

ГЛАВА 44

ТРУБЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ИЗ ФТОРОПЛАСТА

44.1. Общие сведения

Теплообменные аппараты из фторопласта — современный эффективный вид теплообменного оборудования. В главу включены теплообменные аппараты погружного (тип П) и кожухотрубчатого (тип К) типов, предназначенные для нагрева, охлаждения или конденсации коррозионных и особо чистых сред. Эти аппараты применяются в химической, фармацевтической и пищевой промышленности, а также при проведении процессов химической и электрохимической обработки материалов.

Фторопласт характеризуется высокой коррозионной стойкостью, гидрофобностью и высокой диэлектрической характеристикой (величина удельного электрического сопротивления его —  $10^{16}$ — $10^{17}$  Ом · см). Этот материал стоек практически во всех коррозионноактивных средах, однако его устойчивость зависит от температуры, давления и концентрации среды, поэтому в табл. 44.1 приведены справочные данные общего характера.

Гидрофобность фторопластовой теплообменной поверхности способствует снижению отложений и облегчает их удаление, что обеспечивает практически постоянную величину коэффициента теплопередачи на протяжении всего периода эксплуатации. Эффективно использование теплообменных аппаратов из фторопласта в качестве конденсаторов, так как процесс конденсации на несмачиваемых фторопластовых поверхностях имеет капельный характер. Электроизоляционные свойства фторопласта обеспечивают высокую работоспособность аппаратов при проведении процессов электрохимической обработки материалов.

В состав теплообменных аппаратов из фторопла-

ста входят трубные пучки из труб диаметром 3 и 5 мм, с толщиной стенки соответственно 0,4 и 0,6 мм. Благодаря малой толщине стенок, несмотря на невысокую теплопроводность фторопласта в теплообменных аппаратах, достигается достаточная величина коэффициентов теплопередачи, не изменяющаяся в процессе эксплуатации.

Условное давление для теплообменного аппарата из полимерного материала в значительной степени зависит от температуры, поэтому при предварительном выборе аппарата следует пользоваться соответствующим графиком, приведенным на рис. 44.1. Кроме того, учитывая малые величины внутренних диаметров трубок и эквивалентных диаметров межтрубного про-

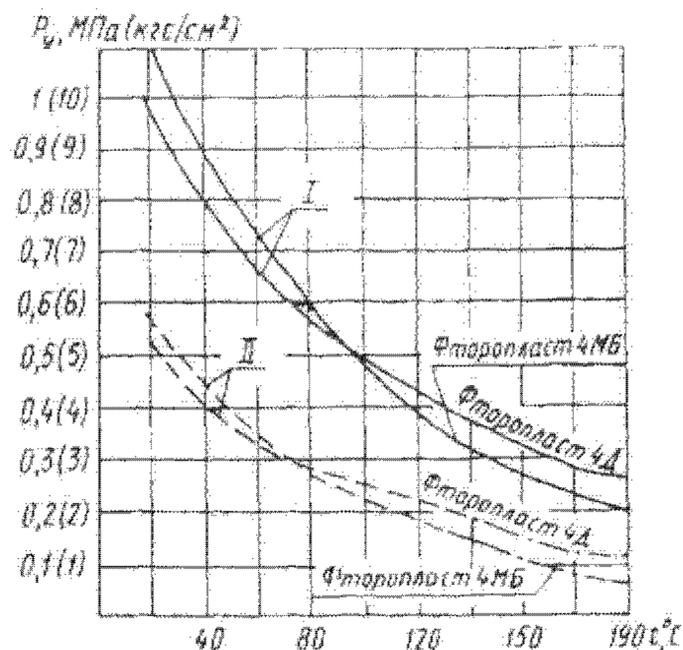


Рис. 44.1. График зависимости условного давления от температуры эксплуатации:  
I — при избыточном давлении в трубном пространстве;  
II — при избыточном давлении в межтрубном пространстве

Таблица 44.1

Стойкость фторопласта 4Д и 4МБ в коррозионных средах

Наименование среды	Концентрация среды	
	для аппарата из фторопласта 4Д	для аппарата из фторопласта 4МБ
Кислоты: серная соляная азотная фосфорная монохлоруксусная уксусная	Любая при температуре до 220 °С Любая — до кипения Любая при температуре до 90 °С До 60% — до кипения Любая — до кипения То же	Любая при температуре до 150 °С Любая — до кипения — До 60% — до кипения — Любая — до кипения
Водные растворы: хлористого калия, хлористого аммония, хлористого натрия, гипохлоритов	То же	То же
Вода: морская, геотермальная	До кипения	До кипения
Электролиты: хромирования, цинкования, меднения, никелирования, эмалирования, кадмирования	Фторопласты устойчивы при температуре проведения технологических процессов нанесения гальванопокрытий и подготовке поверхности перед их нанесением	
Травильные растворы (алюминия, титана, стали)	То же	

странства, при предварительном выборе теплообменного аппарата необходимо принимать во внимание степень загрязненности механическими примесями сред, поступающих в аппарат (размер отдельных частиц не должен превышать 1/10 внутреннего диаметра трубок — для трубного пространства и 1/20 эквивалентного диаметра — для межтрубного пространства), и предполагаемую величину гидравлического сопротивления.

Теплообменный аппарат типа П состоит из гибкого или жесткого трубного пучка, узлов уплотнений и узлов подвода и отвода теплоносителя. У аппарата типа К, кроме того, имеется металлический или фторопластовый кожух.

По обоим концам трубных пучков расположены трубные решетки, в которых при помощи сварки закреплены теплообменные фторопластовые трубки.

Все узлы аппаратов, соприкасающиеся с агрессивной средой, изготовлены из коррозионностойких материалов.

Гибкость фторопластовых трубок позволяет в случае необходимости (по согласованию с заказчиком) для аппаратов типа П, исполнения 2 собрать трубный пучок различными способами (например, в виде плоских кос, цилиндрической конфигурации пучка и др.).

В главу включены данные о теплообменных аппаратах площадью поверхности теплообмена от 1 до 40 м<sup>2</sup>.

Условное давление: в трубном пространстве — от 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 150 °С до 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 20 °С; в межтрубном пространстве — от 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 150 °С до 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре 20 °С.

Удельный теплосъем — от 4,4 до 9 кВт/м<sup>2</sup>.

Тип и конструктивное исполнение аппарата подбирают в зависимости от его назначения (табл. 44.2).

Типы, основные параметры и размеры аппаратов приведены в соответствии с ОСТ 26-01-155—82.

Трубные пучки теплообменных аппаратов типов П и К изготавливаются из фторопласта 4МБ (ТУ 6-05-041-510—82) или 4Д (ГОСТ 22056—76); корпусные узлы аппаратов типа К — из фторопласта 4 (ТУ 6-05-987—79) и коррозионностойких сталей (ГОСТ 5632—72); трубные решетки — из фторопласта 4 (ТУ 6-05-810—76).

Материал уплотнений — резина ИРП-1225 (ТУ 38-105628—78) и резина ВС (ТУ 38-105376—82).

Требования безопасности при монтаже, испытании, эксплуатации и ремонте должны соответствовать ГОСТ 12.2.003—74 и «Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию».

Погрузка, разгрузка и строповка при подъеме и установке аппаратов в проектное положение — по ГОСТ 12.3.009—76.

При установке аппаратов типа П в емкостях, укомплектованных мешалками, конвейерами, электродами и другими внутренними устройствами, необ-

## Область назначения аппаратов

Тип	Конструктивное исполнение	Назначение
П	1 — с трубным пучком в виде многослойного объемного диска	Отвод тепла от парогазовых и парогазожидкостных потоков в колонных аппаратах
	2 — с гибким трубным пучком	Отвод и подвод тепла в рабочие растворы емкостных аппаратов преимущественно открытого типа
	3 — с плоским жестким трубным пучком	То же
	4 — с жестким объемным трубным пучком	Отвод и подвод тепла в рабочие растворы емкостных аппаратов открытого и закрытого типа
	5 — с плоским жестким V-образным трубным пучком	Отвод тепла от жидкостей в закрытых емкостных аппаратах при непрерывном движении потока
	6 — с цилиндрическим жестким V-образным трубным пучком	Отвод тепла с частичной конденсацией парогазовых смесей
К	1 — с цилиндрическим прямым трубным пучком в цилиндрическом корпусе	Нагрев или охлаждение агрессивных жидкостей
	2 — с цилиндрическим V-образным трубным пучком в цилиндрическом корпусе	Нагрев или охлаждение агрессивных жидкостей и конденсация парогазовых смесей
	3 — с несколькими плоскими V-образными трубными пучками в прямоугольном корпусе	Отвод тепла от агрессивных жидкостей

ходимо предусмотреть защиту от механических повреждений.

При эксплуатации аппаратов следует исключить возможность превышения допустимого при данной температуре давления и механического повреждения трубного пучка, уплотнительных прокладок и колец. Давление при пуске следует повышать плавно.

Аппараты должны быть защищены от статического электричества (заземлены) согласно «Правилам защиты от статического электричества в производствах химической и нефтеперерабатывающей промышленности». Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

На месте эксплуатации аппараты должны быть обеспечены контрольно-измерительными приборами для контроля давления и температуры.

