

Министерство образования и науки РФ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

КОЖУХОТРУБНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

ЧАСТЬ II

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ
И ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Нижекамск
2012

УДК 66.045

З 18

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Рецензенты:

Сагдеев А.А., кандидат технических наук, доцент;
Латыпов Д.Н., кандидат технических наук, доцент.

Закиров, М.А.

З 18 Кожухотрубные теплообменные аппараты. Часть 2 : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / М.А. Закиров, Х.Х. Гильманов, М.Г. Гарипов. – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012. – 44 с.

В методических указаниях приведены практические рекомендации и справочные материалы для выбора конструкции, метода компенсации температурных деформаций и определения основных геометрических размеров стандартных кожухотрубных теплообменных аппаратов различного исполнения, необходимых для проектирования холодильников, конденсаторов и испарителей и теплообменников общего назначения.

Работа предназначена для студентов механических и технологических специальностей и профилей всех форм обучения.

Подготовлены на кафедрах машин и аппаратов химических производств и процессов и аппаратов химической технологии НХТИ.

УДК 66.045

© Закиров М.А., Гильманов Х.Х., Гарипов М.Г., 2012

© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012

ВВЕДЕНИЕ

В первой части методических указаний [1] даны рекомендации по подбору стандартизованных элементов, необходимых для проектирования кожухотрубных теплообменных аппаратов: неразъемных сварных корпусов с примерами обозначения и подбора сварных соединений, разъемных фланцевых соединений, используемых на штуцерах и патрубках. Приведены рекомендации и примеры по выполнению теплового и гидравлического расчета трубного и межтрубного пространств теплообменников.

Рабочие параметры, конструкции и размеры кожухотрубных теплообменных аппаратов, необходимые для конструирования теплообменников общего назначения, можно найти в соответствующих ГОСТах. Сведения о днищах и опорах имеются в справочниках [2, 3]. Однако эти источники малодоступны для студентов, что вызвало необходимость подготовки и издания настоящих методических указаний.

В данной работе представлены конструкции и основные размеры кожухотрубных теплообменных аппаратов с неподвижными трубными решетками (тип Н), с компенсатором на кожухе (тип К), с плавающей головкой (тип П) и с U-образными трубами (тип У) горизонтальных и вертикальных исполнений. Дана сравнительная характеристика и область применения различных способов температурной компенсации. Приведены рекомендации и справочные данные по подбору днищ и опор стандартизованных теплообменников. Представлены схемы и конструктивные размеры горизонтальных испарителей с паровым пространством с обогревающим пучком труб с плавающей головкой и с U-образными трубами.

1. КОЖУХОТРУБНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

1.1. Классификация теплообменных аппаратов

Кожухотрубные теплообменные аппараты классифицируются:

по назначению – испарители (И), холодильники (Х), конденсаторы (К), теплообменники (Т);

по конструкции – с неподвижными трубными решетками (тип Н), с температурным компенсатором на кожухе (тип К), с плавающей головкой (тип П), с U-образными трубками (тип У);

по расположению в пространстве – вертикальные (В), горизонтальные (Г).

Указанные в скобках буквы используют для обозначения теплообменных аппаратов (ИНВ, ХКГ, ТПГ и др.).

Испарители, в зависимости от вида горячего теплоносителя, имеют два исполнения. Испарители исполнения 1 предназначены для процессов с жидким или газообразным теплоносителем, а испарители исполнения 2 – для процессов с конденсирующимся паровым теплоносителем.

Охлаждающей средой в холодильниках и конденсаторах служит вода или другой нетоксичный, невзрыво- и непожароопасный хладоноситель с температурой от -20 до $+60$ °С. Если для охлаждения или конденсации рабочего продукта применяется токсичный или взрыво- и пожароопасный хладоноситель, то используют теплообменник.

Теплообменники имеют наиболее широкий диапазон рабочих температур и давлений как по трубному, так и по межтрубному пространству. Некоторые сведения о рабочих диапазонах приведены в работе [1, с. 5].

Основные размеры стандартных теплообменных аппаратов, необходимые для их проектирования, приведены в табл. П.1 – П.16 и показаны на соответствующих рисунках П.1 – П.17 Приложения.

1.2. Выбор конструкции и аппарата

Выбор конструкции кожухотрубных теплообменного аппарата в первую очередь определяется методом компенсации температурных деформаций в трубах и корпусе теплообменника. Разность температур в трубах и корпусе является одной из причин возникновения температурных напряжений в кожухотрубном аппарате. Эта причина является неустранимой, поскольку вызвана разностью температур теплоносителей в трубном и межтрубном пространствах теплообменника.

В зависимости от применяемого метода температурной компенсации теплообменные аппараты подразделяются на три типа, которые отличаются по применяемому принципу компенсации.

Принцип **самокомпенсации** не требует введения дополнительных элементов в конструкцию теплообменника и обеспечивается гибкостью и податливостью самих элементов конструкции теплообменника, – упругими деформациями труб, трубных решеток и корпуса. Реализуется в теплообменниках **жесткой конструкции** типа **Н** – с **неподвижными трубными решетками** (рис. 1.1, а), когда трубы и корпус жестко связаны через неподвижные трубные решетки, приваренные к цилиндрическому корпусу. Этот принцип обеспечивается при небольшой средней разности температур кожуха и труб, не превышающих $30 - 50$ °С. Меньшее значение разности температур ($\approx 30^\circ$) соответствует теплообменникам с диаметром корпуса до 600 мм, вследствие их повышенной жесткости из-за малого диаметра. Теплообменники большего диаметра обладают большей податливостью и допускают эксплуатацию при максимальном значении из допускаемой разности температур (до 50°).

При завышенных значениях средней разности температур в конструкцию теплообменника следует дополнительно вводить специальные компенсирующие устройства, усложняющие и, соответственно, удорожающие конструкцию теплообменника. В зависимости от фактического значения разности температур (и соответствующих величин деформаций) труб и корпуса, используют аппараты **полужесткого** (с частичной компенсацией) и

нежесткого типов (с полной или частичной компенсацией температурных деформаций труб и корпуса).

