояние. Теплообменники применяют в качестве специальных конденсаторов.

Рабочая среда: I — парогазовая смесь, II — жидкость.

Основные размеры и характеристика теплообменников приведены на рис. 43.4 и в табл. 43.6 и 43.7.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа I, исполнения 3, поверхностью теплообмена 16 м²:

на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²), из коррозионностойкой стали — ТС 1-3-16-6-1;

на давление 1 МПа (10 кгс/см²), из углеродистой стали — ТС 1-3-16-10-2.

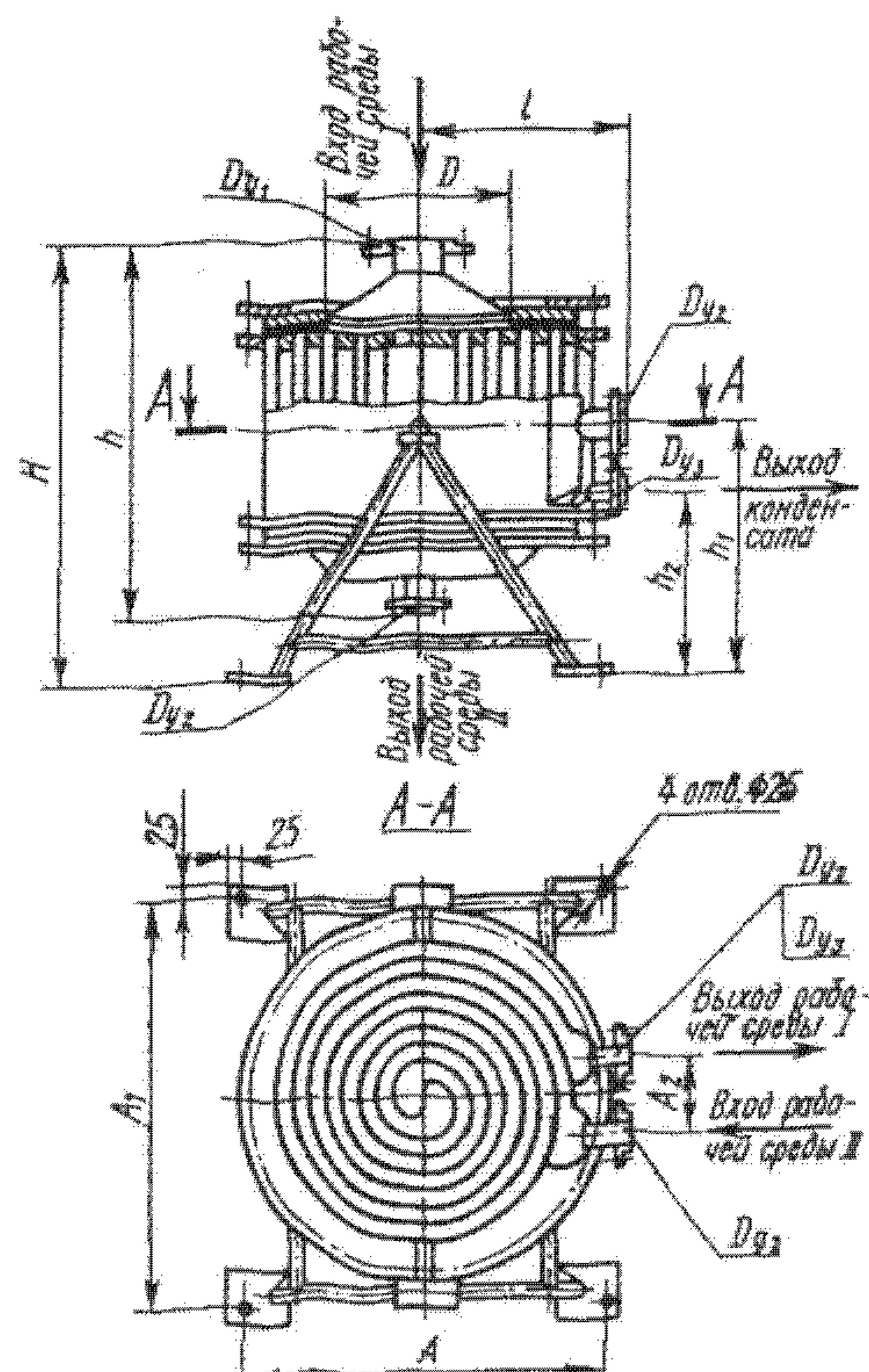


Рис. 43.4. Общий вид теплообменника. Тип I, исполнение 3

Таблица 43.6

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из коррозионностойкой стали

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	H	h	h ₁	h ₂	I	A	A ₁	A ₂	D	D ₃₁	D ₃₂	D ₃₃	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380—88)	
																для I рабочей среды	для II рабочей среды				
10	12	1230	1000	750	620	560	900	1060	460	250	490	200	65	50	400	12,5	0,043	17,28	1200	Сталь	
12,5																15,6				1300	12Х18Н10Т
16		1330	1100	765	635	630	955	1190	250	490	200	65	50	500	16	0,0622	0,006	21,6	1500	Сталь 10Х17Н13М2Т	
20		1290	1060	780	645	620	960	1380	550	320	250	100	65	400	25	0,0835	0,0048	17,28	1800	Сталь 12Х18Н10Т	
25		1410	1160	835	685	700		1485								600	500	31,5	0,107	2300	Сталь 10Х17Н13М2Т
31,5		1910	1660	1050	700	700		1330								510		20	0,0622	2800	
40		1990	1720	1100	750	810	720	1460	550	400	300	150	80	1000	25	0,0835	0,012	43,2	3500	Сталь	
50																1640	31,5	0,107		4300	12Х18Н10Т
63																1800		40	0,116	5500	
80*																900	1960			6000	
100*		2250	2000	1270	885																

Таблица 43.7

Основные размеры (мм) и характеристика теплообменников из углеродистой стали