Хранить аппараты следует упакованными, в закрытом неотапливаемом помещении или под навесом, защищающим их от атмосферных осадков. Условия хранения — по группе Ж2, ГОСТ 15150—69. Аппараты необходимо беречь от контакта с открытым огнем; сварку вблизи аппаратов производить нельзя.

*Условное обозначение аппарата*

П — аппарат погружного типа; К — аппарат кожухотрубчатого типа; цифры после буквы — номинальная площадь поверхности теплообмена; цифры после тире — конструктивное исполнение; Н — не-

металл (в данном случае — фторопласт); последние две цифры — номер модели.

Модель аппарата определяется следующими параметрами: внутренним диаметром и количеством трубок в трубном пучке; наружным диаметром дисков (для аппаратов типа П, исполнение 1); материалом трубок и материалом корпуса (для аппаратов типа К).

Например, теплообменный фторопластовый аппа-

рат погружного типа, номинальной площадью поверхности теплообмена  $32 \text{ м}^2$ , исполнение 1, модель 01 обозначается: П 32-1Н-01;

теплообменный фторопластовый аппарат кожухотрубчатого типа, номинальной площадью поверхности теплообмена  $16 \text{ м}^2$ , исполнение 3, модель 01 обозначается: К 16-3Н-01.

## 44.2. Теплообменные погружные аппараты типа П

Предназначены для установки в емкостях открытого и закрытого типов. Их можно использовать в основном в качестве холодильников и нагревателей.

Аппараты выпускаются в шести исполнениях, различающихся конфигурацией трубного пучка.

### Аппарат исполнения 1, П 32-1Н-01 (ТУ 26-01-845—81)

Аппарат общего назначения; может применяться в колоннах концентрирования азотной кислоты, ректификации хлормасла, отбелочных колоннах для получения концентрированной азотной кислоты и т.д. в качестве встроенного теплообменного элемента (холодильника-дефлегматора, нагревателя, ситчатой тарелки и пр.). Аппарат обеспечивает проведе-

ние процессов абсорбции в изотермическом режиме, отвод избытка жидкой фазы из области контакта, а также уменьшает унос жидкости из колонны.

Теплообменный аппарат (рис. 44.2) состоит из десяти объемных дисков 1, образованных переплетенными между собой теплообменными трубками, концы которых собраны и вварены в две трубные решетки 2.

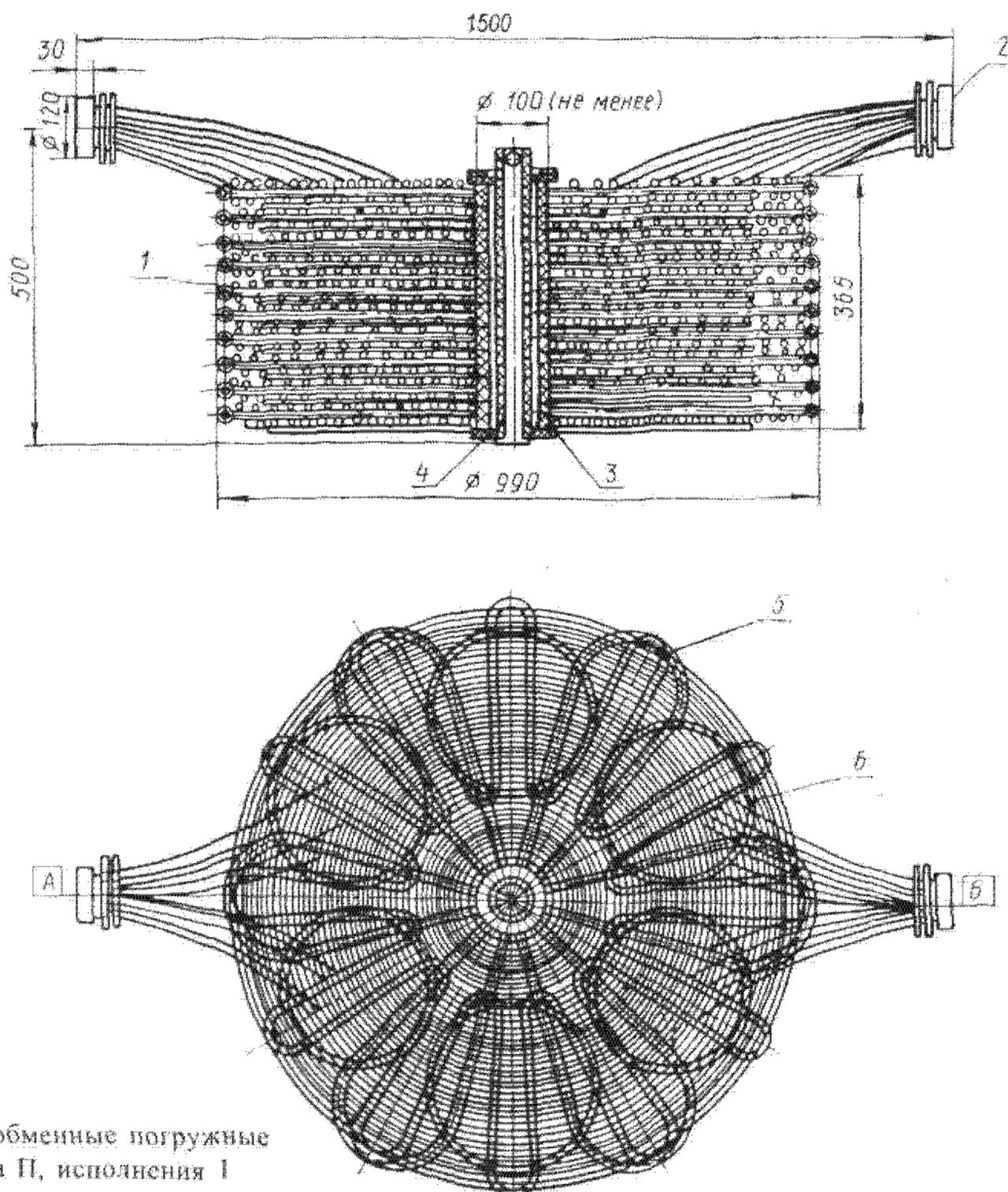


Рис. 44.2. Теплообменные погружные аппараты типа П, исполнения 1

Каждый диск имеет в центре ступенчатое кольцо 3 со вставленными в него скобами 5 из фторопластовых трубок. К каждому диску с нижней стороны прикреплены дистанционные кольца 6. Центральная часть аппарата — стакан 4, используемый при монтаже. Охлаждающий

(или нагревающий) теплоноситель подается в трубное пространство через одну из трубных решеток (штуцер А); выход хладагента — через штуцер Б.

Материал трубок — фторопласт 4Д.

#### Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> .....	32
Трубки:	
внутренний диаметр, мм .....	3
толщина стенки, мм .....	0,4
количество .....	313
Масса аппарата, кг .....	не более 47

#### Аппараты исполнения 2, П 1-2Н-01, П 2,5-2Н-01, П 4-2Н-01, П 4-2Н-02, П 6,3-2Н-01, П 6,3-2Н-0,2 и П 10-2Н-01 (ТУ 26-01-685—82)

Предназначены для охлаждения или нагрева коррозионных растворов в емкостных аппаратах открытого типа. Применяются в качестве холодильников ванн анодирования и аммикатного цинкования, нагревателей ванн хромирования, холодильников к сборникам серной кислоты, холодильников установок серной кислоты.

Аппарат состоит (рис. 44.3.) из гибкого трубного пучка 1, металлических штуцеров 2 с дюймовой резьбой для подсоединения к подводным коммуникациям, фильтров 3 для задержки механических примесей и уплотнений 4 трубных решеток в штуцерах.

Гибкость трубного пучка позволяет использовать аппараты в емкостях различных конфигураций. Минимальный радиус изгиба пучка при монтаже 150 мм. Штуцера аппарата следует располагать выше уров-

ня раствора, находящегося в емкости. Производительность аппарата зависит от его эффективной (расположенной в растворе) длины трубного пучка.

По желанию заказчика трубный пучок может быть выполнен в виде цилиндра (трубки, переплетенные между собой и свободно расположенные) и в виде плоских плетеных кос.

Охлаждающий (или нагревающий) теплоноситель подается в трубное пространство через штуцер А; выход теплоносителя — через штуцер Б (или наоборот).

Материал трубок — фторопласт 4МБ (для аппаратов П 4-2Н-01 и П 6,3-2Н-02) и фторопласт 4Д (для аппаратов П 1-2Н-01, П 2,5-2Н-01, П 4-2Н-02, П 6,3-2Н-01 и П 10-2Н-01).