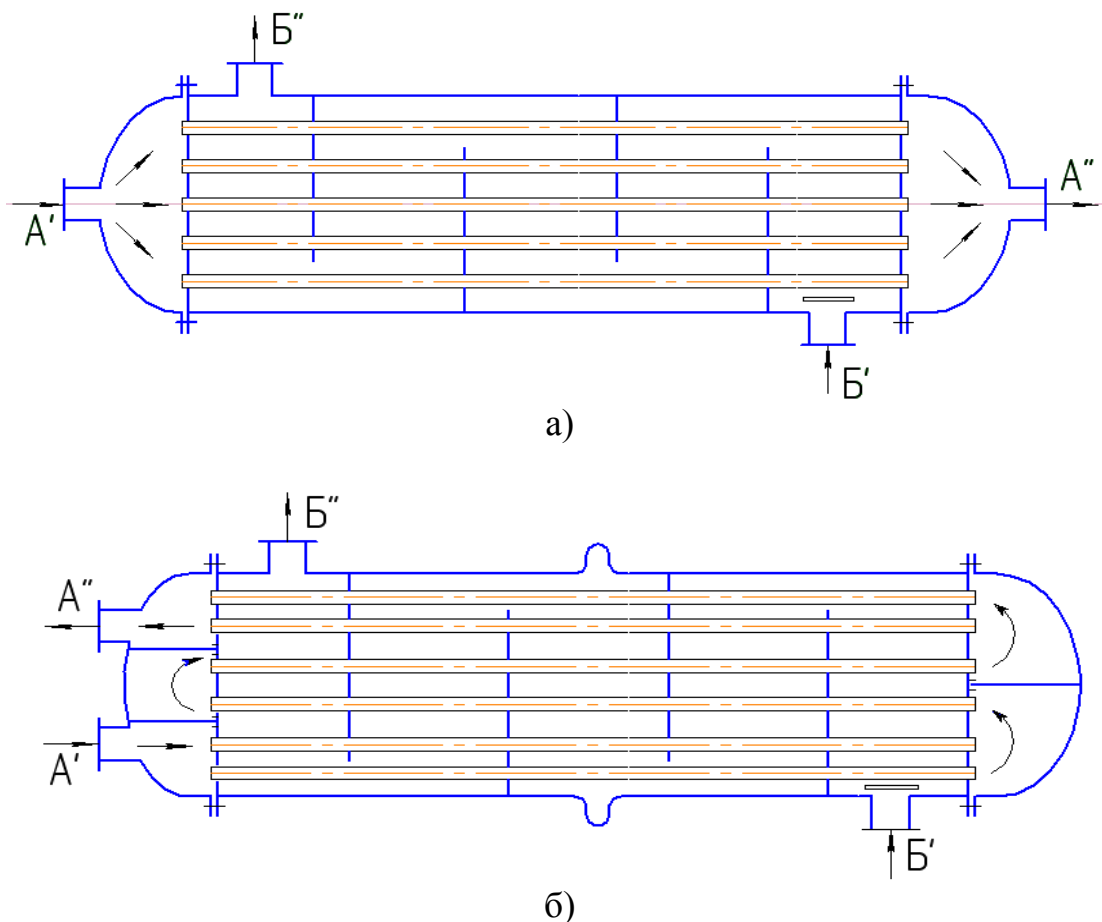


Рис. 1.1. Конструктивное исполнение кожухотрубных теплообменников:
а) – жесткого типа Н, с неподвижными трубными решетками;
б) – полужесткого типа К, с компенсатором в корпусе

Наиболее часто гибкий компенсирующий элемент вводится в корпус (кожух) кожухотрубного аппарата, образуя теплообменник **полужесткой конструкции типа К** (рис. 1.1, б). Компенсатор может быть выполнен в виде сварных встык выпукло-вогнутых штампованных полулинз (линзовый компенсатор), или обкатанных в горячем виде цельных компенсаторов, приваренных к корпусу стыковой сваркой. Для защиты от попадания и скопления грязи и с целью снижения гидравлического сопротивления движению жидкости в межтрубном пространстве, компенсатор с внутренней стороны защищен гильзой, приваренной к корпусу с одного конца. Для обеспечения хорошей компенсационной способности и с целью снижения температурных напряжений, стенки компенсатора имеют меньшую толщину по сравнению с корпусом аппарата. Поэтому теплообменники полужесткого типа, в отличие от теплообменников жесткой конструкции, допускают меньшее значение рабочего давления в межтрубном пространстве (до 2,5 МПа), тогда как рабочее давление в трубном пространстве обоих типов теплообменников совпадает (см. рис. П.1 – П.15 и табл. П.1 – П.12 Приложения).

На практике в корпусе теплообменников типа К рекомендуется установить не более трех компенсирующих элементов, поскольку при увеличении числа компенсаторов резко уменьшается сопротивление корпуса напряжениям изгиба, что может привести к потере продольной устойчивости теплообменника. При необходимости установки более трех компенсаторов в корпусе теплообменников данного типа дополнительно к корпусу приваривают специальные фланцы с направляющими шпильками и ограничительными гайками, для обеспечения продольной устойчивости корпуса аппарата. Кроме того, в горизонтальных теплообменниках полужесткого типа марки ТКГ (рис.1.1, б) в верхней точке компенсатора следует установить воздушник с краном для выпуска воздуха и паров при пуске теплообменника, а на нижней точке – спускник с краном для полного опорожнения продукта из межтрубного пространства при остановке теплообменника.

В аппаратах **нежесткого** типа используется **принцип свободных перемещений**, когда трубы и корпус не связаны между собой и могут свободно перемещаться друг относительно друга, что позволяет практически полностью исключить температурные напряжения в элементах конструкции теплообменника. Этот принцип реализуется в теплообменниках с U-образными трубами (типа У) и теплообменниках с плавающей головкой (типа П), в теплообменниках с сальниковым уплотнением в корпусе (тип С).

Основным отличием теплообменников с U-образными трубами (типа У) является наличие одной трубной решетки (рис. 1.2, а), на которой закреплены оба конца изогнутых в виде буквы «U» теплообменных труб. В связи с этим теплообменники типа У всегда выполняется многоходовым трубному пространству (двух- или четырехходовым). Поскольку каждая труба может деформироваться (удлиниться или сократиться) автономно, независимо от корпуса и остальных труб в пучке, в теплообменных аппаратах данного типа обеспечивается практически полная температурная компенсация, в связи с чем теплообменники U-образными трубами допускают максимальное рабочее давление в трубном и межтрубном пространствах, независимо от разности температур труб и корпуса.

Следующим важным достоинством теплообменников с U-образными трубами является возможность извлечения трубного пучка из кожуха с целью осмотра, ремонта и чистки. Трубы в трубных решетках размещены по системе квадратов и образуют взаимно перпендикулярные сквозные каналы, что позволяет производить чистку труб снаружи наиболее эффективным – механическим способом. Некоторую сложность вызывает механическая чистка гнутых труб изнутри, но проблема чистки труб успешно решается применением гидромониторов с высоким давлением рабочей жидкости (от 5 до 50 МПа).