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	H	h	h ₁	h ₂	I	A	A ₁	A ₂	D	D ₃₁	D ₃₂	D ₃₃	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность при скорости 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380—94)		
																для I рабочей среды	для II рабочей среды					
20	12	1610	1360	900	700	630	1230	1150	250	470	250	100	65	700	14,3	0,043	30,24	1650	Ст.3сп4**			
25																1225	490	17,9	0,0622	2000		
31,5																1350	320	22,5	0,079	2600		
40																1450	600	28,6	0,107	3200		
50		2090	1820	1150	750	720	1525	1500	570	400	300	150	80	1100	22,7	0,081	49,68	4000	Ст.3сп5			
63																1585	600	28,6	0,107	4800		
80*																1800	660	1000	40	0,012	43,2	5500
100*		1990	1720	1100				1400								900	1960	1250		0,015	54	6000

** Допускается изготовление теплообменников из стали Ст.3сп5 по ГОСТ 380—94.

43.3. Спиральные теплообменники со сквозными каналами с крышками (тип 2)

Предназначены для подогрева или охлаждения высоковязких, жидких, газообразных и парообразных сред; могут быть также использованы в качестве аппаратов малого гидравлического сопротивления для I рабочей среды, при которой необходима механическая чистка каналов.

В зависимости от исполнения аппараты работают при наибольшем расчетном давлении 0,8 МПа (8 кгс/см²) и наибольшей температуре рабочих сред 200 °С.

Рекомендуемая скорость движения рабочей среды в каналах (м/сек):

- для высоковязких жидкостей до 0,01
- для серной кислоты до 1
- для жидких сред до 3
- для газообразных сред до 30
- для пара до 70

В данном разделе приведено описание серийно изготавляемых аппаратов поверхностью теплообмена 20 и 50 м².

Теплообменники (исполнение 1)

Предназначены для подогрева и охлаждения высоковязких жидкостей (I рабочая среда) и газов (II рабочая среда).