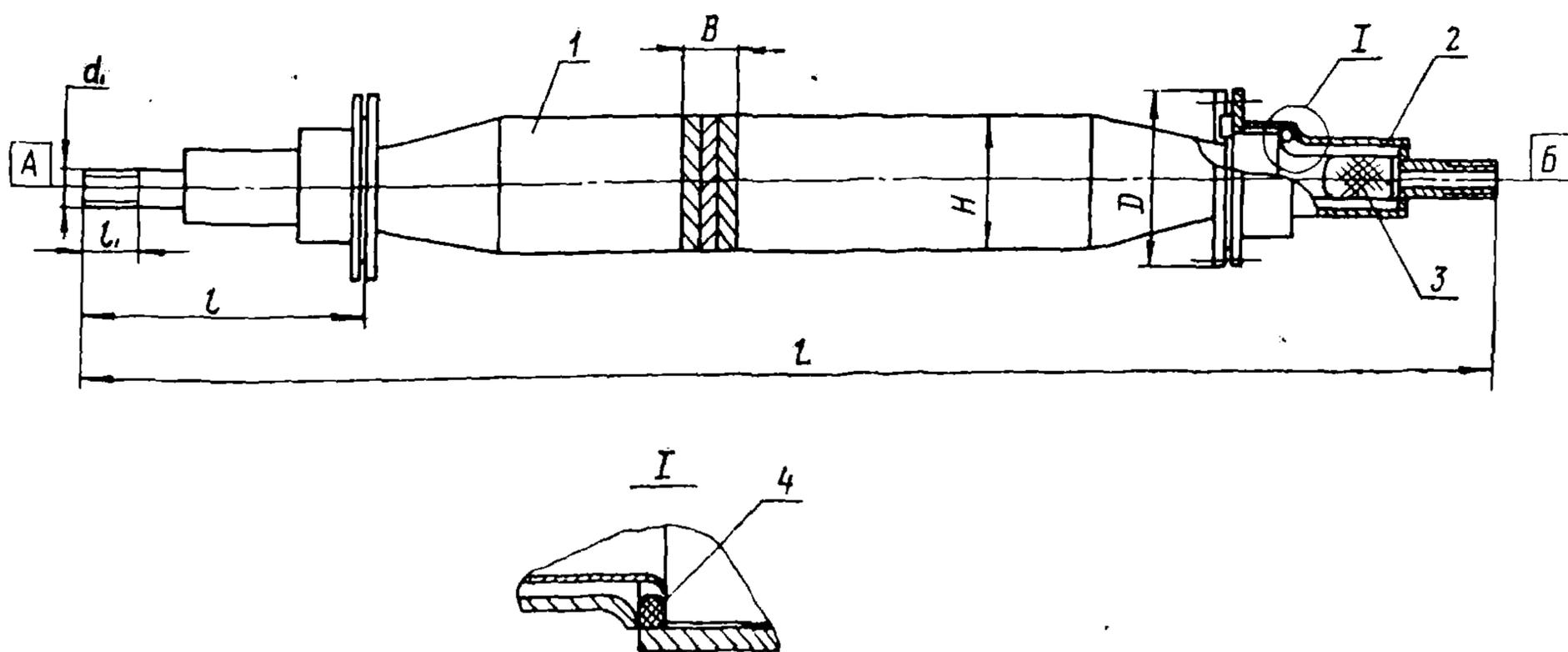


Рис. 44.3. Теплообменные погружные аппараты типа П, исполнения 2

Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>	Код ОКП	Условное обозначение аппарата	Основные размеры, мм										Количество трубок	Масса, кг, не более
			аппарата							трубки				
			<i>B</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l<sub>1</sub></i>	<i>D</i>	<i>d<sub>1</sub></i>	внутренний диаметр	толщина стенки			
1	36 1231 6031	П 1-2Н-01	40	120	2210	185	45	130	Труб. 3/4"	3	0.4	61	6	
2,5	36 1231 6027	П 2,5-2Н-01	40	150	3010	185	45	130				91	7,5	
4	36 1231 6019	П 4-2Н-01	50	180	2910	185	45	130				151	10	
4	36 1231 6028	П 4-2Н-02	50	180	2910	185	45	142				151	10	
6,3	36 1231 6029	П 6,3-2Н-01	50	180	4510	185	45	142				151	12	
6,3	36 1231 6020	П 6,3-2Н-02	50	180	4510	185	45	130				151	12	
10	36 1231 6030	П 10-2Н-01	100	180	3460	210	50	175	Труб. 1"			313	19	

Аппараты исполнения 3, П 2,5-3Н-01, П 2,5-3Н-02, П 4-3Н-01, П 4-3Н-02, П 4-3Н-03, П 6,3-3Н-01, П 6,3-3Н-02, П 6,3-3Н-03, П 10-3Н-01 и П 10-3Н-02 (ТУ 26-01-685—82)

Предназначены для охлаждения или нагрева коррозионных растворов в емкостных прямоугольных аппаратах открытого типа (холодильниках ванн цианистого цинкования).

Аппараты (рис. 44.4) включают в себя жесткий плоский трубный пучок *1*, позволяющий размещать их в узком промежутке между электродами и внутренней стенкой ванны, металлические штуцера 2 с дюймовой резьбой для подсоединения к подводящим коммуникациям, уплотнение 3 трубных решеток в штуцерах и фильтры 4 для задержки механических примесей.

Уровень раствора в емкости должен быть на 100—150 мм выше верхней горизонтальной части трубного пучка.

При установке заказчиком дополнительной крепежной горизонтальной планки (из винипласта или полиэтилена), связывающей штуцера, аппарат следует устанавливать непосредственно на борту ванны.

Охлаждающий (или нагревающий) теплоноситель подается в трубное пространство через штуцер *A*; выход теплоносителя — через штуцер *B* (или наоборот).

Материал трубок — фторопласт 4МБ (для аппаратов П 2,5-3Н-01, П 4-3Н-01, П 4-3Н-02, П 6,3-3Н-01, П 6,3-3Н-02 и П 10-3Н-01) и фторопласт 4Д (для аппаратов П 2,5-3Н-02, П 4-3Н-03, П 6,3-3Н-03 и П 10-3Н-02).