Для удобства извлечения трубного пучка из кожуха и исключения изгибающих напряжений в местах соединения труб с решеткой в теплообменниках типа У с диаметром корпуса $D \geq 800$ мм трубный пучок устанавливают на роликовых опорах (рис. П.13) или направляющих салазках.

Недостатком аппаратов этого типа является трудность замены внутренних рядов труб (за исключением крайних) и некоторое снижение поверхности теплообмена из-за невозможности размещения труб в центральном ряде пучка труб.

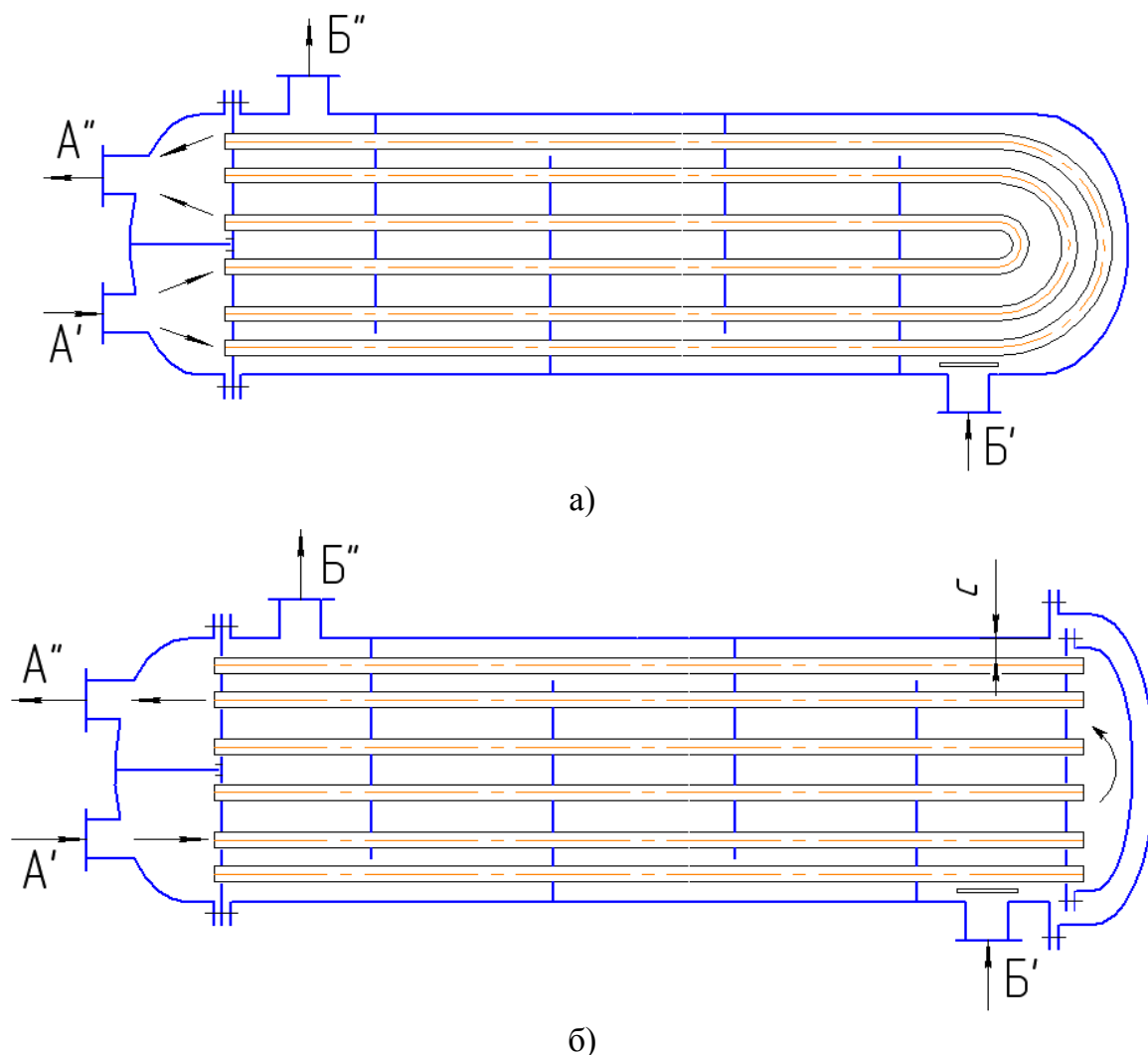


Рис. 1.2. Конструктивное исполнение кожухотрубных теплообменников нежесткого типа: а) – типа У – с U-образными трубами; б) – типа П – с внутренней плавающей головкой

Принципиальным отличием теплообменников с плавающей головкой типа П (рис. 1.2, б) является наличие подвижной трубной решетки, закрытой дополнительной внутренней крышкой. Благодаря такой конструкции правая трубная решетка со своей крышкой имеет возможность свободно перемещаться внутри корпуса, образуя так называемую внутреннюю «плавающую головку». Левая трубная решетка, аналогично теплообменнику с U-образными трубами, неподвижно закреплена между разъемными фланцами корпуса и распределительной камеры, или крышки, что обеспечивает возможность извлечения трубного пучка через корпус для его осмотра и чистки. Для удобства демонтажа и сборки теплообменника типа П трубный пучок

аппаратов с диаметром 800 мм и более, как и в случае с теплообменниками типа У, устанавливается на роликовых опорах (рис. П.14).

Компенсация температурных деформаций в аппаратах с плавающей головкой, в отличие от аппаратов с U-образными трубами, неполная, так как при большой разности температур теплоносителей на входе и выходе рабочих сред может произойти коробление подвижной трубной решетки и изгиб трубного пучка, вызывая на трубах дополнительные напряжения сжатия или растяжения. В связи с этим в многоходовых аппаратах типа П диаметром более 1200 мм, устанавливают разрезную по диаметру плавающую головку.