Теплообменные аппараты рассчитаны на давление до 0,6 МПа (6 кгс/см²) и температуру рабочих сред от -30 до +200 °С.

Основные размеры теплообменников приведены на рис. 43.5, характеристика — в табл. 43.8.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров приняты на Р_у 0,6 МПа (6 кгс/см²) по ГОСТ 12822—80.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 2, исполнения 1, поверхностью теплообмена 20 м², на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²) из коррозионностойкой стали: ТС 2-1-20-6-1.

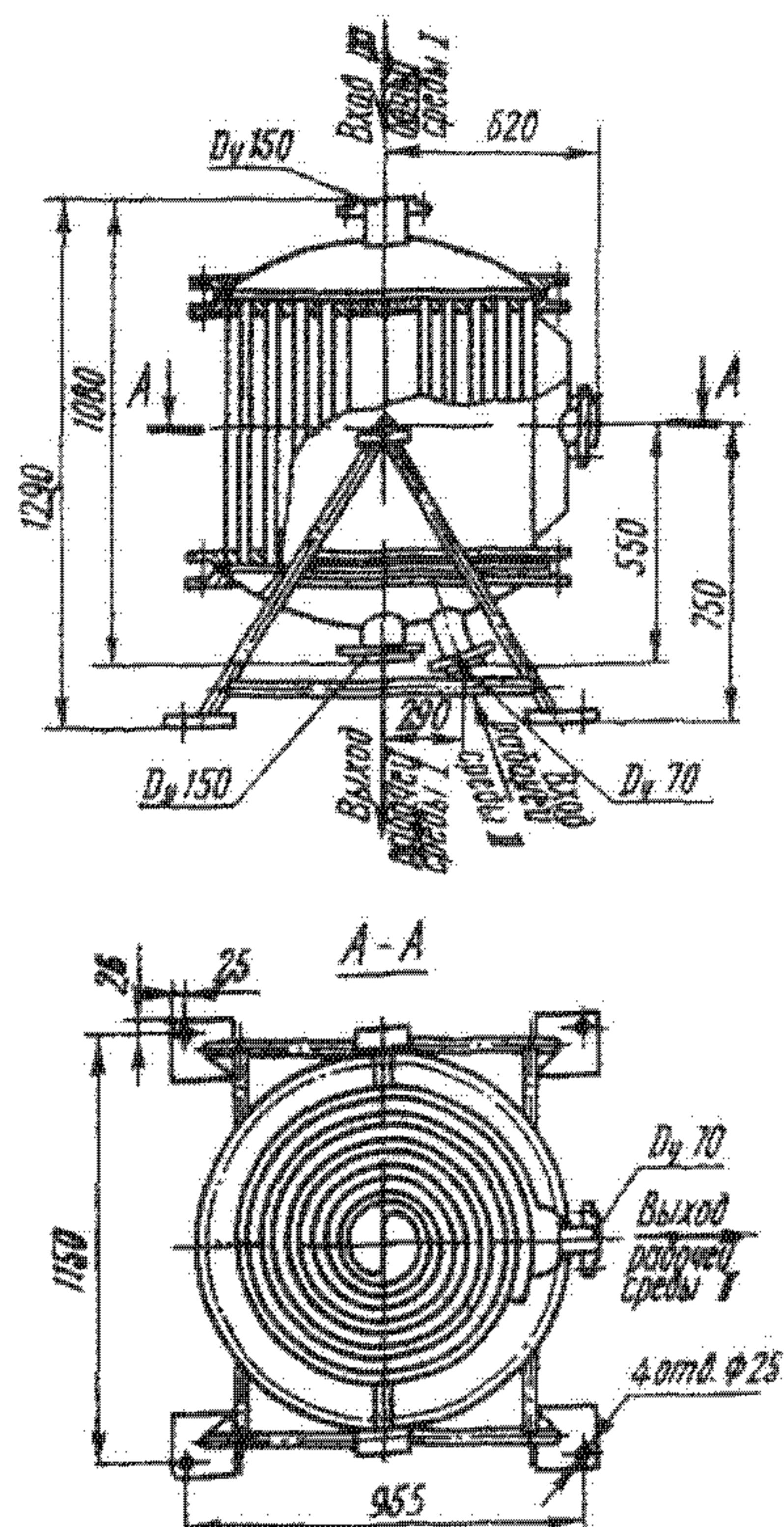


Рис. 43.5. Общий вид теплообменника. Тип 2, исполнение 1

Таблица 43.8

Характеристика теплообменника

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность, м ³ /ч		Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 5632—72)
				сквозного	спирального	при скорости 0,01 м/сек	при скорости 1 м/сек		
20	8	500	20	0,16	0,004	5,76	14,4	1200	Сталь 10Х17Н13М2Т

Теплообменники (исполнение 2)

Предназначены для охлаждения нитrozной серной кислоты и других рабочих сред при необходимости механической чистки каналов по стороне воды.

Теплообменные аппараты рассчитаны на давление до 0,6 МПа (6 кгс/см²) и температуру серной кислоты до 80 °С (из условий предупреждения коррозии в серной кислоте).

Основные размеры теплообменника приведены на рис. 43.6, характеристика — в табл. 43.9.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров приняты на Р_у 0,6 МПа (6 кгс/см²) по ГОСТ 12820—80.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 2, исполнения 2, поверхностью теплообмена 50 м², на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²), из углеродистой стали: ТС 2-2-50-6-2.