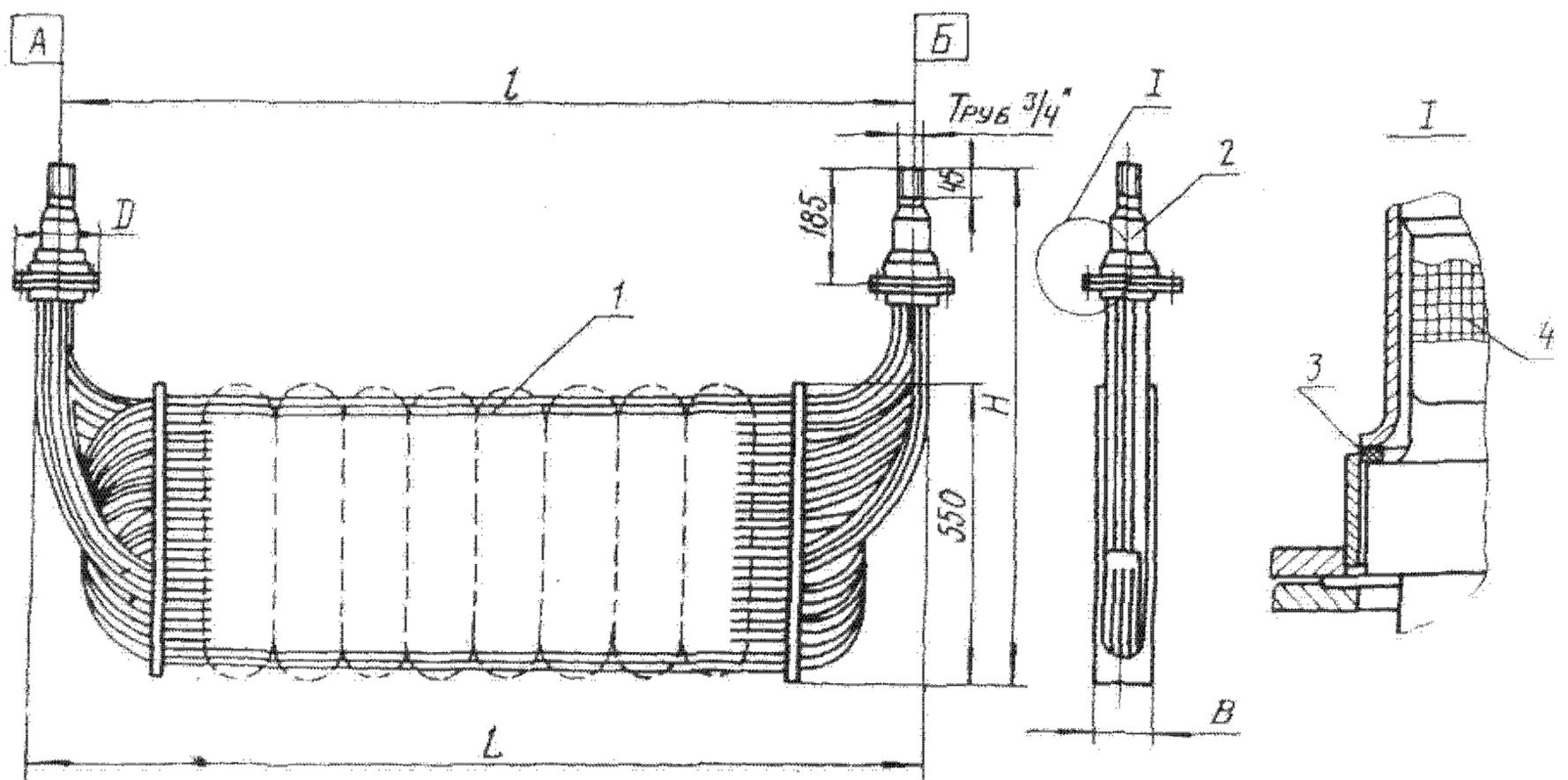


Рис. 44.4. Теплообменные погружные аппараты типа П, исполнения 3

## Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>	Код ОКП	Условное обозначение аппарата	Основные размеры, мм							Количество трубок	Масса, кг, не более
			аппарата					трубки			
			<i>B</i>	<i>L</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>l</i>	внутренний диаметр	толщина стенки		
2,5	36 1231 6021	П 2,5-3Н-01	80	800	1010	130	750	5	0,6	61	9,5
2,5	36 1231 6032	П 2,5-3Н-02	80	800	1010	142	750	5	0,6	61	10,5
4	36 1231 6022	П 4-3Н-01	80	1100	1010	130	1050	5	0,6	61	11,5
4	36 1231 6023	П 4-3Н-02	90	700	1075	130	650	3	0,4	151	10,5
4	36 1231 6033	П 4-3Н-03	90	700	1075	142	750	3	0,4	151	11
6,3	36 1231 6024	П 6,3-3Н-01	90	1100	1075	130	1050	3	0,4	151	12
6,3	36 1231 6025	П 6,3-3Н-02	82	1800	1010	130	1750	5	0,6	61	14,5
6,3	36 1231 6034	П 6,3-3Н-03	90	1100	1075	142	750	3	0,4	151	13
10	36 1231 6026	П 10-3Н-01	90	1800	1075	130	1750	3	0,4	151	16,5
10	36 1231 6035	П 10-3Н-02	90	1800	1075	142	1735	3	0,4	151	17,5

## Аппарат исполнения 4, П 6,3-4Н-01 (ТУ 26-01-685—82)

Предназначен для нагрева или охлаждения коррозионных растворов в емкостях открытого и закрытого типов (нагревателях ванн сернокислого раствора).

Аппарат (рис. 44.5) представляет собой жесткий трубный пучок 1 в виде спирального пакета. Трубки, сваренные в трубные решетки 4, разведены с помощью стержней 3, которые укреплены в ограничительных пластинах 2.

Аппарат в наклонном или горизонтальном положении монтируют на дне емкости.

Охлаждающий (или нагревающий) теплоноситель подается через одну из трубных решеток (штуцер А); выход теплоносителя — через штуцер Б.

Материал трубок — фторопласт 4Д.

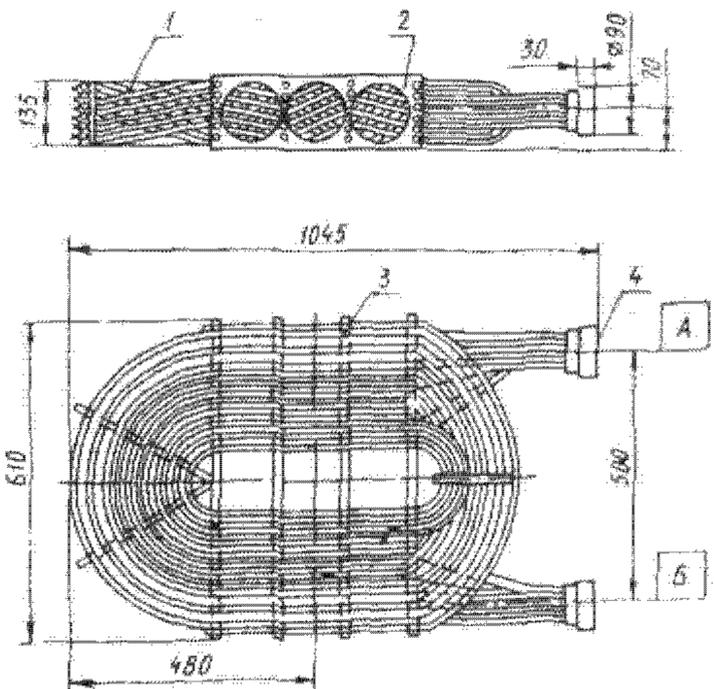


Рис. 44.5. Теплообменный погружной аппарат типа П, исполнения 4

## Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> .....	6,3
Трубки:	
внутренний диаметр, мм .....	3
толщина стенки, мм .....	0,4
количество .....	109
Масса аппарата, кг .....	не более 15

## Аппарат исполнения 5, П 4-5Н-01 (ТУ 26-01-910—83)

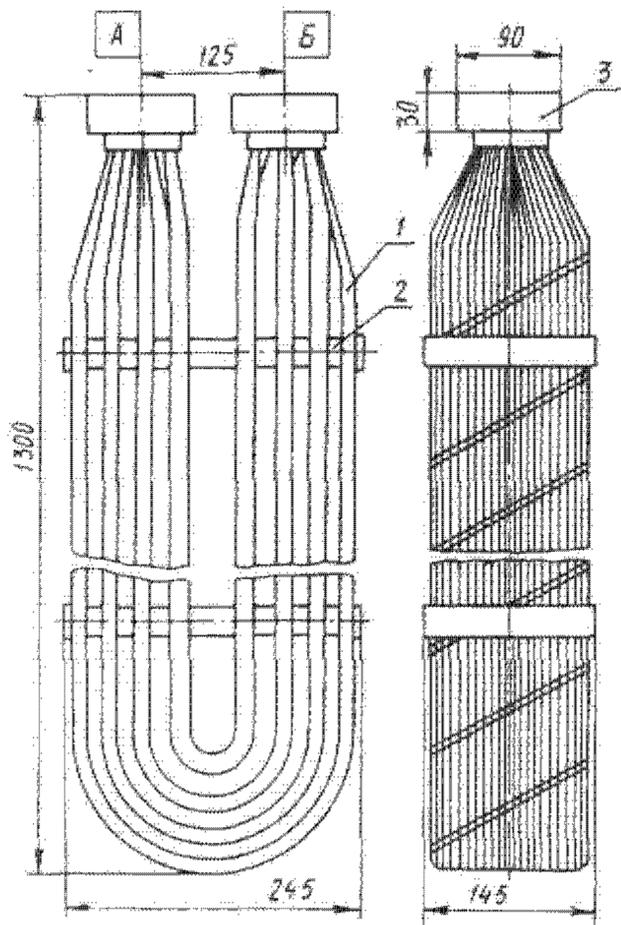
Предназначен для нагрева, охлаждения или конденсации коррозионных сред. Применяется в качестве конденсатора паров фосфорной кислоты (пары — в межтрубном пространстве), холодильника к сборнику серной кислоты, холодильника азотной кислоты.

Аппарат может быть использован как самостоятельный или комплектующий элемент к серийно выпускаемому кожухотрубчатому теплообменному аппарату типа К (исполнение 3).

Аппарат (рис. 44.6) включает в себя плоский жесткий V-образный трубный пучок 1, сваренный в трубные решетки 3. Трубный пучок выполнен в виде плоских кос, разделенных дистанционными проставками 2.

Охлаждающий (или нагревающий) теплоноситель подается через одну из трубных решеток (штуцер А); выход теплоносителя — через штуцер Б.

Материал трубок — фторопласт 4Д.



**Техническая характеристика**

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> .....	4
Трубки:	
внутренний диаметр, мм .....	3
толщина стенки, мм .....	0,4
количество .....	151
Масса аппарата, кг .....	не более 8

Рис. 44.6. Теплообменный погружной аппарат типа П, исполнения 5

**Аппараты исполнения 6, П 6,3-6Н-01, П 20-6Н-01, П 32-6Н-01 и П 40-6Н-01 (ТУ 26-01-911—83)**

Предназначены для нагрева, охлаждения или конденсации коррозионных сред. Применяются в качестве конденсаторов паров азотной кислоты (пары — в межтрубном пространстве).

Аппарат может быть использован как самостоятельный или комплектующий элемент к кожухотрубчатому теплообменному аппарату типа К (исполнение 2).

Аппарат (рис. 44.7) включает в себя цилиндрический жесткий V-образный трубный пучок 1, вваренный в трубные решетки 3. Трубный пучок выполнен в виде коцентрически размещенных один в другом полых цилиндров, на каждом из которых в нижней части расположены распределительные фторопластовые кольца 2.

Охлаждающий (или нагревающий) теплоноситель подается через одну из трубных решеток (штуцер А); выход теплоносителя — через штуцер Б.

Материал трубок — фторопласт 4Д.