Способ соединения подвижной трубной решетки с внутренней крышкой плавающей головки должен образовать минимальный байпасный зазор c (рис. 1.2, б) между пучком труб и кожухом. Это условие необходимо для обеспечения максимальной поверхности теплообмена за счет размещения большого числа труб в корпусе теплообменника и направления теплоносителя в рабочую зону между трубами, а не в зазоре между стенкой корпуса и пучком труб, а также обеспечения возможности беспрепятственного извлечения трубного пучка из корпуса. Если диаметр трубной решетки плавающей головки меньше внутреннего диаметра кожуха, то пучок легко извлекается через корпус, но байпасный зазор увеличивается, что приводит к неполному заполнению внутреннего объема межтрубного пространства пучком труб. Байпасный зазор c можно уменьшить, если диаметр подвижной трубной решетки плавающей головки выполнить больше внутреннего диаметра корпуса, однако, в этом случае трубный пучок не может быть извлечен из корпуса. Поэтому для обеспечения возможности извлечения трубного пучка приходится усложнять и удорожать конструкцию, применяя, например, составной фланец из двух разрезных колец, специальный разъемный фланец с конической привалочной поверхностью, накидной фланец с разрезным кольцом на наружной цилиндрической поверхности трубной решетки и др.

Довольно часто плавающая головка встречается в испарителях с паровым пространством. В этих аппаратах, для увеличения объема парового пространства и зеркала испарения, повышают соотношение диаметров кожуха и трубного пучка. Расстояние от зеркала испарения до верха корпуса составляет примерно 30% диаметра кожуха. Справочные данные для проектирования стандартизованных испарителей с паровым пространством использованием трубного пучка U-образными трубами и с плавающей головкой представлены в таблицах П.13 – П.16 и рисунках П.16 – П.17 Приложения.

1.3. Днища

В отечественном аппаратостроении применяют плоские, конические, эллиптические, полусферические, тарельчатые (торосферические) днища. Конические и плоские днища изготавливают как с отбортовкой на цилиндр, так и без отбортовки, а эллиптические – только с отбортовкой.

В сварных аппаратах наиболее часто используют эллиптические днища с отбортовкой на цилиндр. Это объясняется более равномерным распределением

механических напряжений в них по сравнению с днищами других форм. Эллиптические отбортованные днища получили наиболее распространение в аппаратах, работающих под давлением до 10 МПа или под вакуумом при диаметрах аппаратов до 4000 мм.

Стандартные эллиптическое отбортованное днище имеет эллиптическую и цилиндрическую части (рис. 1.3). Эллиптическая часть в осевом разрезе представляет собой полуэллипс. Днища с наружными базовыми диаметрами D_H применяют для корпусов из труб, а с внутренними базовыми диаметрами D_{BH} – для корпусов, изготовленных вальцовкой из листового материала. Рекомендации по определению толщины стенки днища имеются в работе [1, с. 20], размеры днища в справочниках [7, с. 114, 7, с. 448]. Основные сведения о размерах эллиптических отбортованных днищ приведены в табл. 1.1.

Табл. 1.1

Размеры эллиптических отбортованных днищ, ГОСТ 6533–78, мм

h	$h_{Ц}$	H_D	D_H	$h_{Ц}$	H_D
159	25	40	400	25, 40	100
273	25	68	600	25, 40	150
325	25	81	800	25, 40	200
426	25	106	1000	25, 40	250
630	25	157	1200	25, 40	300
	40			60, 80	

Высота цилиндрической части определяется толщиной стенки днища. При толщине менее 10 мм высота цилиндрической части составляет 25 мм.

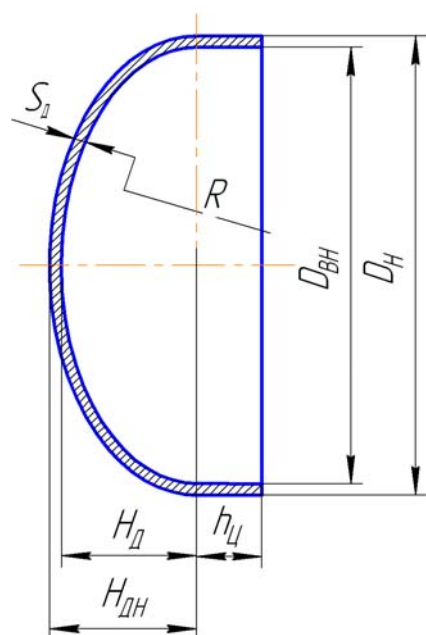


Рис. 1.3. Днище эллиптическое отбортованное

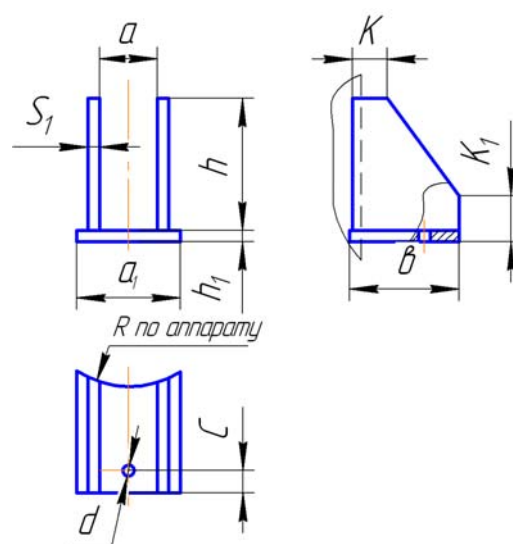


Рис. 1.4. Опорная лапа (стойка) для вертикальных аппаратов

1.4. Опоры

Для установки вертикальных теплообменных аппаратов используют сварные опорные лапы двух типов. Тип 1 обычного исполнения предназначен для аппаратов без теплоизоляции, тип 2 (с увеличенным вылетом) – для аппаратов с теплоизоляцией. Опорные лапы состоят из двух вертикальных косынок и горизонтального основания (рис. 1.4). Приваривают опоры непосредственно к корпусу теплообменника или к накладному листу прямоугольной формы для обеспечения жесткости цилиндрического корпуса в месте присоединения опоры.

Число опорных лап составляет [7]: 2 шт. – при $D < 600$ мм, а также при диаметре кожуха 600 или 800 мм и длине трубок не более 2000 мм; 4 шт. – при диаметре 1000 или 1200 мм и любой длине более 2000 мм, а также при диаметре 1000 или 1200 мм и любой длине трубок.

Размеры опорных лап выбирают по табл. 1.2 в зависимости от максимальной нагрузки на одну опору Q [7, с. 275].