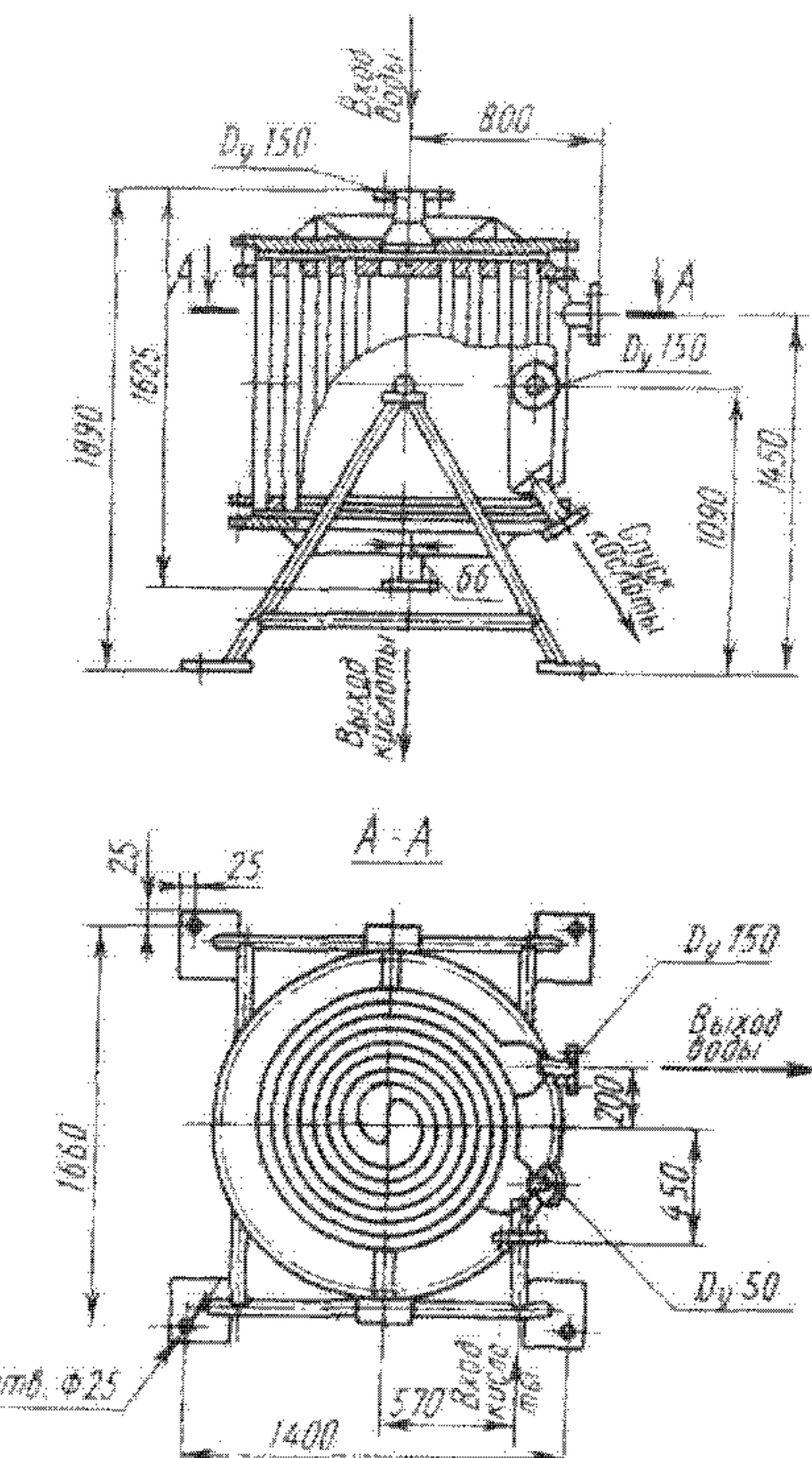


Рис. 43.6. Общий вид теплообменника. Тип 2, исполнение 2

Таблица 43.9

Характеристика теплообменника

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²	Пропускная способность 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380—94)
50	16	1100	22,7	0,0168	60,48	4400	Ст.3сп5

Теплообменники (исполнение 3)

Предназначены для подогрева сточных вод и других загрязненных рабочих сред.

Теплообменные аппараты рассчитаны на давление рабочих сред до 0,8 МПа (8 кгс/см²) и температуру этих сред от -20 до +200 °C.

Основные размеры и характеристика теплообменников приведены на рис. 43.7 и в табл. 43.10.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров приняты на Р_у 1 МПа (10 кгс/см²) по ГОСТ 12822—80.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 2, исполнения 3, поверхностью теплообмена 20 м², на давление 0,8 МПа (8 кгс/см²), из коррозионностойкой стали: ТС 2-3-20-8-1.