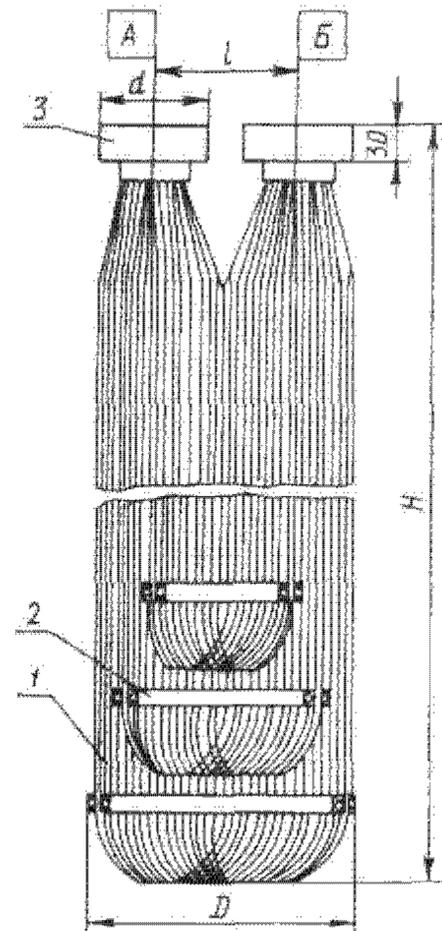


Рис. 44.7. Теплообменный погружной аппарат типа П, исполнения 6

**Техническая характеристика**

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>	Код ОКП	Условное обозначение аппарата	Основные размеры, мм						Количество трубок	Масса, кг, не более
			аппарата				трубки			
			D	H	l	d	внутренний диаметр	толщина стенки		
6,3	36 1231 6037	П 6,3-6Н-01	165	1630	142	95	3	0,4	151	10
20	36 1231 6041	П 20-6Н-01	350	1845	210	145			529	28
32	36 1231 6040	П 32-6Н-01	350	2845	210	145			529	38
40	36 1231 6039	П 40-6Н-01	350	3545	210	145			529	45

### 44.3. Теплообменные кожухотрубчатые аппараты типа К

Предназначены для использования в качестве холодильников, нагревателей или конденсаторов.

Детали, соприкасающиеся с агрессивной средой, изготовлены из коррозионностойких материалов.

Прямые трубные пучки образованы плетением плоских кос с различным количеством трубок (ис-

полнение 1); V-образные трубные пучки выполнены в виде полых цилиндров, расположенных один в другом (исполнение 2), и в виде плоских кос, между которыми установлены дистанционные приставки (исполнение 3).

#### Аппарат исполнения 1, К 20-1Н-02 (ТУ 26-01-912—83)

Предназначен для нагрева или охлаждения агрессивных сред в холодильниках серной кислоты (серная кислота находится в трубном пространстве).

Аппарат (рис. 44.8) состоит из цилиндрического корпуса 1, прямого цилиндрического трубного пучка 2, внутреннего кожуха 3, служащего для лучшего распределения потока по межтрубному пространству, и де-

талей уплотнения 4 трубных решеток трубного пучка в корпусе аппарата.

Материал корпуса — сталь 20; трубок — фторопласт 4Д.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров соответствуют ГОСТ 12815—80 на  $P_y$  0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).

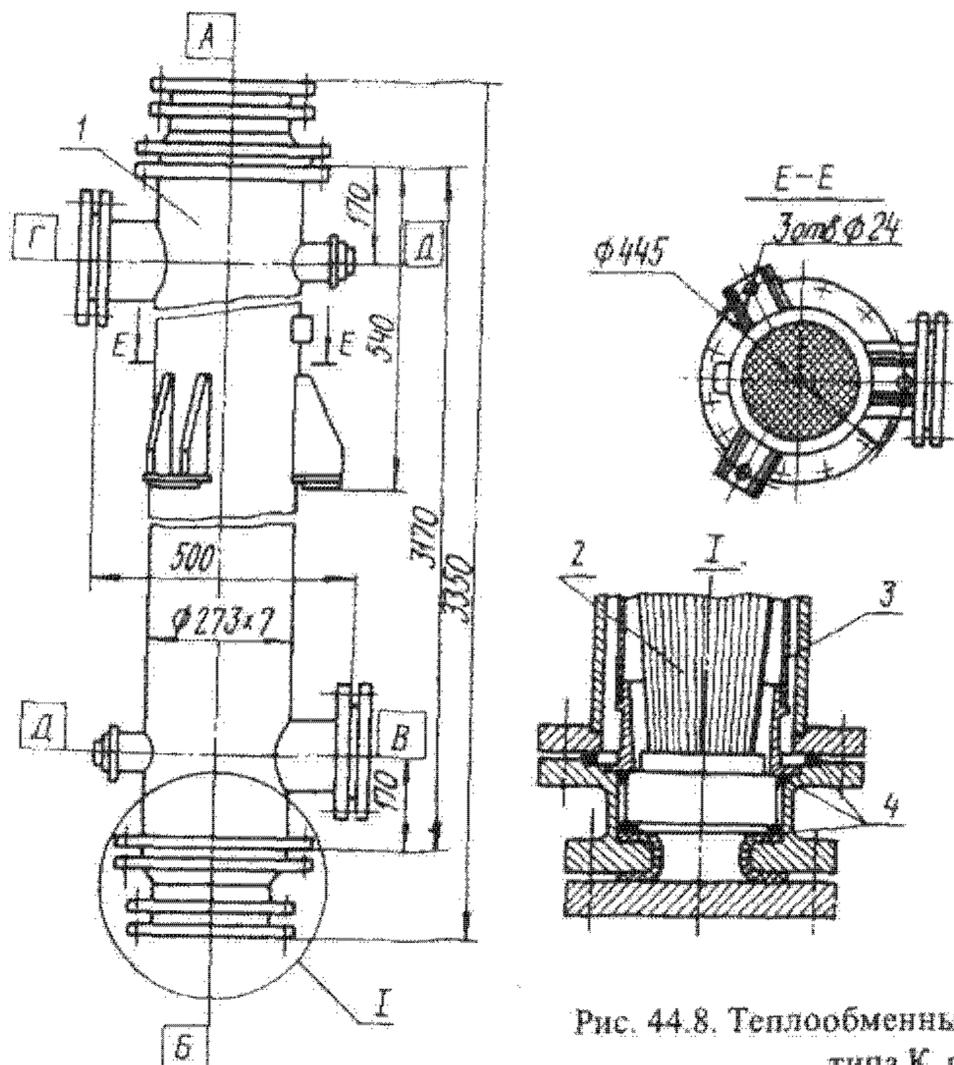


Рис. 44.8. Теплообменный кожухотрубчатый аппарат типа К, исполнения 1

Таблица штуцеров

Обозначение	Назначение	Условный проход, мм	Количество
А	Вход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя	150	1
Б	Выход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя	150	1
В	Вход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя	125	1
Г	Выход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя	125	1
Д	Выход воздуха	15	2

#### Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> .....	20
Трубки:	
внутренний диаметр, мм .....	5
толщина стенки, мм .....	0,6
количество .....	380
Эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м .....	0,0266
Масса аппарата, кг .....	не более 370

Аппараты исполнения 2, К 6,3-2Н-01, К 20-2Н-01, К 32-2Н-01 и К 40-2Н-01  
(ТУ 26-01-684—77 и ТУ 26-01-911—83)

Предназначены для нагрева, охлаждения или конденсации агрессивных сред (конденсации и охлаждения паров азотной кислоты). Пары азотной кислоты находятся в межтрубном пространстве.

Аппарат (рис. 44.9) включает в себя цилиндрический фторопластовый корпус 1, V-образный цилиндрический трубный пучок 2 и детали уплотнения 3 трубных решеток трубного пучка в корпусе аппарата.

Материал корпуса — фторопласт 4; узлов и деталей — сталь Ст3сп5; трубок — фторопласт 4Д.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров соответствуют ГОСТ 12815—80 на  $P_y$  0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).

Таблица штуцеров

Обозначение	Назначение	Условный проход, мм		Количество
		К 6,3-2Н-01	К 20-2Н-01, К 32-2Н-01, К 40-2Н-01	
А	Вход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя	50	65	1
Б	Выход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя	50	65	
В	Вход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя	50	125	
Г	Выход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя	25	60	
Д	Выход газов на абсорбционную очистку	25	60	