Табл. 1.2

Геометрические размеры опорных лап для вертикальных аппаратов,
ОСТ 26–665–79

Q , кН	Тип	a	a_1	b	c	h	h_1	k	k_1	d
		мм								
1,6	1	45	65	60	15	85	8	10	15	12
	2			100		120	4		25	
4	1	75	95	95	20	140	10	15	25	12
	2			160		190	5		40	
10	1	90	115	115	20	170	14	20	30	24
	2			195		235	6		50	
25	1	125	155	155	45	230	16	25	40	24
	2			255		310	8		65	
40	1	150	190	185	45	295	20	30	60	35
	2			315		390	10		80	
63	1	185	230	230	60	360	24	35	70	35
	2			380		470	12		100	
100	1	250	310	310	65	475	30	40	95	42
	2			520		620	16		130	
160	1	300	380	390	65	585	36	60	115	42
	2			650		780	20		180	

Стандартные седловые опоры, предназначенные для горизонтальных теплообменных аппаратов, изготавливают двух типов. Тип 1 предназначен для аппаратов с наружным диаметром не более 630 мм и имеет два исполнения в зависимости от количества отверстий под фундаментные болты (рис. 1.5).

Опора типа 1 состоит из гнутой стойки, двух ребер жесткости и опорного листа. Размеры опоры определяют по табл. 1.3 зависимости от наружного диаметра кожуха теплообменника с последующей проверкой по допустимой нагрузке.

Опоры типа 2 предназначены для аппаратов диаметром 800 мм и более. Они имеют два исполнения в зависимости от допустимой нагрузки Q . Опора типа 2 (рис. 1.6) состоит из стойки, основания, трех ребер жесткости и опорного листа. Размеры опоры определяют по табл. 1.4.

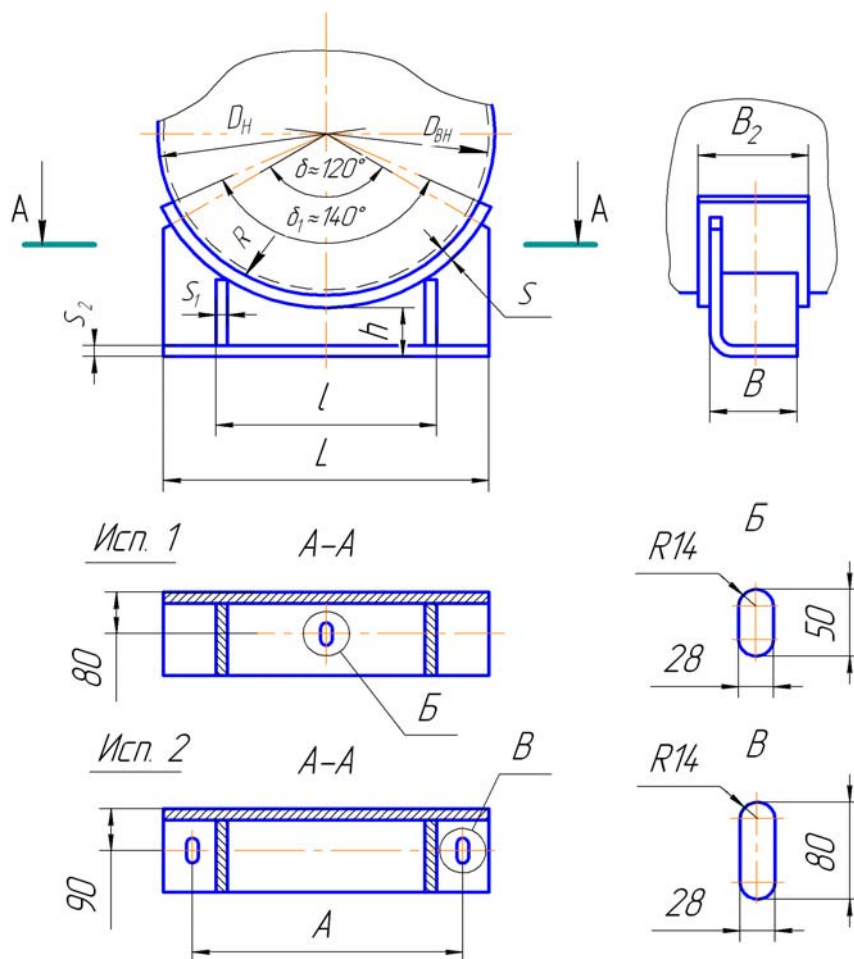


Рис. 1.5. Седловые опоры для горизонтальных аппаратов с $D_H = 159 - 630$ мм (тип 1)

Табл. 1.3

Размеры седловых опор для горизонтальных аппаратов с $D_H = 159 - 630$ мм (тип 1)

D_H/D_{BH}	S_1	S_2	R	L	l	h	B	B_2	A	Q , кН
159/-	6	10	84	180	90	75	120	140	140	16
273/-	6	10	141	290	190	100	120	140	250	20
325/-	6	10	167	400	240	125	180	220	330	20
-/400	8	14	222	400	240	135	180	220	330	50
-/600	10	16	322	600	340	200	180	220	450	80

Размеры седловых опор типа 2 в мм по ОСТ 26–1265–75

$D_{ВН}$	Исполнение	S_1	S_2	R	L	l	B	B_2	A	Q , кН
800	1	8	14	422	740	720	250	360	500	80
	2	14	18							160
1000	1	8	14	522	1000	980	250	360	650	125
	2	14	18		0					200
1200	1	8	14	622	1100	1080	250	360	800	125
	2	12	18		0					200
1400	1	8	14	722	1250	1230	250	400	950	160
	2	12	20		0					250

Примечание: Величина радиуса закругления R дана для опорных листов толщиной $S = 6, 8, 10$ или 12 мм.