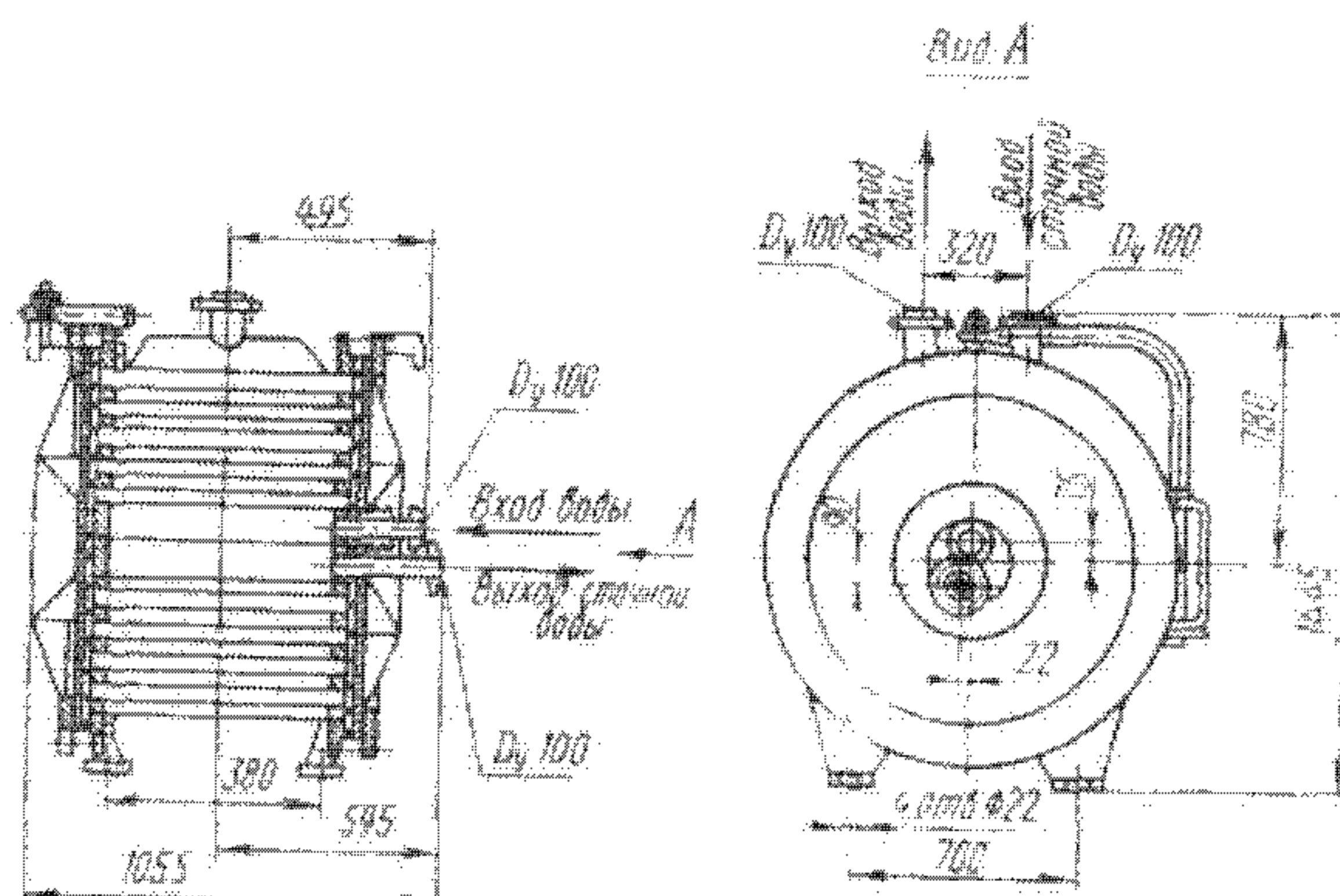


Рис. 43.7. Общий вид теплообменника. Тип 2, исполнение 3

Таблица 43.10

Характеристика теплообменника

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм		Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²		Пропускная способность 1 м/сек, м ³ /ч		Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 5632—72)
	широкого	узкого			широкого	узкого	широкого	узкого		
20	25	12	500	20	0,025	0,006	45	21,6	2400	Сталь 10Х17Н13М2Т

43.4. Спиральные теплообменники с глухими каналами без крышек (тип 3)

Предназначены для охлаждения нитрозной серной кислоты и других сред, не требующих чистки каналов.

Теплообменные аппараты рассчитаны на давление до 0,6 МПа (6 кгс/см²) и температуру серной кислоты до 80 °С (из условий предупреждения коррозии в серной кислоте).

Основные размеры и характеристика теплообменника приведены на рис. 43.8 и в табл. 43.11.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров приняты на Р_у 0,6 МПа (6 кгс/см²) по ГОСТ 12820—80.

Рекомендуемая скорость движения серной кислоты в каналах до 1 м/сек.

Пример условного обозначения спирального теплообменника типа 3, поверхностью теплообмена 50 м², на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²), из углеродистой стали: ТС 3-50-6-2.