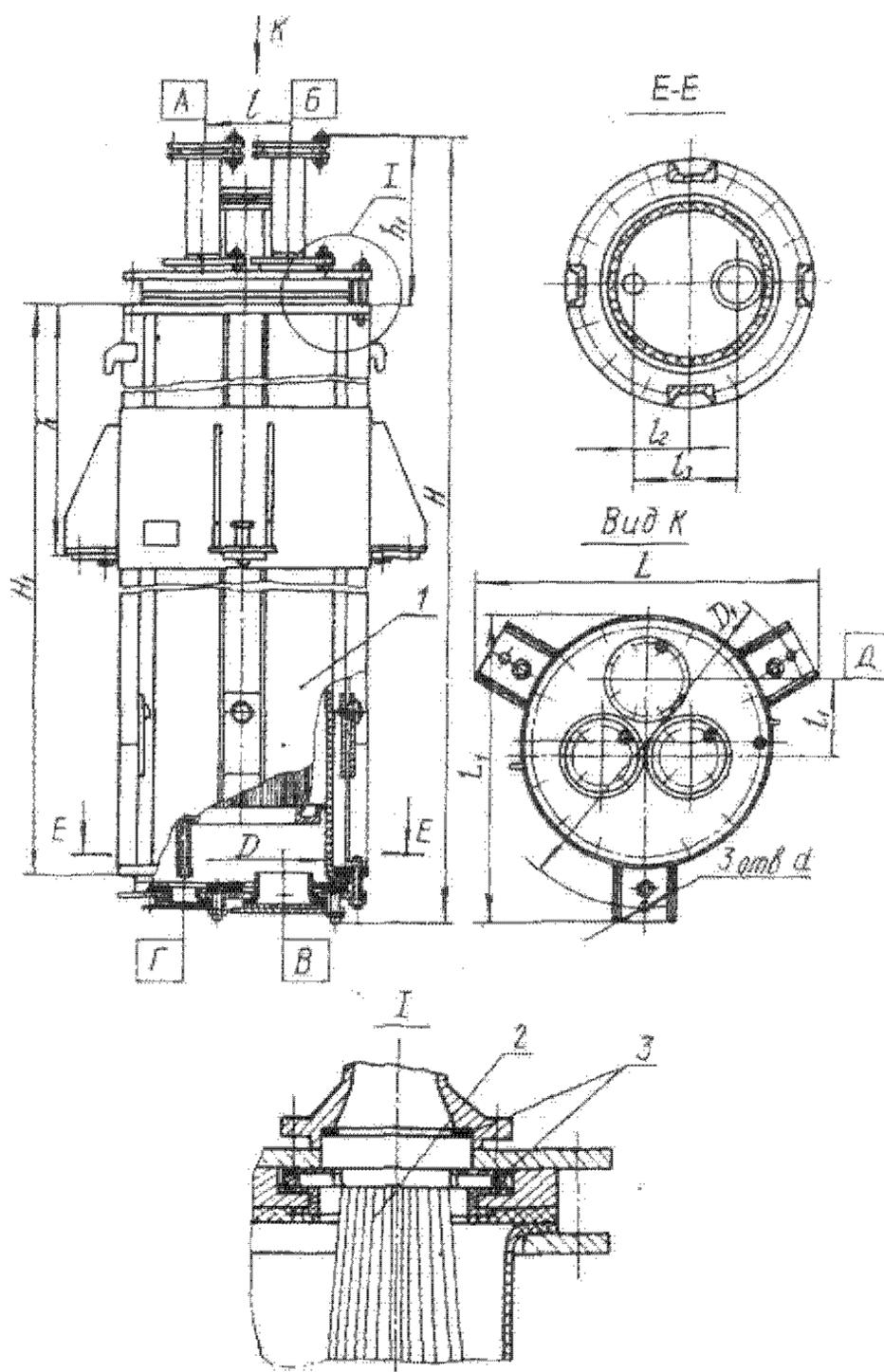


Рис. 44.9. Теплообменный кожухотрубчатый аппарат типа К, исполнения 2

Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>	Код ОКП	Условное обозначение аппарата	Основные размеры, мм														Количество трубок	Эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м	Масса, кг, не более	
			аппарата											трубки						
			D	H	H <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	h	h <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	d	внутренний диаметр				толщина стенки
6,3	36 1213 6007	К 6,3-2Н-01	200	2150	1750	510	450	142	170	80	140	450	150	485	12	3	0,4	151	0,066	170
20	36 1213 6004	К 20-2Н-01	400	2380	1940	850	750	210	185	140	240	700	300	832	28			529	0,042	510
32	36 1213 6005	К 32-2Н-01	400	3380	2940	850	750	210	185	140	240	700	300	832	28			529	0,042	600
40	36 1213 6006	К 40-2Н-01	400	4100	2780	850	750	210	185	140	240	700	300	832	28			529	0,042	691

Аппараты исполнения 3, К 16-3Н-01, К 20-3Н-01 и К 32-3Н-01  
(ТУ 26-01-910—83)

Предназначены для нагрева, охлаждения или конденсации агрессивных сред в холодильниках продукционной азотной кислоты.

Аппарат (рис. 44.10, 44.11, 44.12) представляет собой прямоугольный корпус 1 с перегородками 2. Между перегородками установлены V-образные трубные пучки 3, трубные решетки которых закреплены в индивидуальных крышках 4 корпуса. В крышках трубных решеток предусмотрены уплотнения 5.

Агрессивный теплоноситель, поступающий в корпус аппарата, переходит последовательно из одной

камеры в другую. При этом он охлаждается, нагревается или конденсируется, одновременно очищаясь от механических примесей. По мере накопления осадка в межтрубном пространстве аппарат останавливают на промывку и очистку.

Материал корпуса — сталь 15Х18Н12С4ТЮ; трубок — фторопласт 4Д.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров соответствуют ГОСТ 12815—80 на  $P_y$  0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).