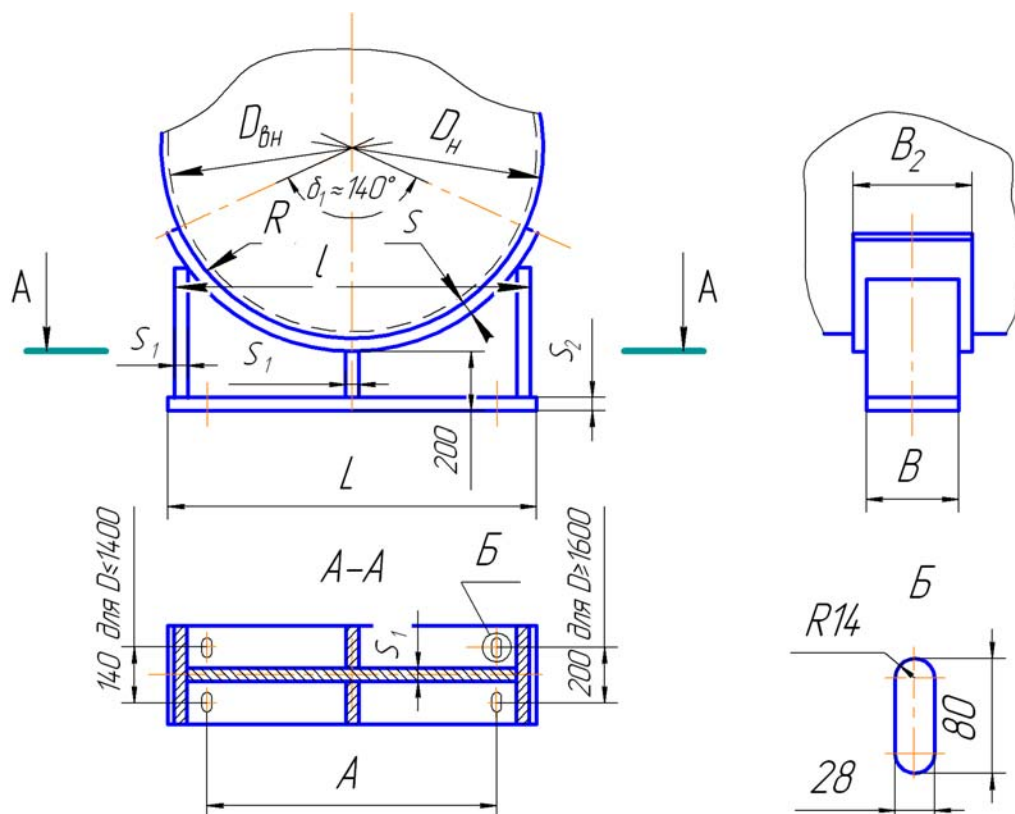


Рис. 1.6. Седловая опора для горизонтальных аппаратов с $D_{Н}$ более 799 мм (тип 2)

Детали седловых опор сваривают между собой сплошными односторонними угловыми (У) или тавровыми (Т) швами, а опорный лист приваривается к деталям опоры прерывистым угловым швом (У). К корпусу теплообменника опорный лист может привариваться внахлестку (Н) прерывистым швом. Рекомендации по выбору и обозначению сварных швов в теплообменных аппаратах приведены в [1].

Горизонтальные теплообменные аппараты устанавливают на двух седловых опорах: неподвижной и подвижной. Неподвижную седловую опору устанавливают на том конце, где теплообменный аппарат имеет большее число штуцеров и фланцев для подвода и отвода теплоносителей. Неподвижная опора имеет круглые отверстия под фундаментные болты и затягивается гайками. Подвижная опора, с целью обеспечения температурой компенсации, имеет возможность свободно скользить по подкладному листу, залитому на фундаменте за счет вытянутой (овальной) формы болтовых отверстий. При этом гайки на фундаментных болтах остаются не затянутыми, образуя зазор (1 – 2 мм) между гайкой и основанием опоры.

Литература

1. Кожухотрубные теплообменные аппараты. Часть 1 : метод. указания к курсовому проектированию / Сост.: М.Г. Гарипов, Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Казань, Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007 – 36 с.
2. ГОСТ 15119–79. Испарители кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Основные параметры и размеры. М.: Изд-во стандартов. 1979. –
3. ГОСТ 15120–79. Холодильники кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов. 1979.
4. ГОСТ 15121–79. Конденсаторы кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов. 1979.
5. ГОСТ 15122–79. Теплообменники кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурными компенсатором на кожухе. Типы, основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов. 1979.
6. ГОСТ 14248–79. Испарители с паровым пространством. Типы, основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов. 1979. – 16 с.
7. Лащинский, А.А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А.А. Лащинский. – Л. : Машиностроение, 1981. – 382 с.
8. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчёта химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник / А.С. Тимонин. - Т.1. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 852 с.
9. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов [и др.]. – Л. : Химия, 1987. – 576 с.
10. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского. – М. : Химия, 1983. – 272 с.
11. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи / под ред. В.Н. Соколова. – Л. : Машиностроение, 1982. – 384 с.
12. Проектирование теплообменных аппаратов в режиме диалога с ЭВМ / Сост.: В.И. Елизаров, Б.М. Израйлев. – Казань, КХТИ 1986. – 44 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Конструктивные размеры стандартизованных кожухотрубных теплообменных аппаратов