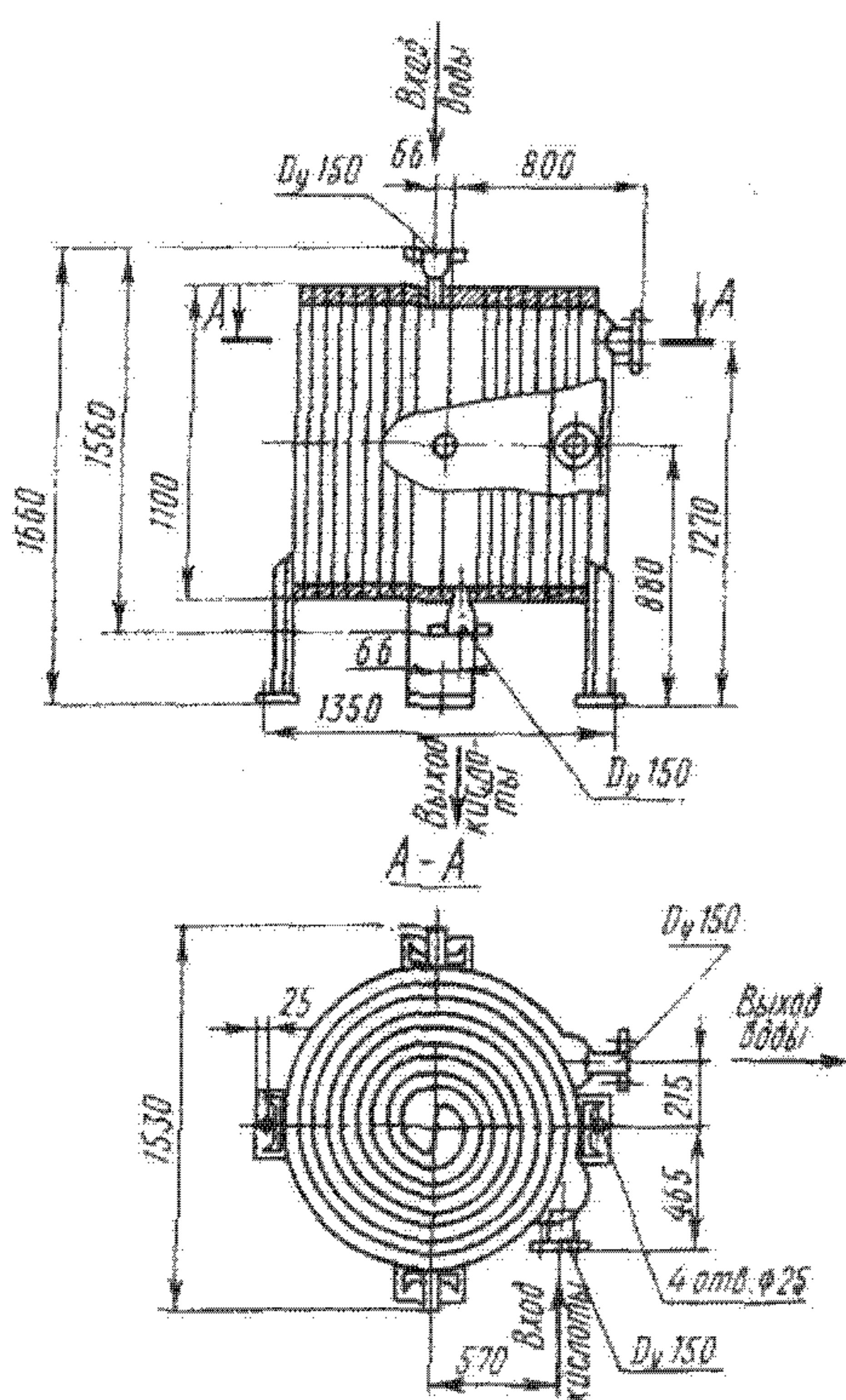


Рис. 43.8. Общий вид теплообменника. Тип 3

Таблица 43.11

Характеристика теплообменника

Поверхность теплообмена, м ²	Ширина канала, мм	Ширина ленты, мм	Длина канала, м	Площадь поперечного сечения канала, м ²	Пропускная способность 1 м/сек, м ³ /ч	Масса, кг	Материал ленты (по ГОСТ 380—94)
50	16	1100	22,7	0,0168	60,48	2850	Ст.3сп5.