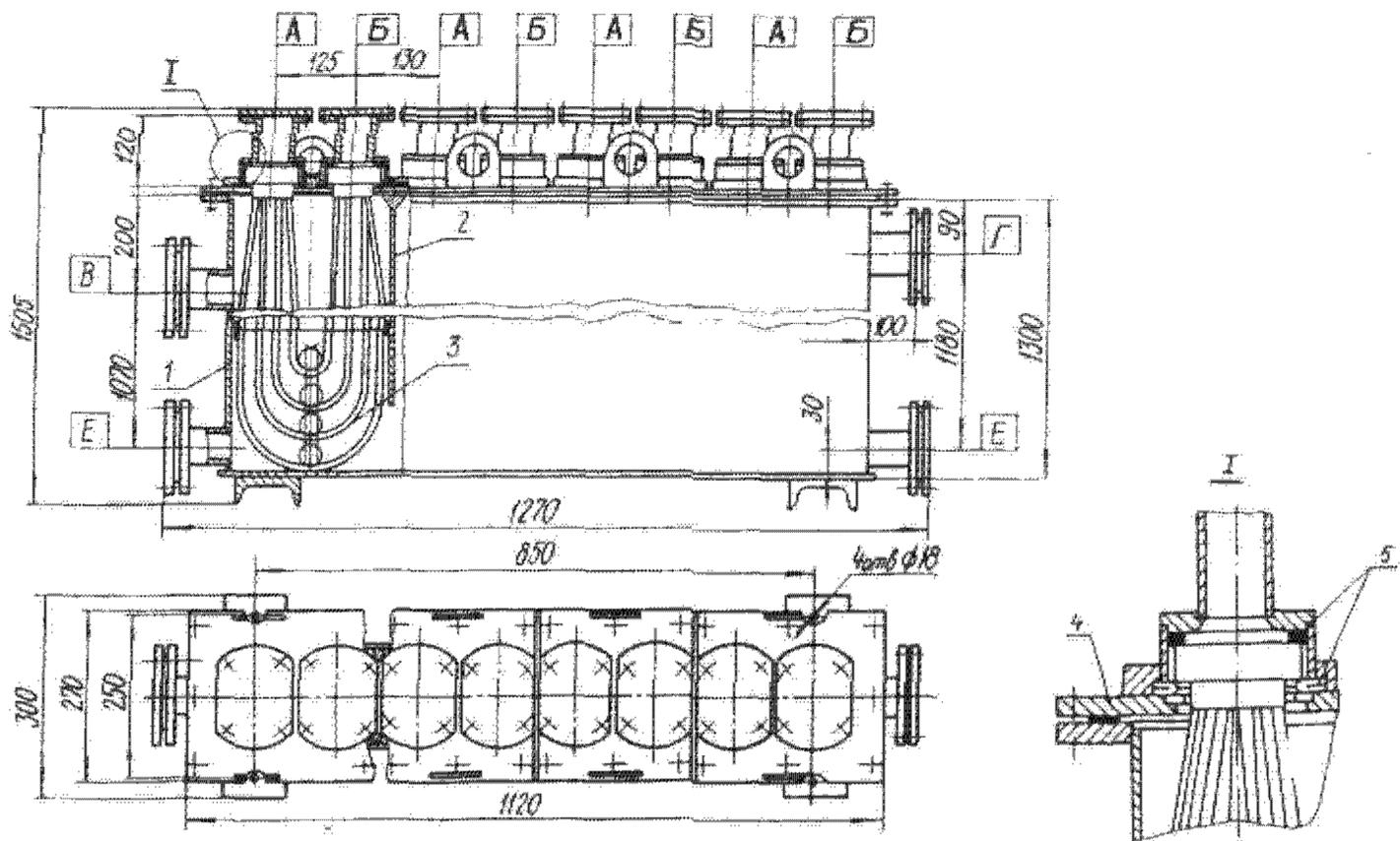


Рис. 44.10. Общий вид аппарата К 16-3Н-01

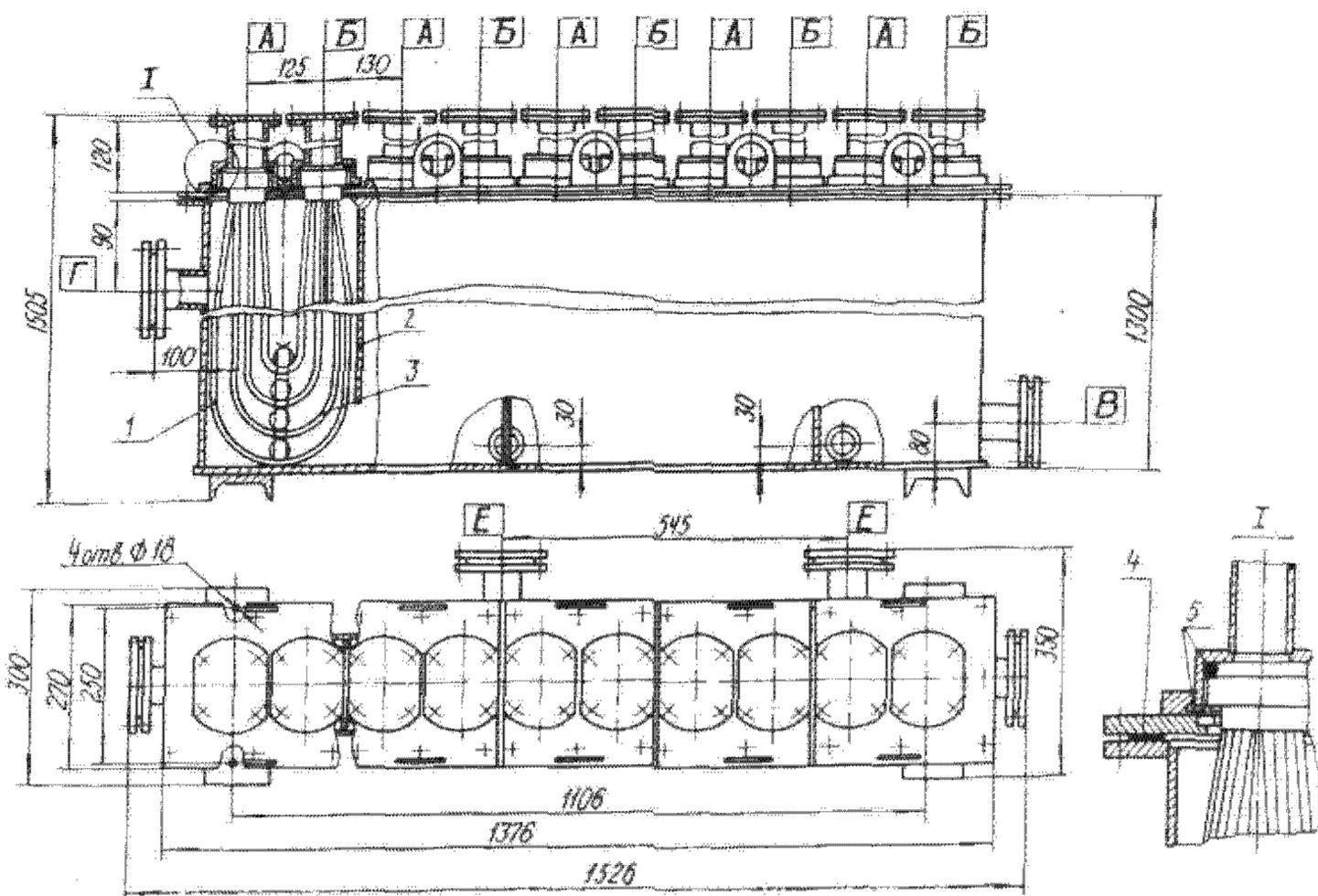


Рис. 44.11. Общий вид аппарата К 20-3Н-01

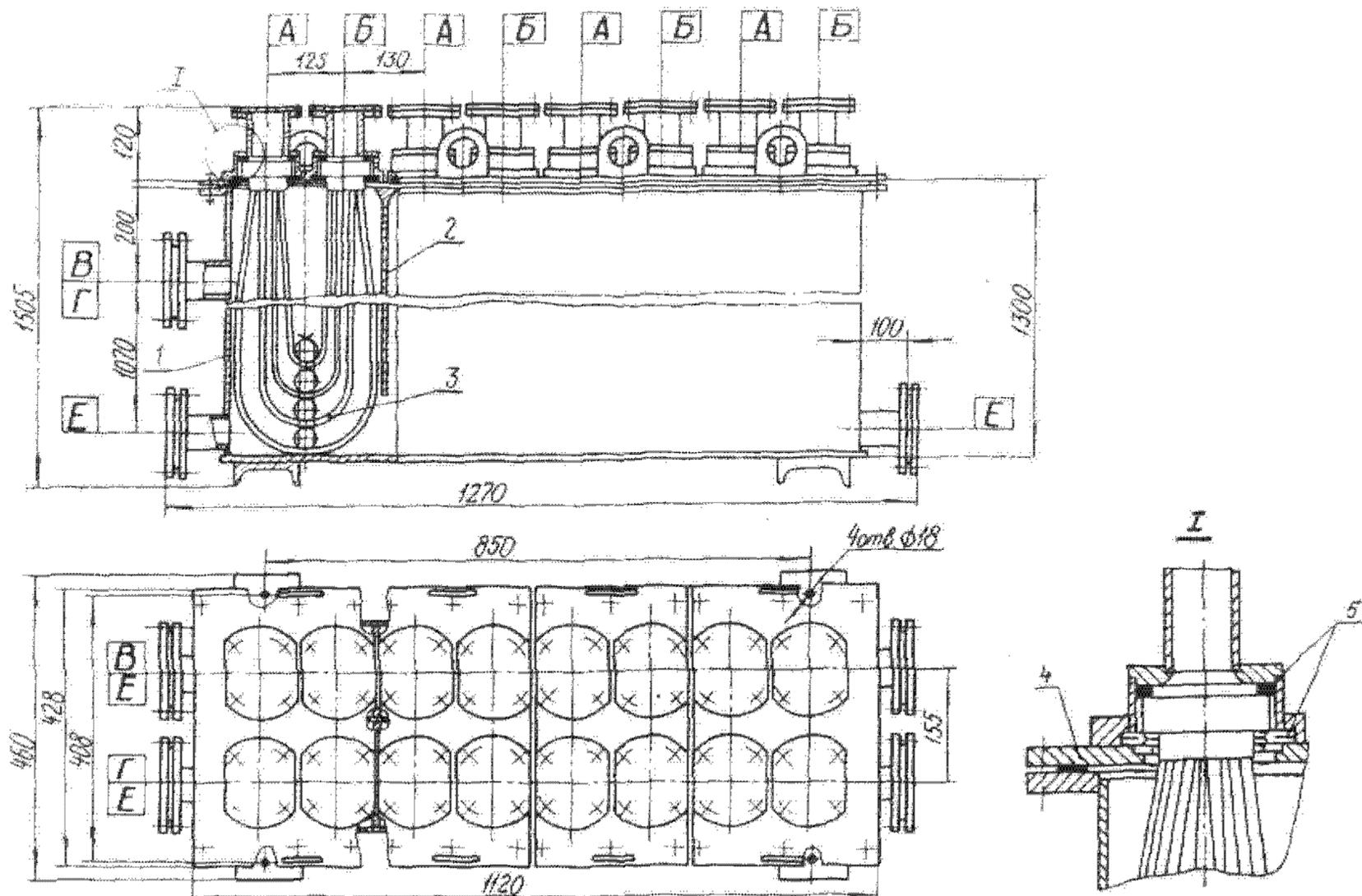


Рис. 44.12. Общий вид аппарата К 32-3Н-01

Таблица штуцеров

Обозначение	Назначение	Условный проход, мм	Количество		
			К 16-3Н-01	К 20-3Н-01	К 32-3Н-01
А	Вход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя	50	4	5	8
Б	Выход охлаждающего (нагревающего) неагрессивного теплоносителя		4	5	8
В	Вход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя		1	1	1
Г	Выход охлаждающего (нагревающего) агрессивного теплоносителя		1	1	1
Е	Слив агрессивного теплоносителя из межтрубного пространства		2	2	2

Техническая характеристика

Номинальная площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>		Код ОКП	Условное обозначение аппарата	Основные размеры трубки, мм		Количество трубок	Эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м	Масса, кг, не более
общая	одного трубного пучка			внутренний диаметр	толщина стенки			
16	4	36 1213 6001	К 16-3Н-01	3	0,4	151	0,031	360
20		36 1213 6002	К 20-3Н-01					440
32		36 1213 6003	К 32-3Н-01					610

Выбор площади поверхности теплообмена аппаратов типа II

Ориентировочная площадь поверхности теплообмена аппаратов, предназначенных для нагрева на 1 м<sup>3</sup> объема емкости (время нагрева 2 ч), в зависимости от рабочей температуры в емкости и давления греющего пара приведена в табл. 44.2 (для рабочей среды, по физическим свойствам подобной воде).

Ориентировочная площадь поверхности теплообмена аппаратов, предназначенных для охлаждения на 1 м<sup>3</sup> объема: 1,6—2 м<sup>2</sup> — для аппаратов с перемешиванием; 2,5—3 м<sup>2</sup> — для аппаратов без перемешивания.