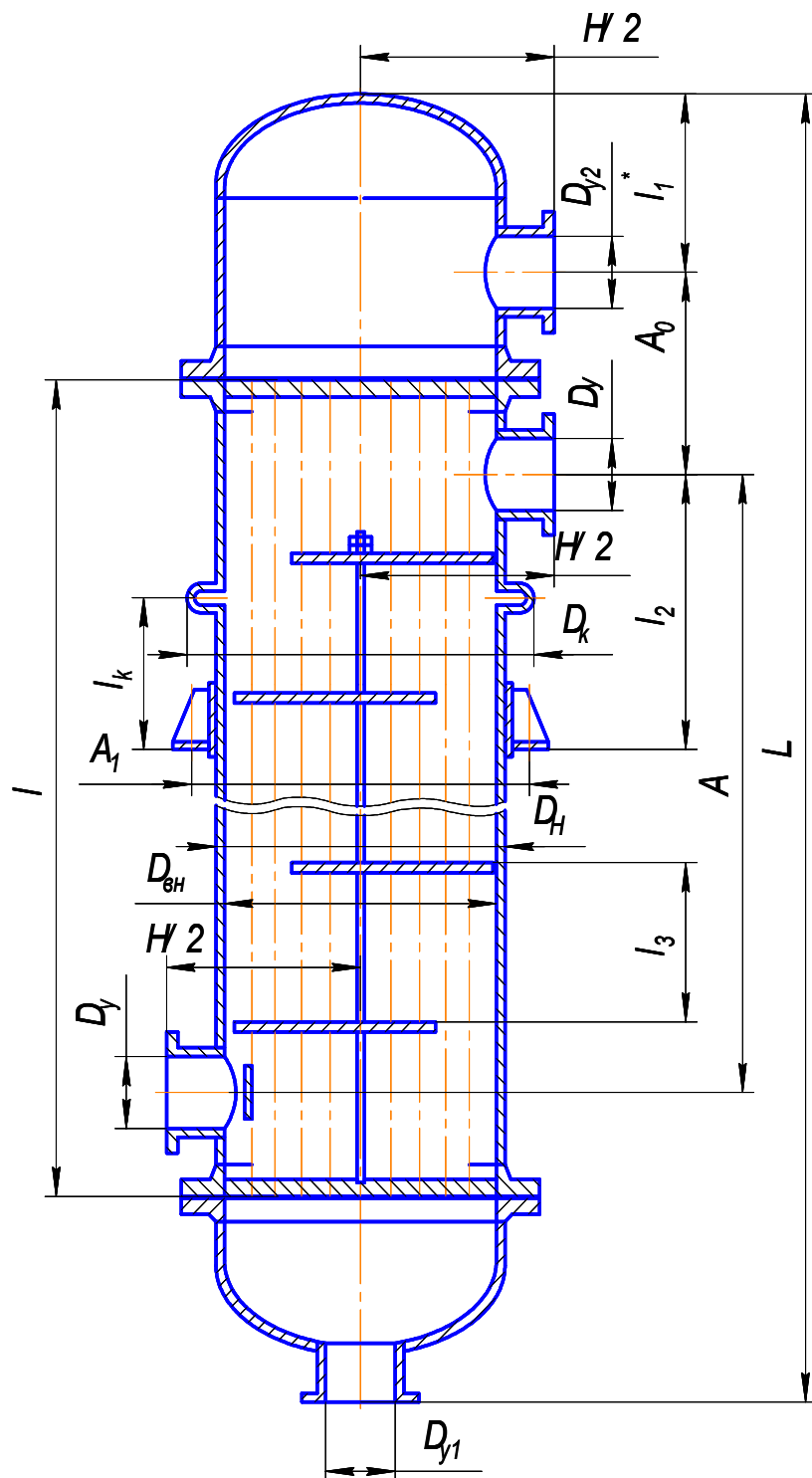


Рис. П.1. Испаритель (И) вертикальный (В), исполнение 1 по ГОСТ 15119 – 79, с подачей жидкого нагревательного агента в межтрубное пространство (к табл. П.1)

Таблица П.1

Основные размеры (мм) испарителей исполнения 1 ГОСТ 15119-79 (к рис. П.1)

Диаметр кожуха, D_H/D_{BH}	Давление в кожухе P_y , МПа	l	L	A	A_0	D_y	D_{y1}	D_{y2}	$\approx D_K$	$H/2$	A_1	l_1^*	l_2	$\approx l_K$	Размещение перегородок	
															l_3	Число
630/600	1,0 и 1,6	2000	3080	1500	540	200	100	300	780	530	866	400	1200	700	300	4
		3000	4080	2500									1500	900		8
		4000	5080	3500									1800	1000		10
7/800	1,0 и 1,6	2000	3350	1450	630	250	150	400	966	627	1200	500	1200	700	350	4
		3000	4350	2450									1500	900		6
		4000	5350	3450									1800	1000		8
7/1000	0,6; 1,0 и 1,6	2000	3480	1350	690	300	200	400	1166	729	1470	550	1200	800	520	2
		3000	4480	2350									1500	900		4
		4000	5480	3350									1800	1000		6
7/1200	0,6; 1,0 и 1,6	3000	4740	2200	830	350	250	500	1366	831	1740	670	1500	900	550	4
		4000	5740	3200									1800	1000		6
7/1400	0,6; 1,0 и 1,6	3000	4850	2250	820	350	250	500	1566	990	1920	710	1500	900	600	4
		4000	5850	3250									1800	1000		

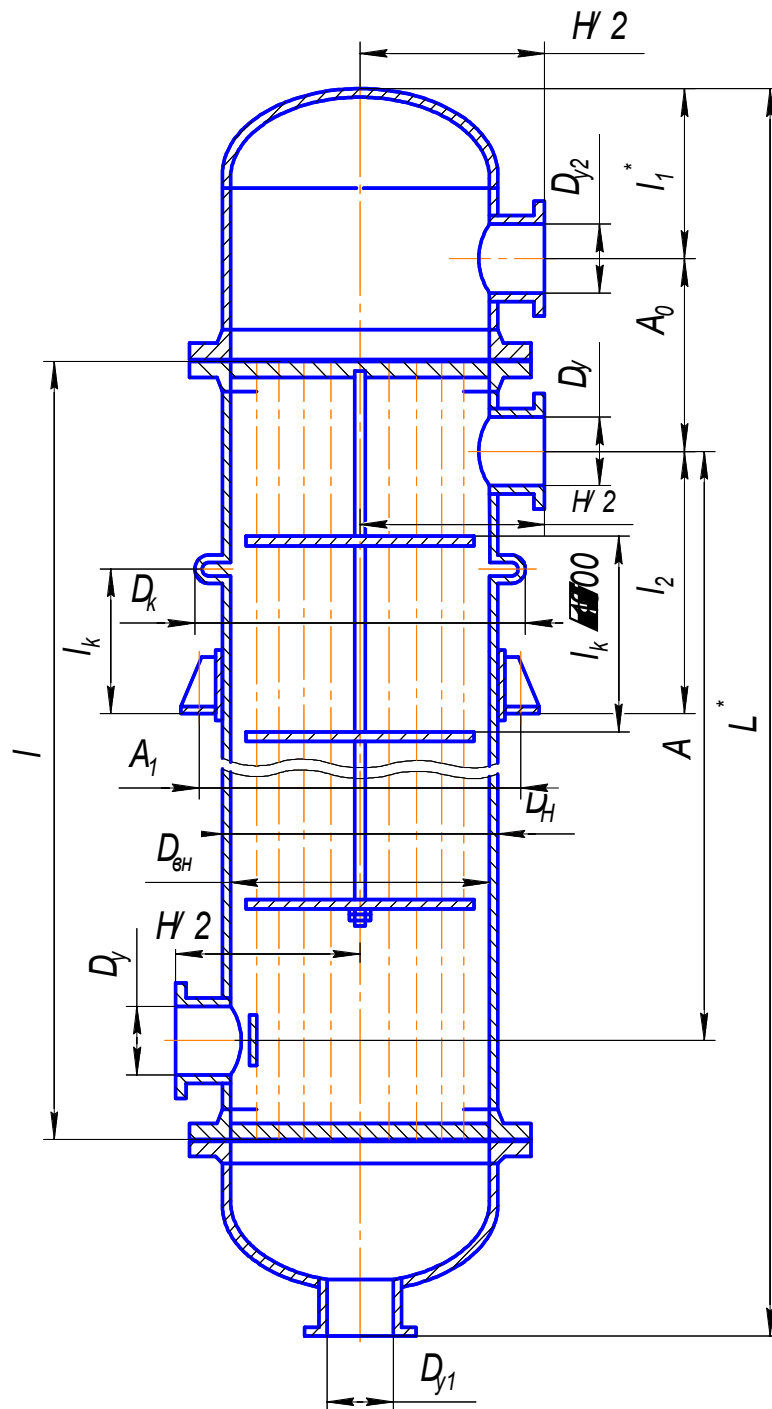


Рис. П.2. Испаритель (И) вертикальный (В), исполнение 2 по ГОСТ 15119–79, с подачей нагревающего агента (конденсирующегося пара) в межтрубное пространство (к табл. П.2)