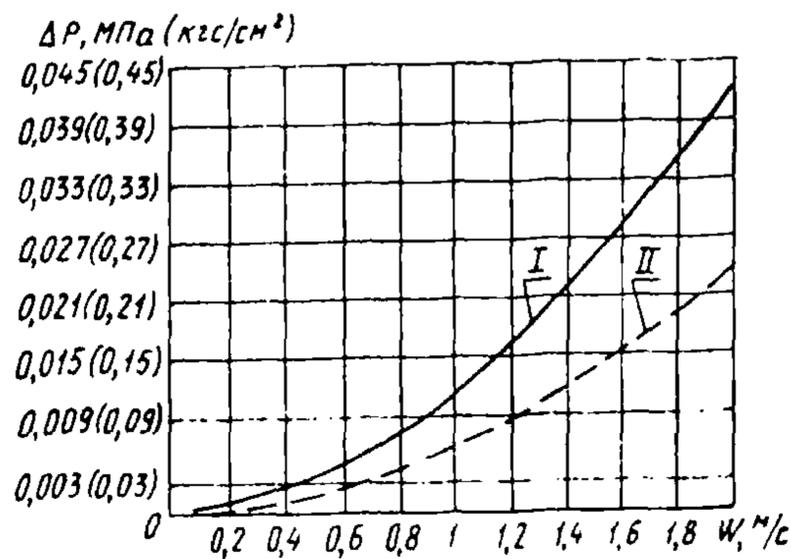
## Ориентировочная площадь поверхности теплообмена аппаратов, предназначенных для нагрева

Рабочая температура в емкости, °С	Площадь поверхности теплообмена аппарата*, м <sup>2</sup>			
	Избыточное давление греющего пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )			
	0,05 (0,5)	0,1 (1)	0,15 (1,5)	0,2 (2)
50	1	1	1	1
60	1,5	1,3	1,3	1,3
70	2,6	1,8	1,8	1,8
80	—	3	2,8	2,4
90	—	4,7	4,2	3,5

\* Приведено среднее значение для аппаратов с перемешиванием и без него.

## Ориентировочные значения коэффициента теплопередачи

Тип аппарата	Процесс теплообмена	Теплоноситель	Среда	К, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
П	Охлаждение	Вода	Неорганические кислоты, водные растворы солей, хлорорганические вещества	60—120 — для емкостей без перемешивания; 175—210 — для емкостей с перемешиванием
	Нагрев	Пар	Водные растворы солей	210
	Нагрев	Вода	То же	190
К	Охлаждение	Вода	Неорганические кислоты	250
			Вода	290
			Водные растворы солей	290
	Нагрев	Пар	Неорганические кислоты	340
			Вода	395
			Водные растворы солей	300
			Органические вещества	210
	Конденсация	Вода	Газы	60
			Пары воды	255
			Пары хлормасла	190
			Пары монохлоруксусной кислоты	150
			Пары органических веществ	175

Рис. 44.13. График зависимости гидравлического сопротивления ( $\Delta P$ ) от скорости потока воды ( $\omega$ ) в трубном пространстве:

- I — для трубок длиной 1 м, внутренним диаметром 3 мм;  
 II — для трубок длиной 1 м, внутренним диаметром 5 мм

Узлы подсоединения трубных решеток теплообменных емкостных аппаратов типа II

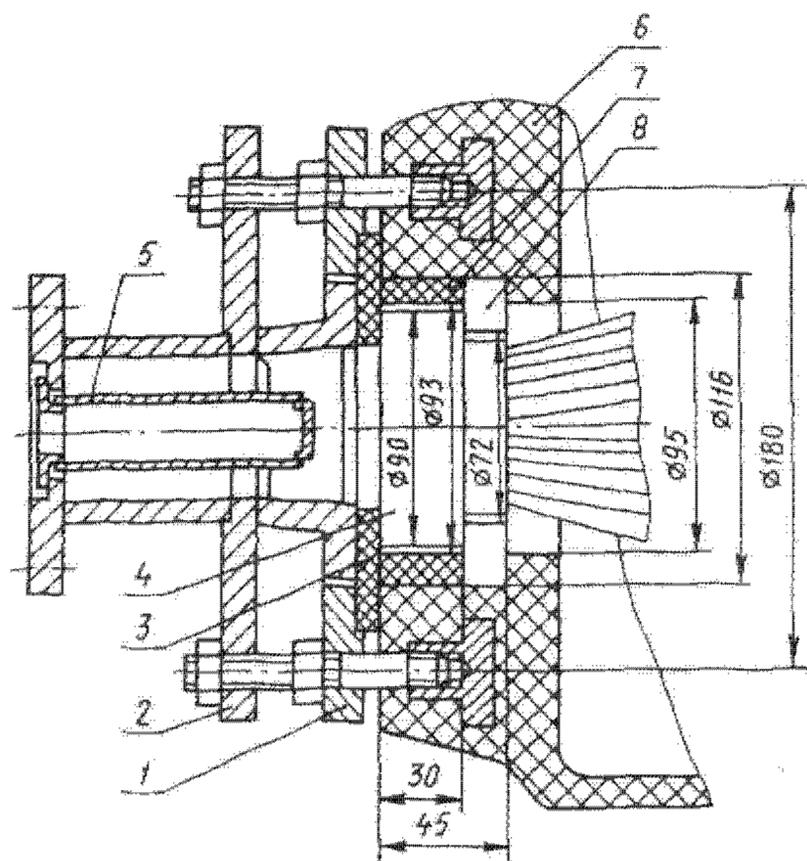
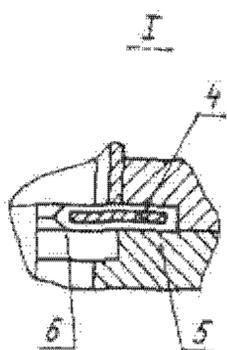
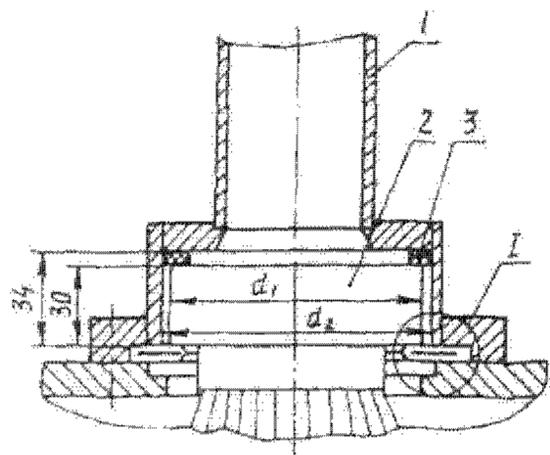


Рис. 44.15. Узел подсоединения трубных решеток аппаратов исполнений 1 и 5:

1 — штуцер; 2 — трубная решетка (показана тонкой линией); 3 — резиновое кольцо; 4 — плоская резиновая прокладка во фторопластовом чехле; 5 — крышка аппарата; 6 — полукольцо (диаметр  $d_2$  равен 93, 123 и 148 мм для трубной решетки диаметром  $d_1$  90, 120 и 145 мм соответственно)

Рис. 44.16. Узел подсоединения трубных решеток аппаратов исполнения 4:

1 — фланец; 2 — штуцер; 3 — резиновая прокладка; 4 — трубная решетка; 5 — фильтр (устанавливается только на входе хладагента в аппарат); 6 — емкостный аппарат; 7 — фторопластовое кольцо; 8 — фторопластовое полукольцо

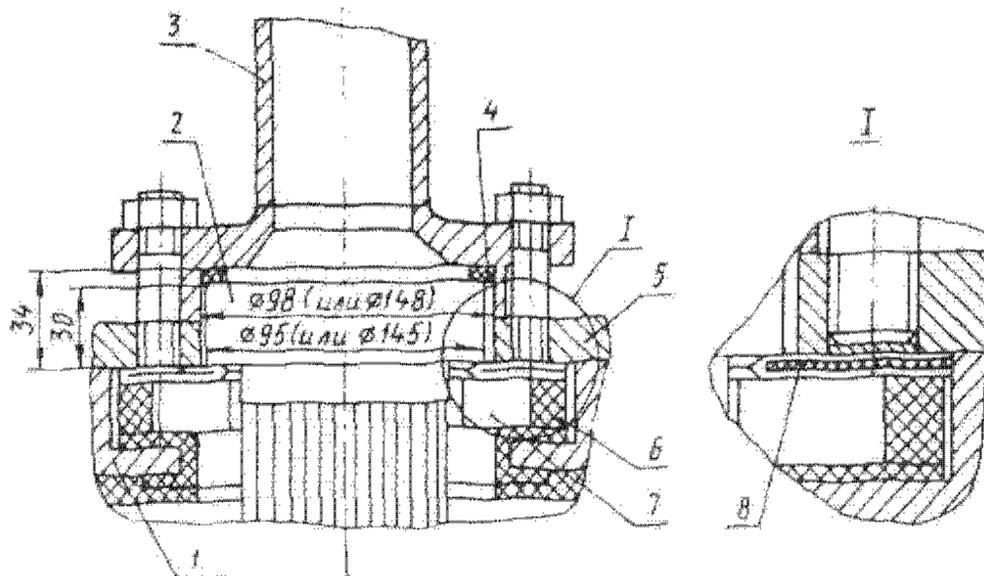


Рис. 44.18. Узел подсоединения трубных решеток аппаратов исполнения 6:

1 — кольцо; 2 — трубная решетка; 3 — штуцер; 4 — резиновое кольцо; 5 — крышка; 6 — фторопластовое кольцо; 7 — фторопластовое полукольцо; 8 — плоская резиновая прокладка во фторопластовом чехле