Таблица П.2

Основные размеры (мм) испарителей исполнения 2 по ГОСТ 15119-79 (к рис. П.2)

Диаметр кожуха D_H/D_{BH}	Давление в кожухе P_y , МПа	l	L	A	A_0	D_y	D_{y1}	D_{y2}	$\approx D_K$	$H/2$	A_1	l_1^*	l_2	$\approx l_K$
630/600	1,0	2000	3080	1550	570	300	100	300	780	530	866	400	1200	700
		3000	4080	2550									1500	900
		4000	5080	3550									1800	1000
630/600	1,6	2000	3080	1540	585	250	100	300	780	530	866	400	1200	700
		3000	4080	2540									1500	900
		4000	5080	3540									1800	1000
-/800	1,0	2000	3350	1450	700	400	150	400	966	627	1200	500	1200	700
		3000	4350	2450									1500	900
		4000	5350	3450									1800	1000
-/800	1,6	2000	3350	1440	710	300	150	400	966	627	1200	500	1200	700
		3000	4350	2440									1500	900
		4000	5350	3440									1800	1000
-/1000	0,6 и 1,0	2000	3480	1400	720	400	200	400	1166	729	1470	550	1300	800
		3000	4480	2400									1500	900
		4000	5480	3400									1800	1000
-/1000	1,6	2000	3480	1390	730	300	200	400	1166	729	1470	550	1300	800
		3000	4480	2390									1500	900
		4000	5480	3390									1800	1000
-/1200	0,6 и 1,0	3000	4740	2290	850	500	250	500	1366	831	1740	670	1500	900
		4000	5740	3290									1800	1000
-/1200	1,6	3000	4740	2240	860	400	250	500	1366	831	1740	670	1500	900
		4000	5740	3240									1800	1000
-/1400	0,6 и 1,0	3000	4850	2260	880	500	250	500	1566	990	1920	710	1500	900
		4000	5850	3260									1800	1000
-/1400	1,6	3000	4850	2230	890	400	250	500	1566	990	1920	710	1500	900
		4000	5850	3230									1800	1000

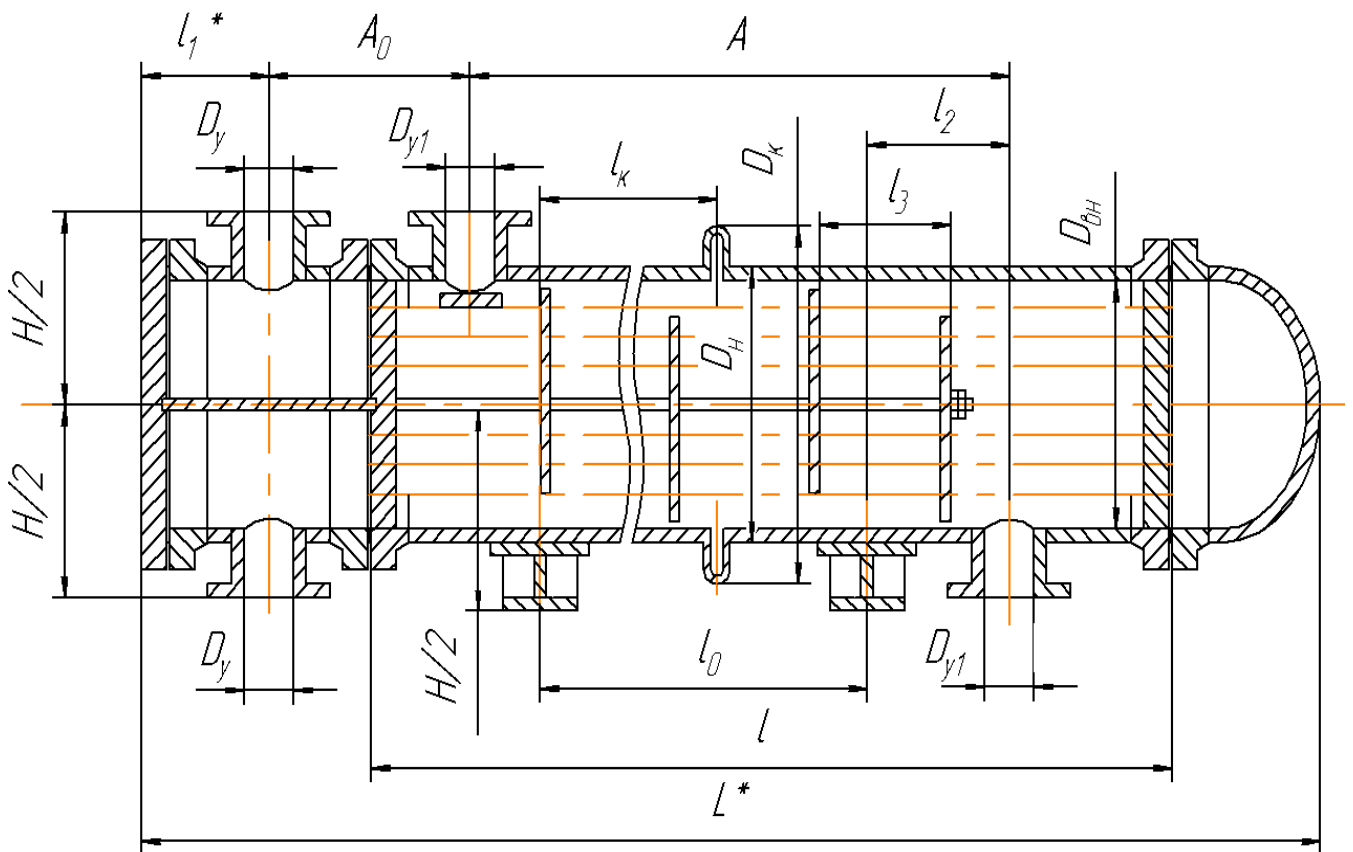


Рис. П.3. Холодильник (X) многоходовой по трубному пространству, горизонтальный (Г), с диаметром кожуха от 325 до 1200 мм по ГОСТ 15120 – 79 (к табл. П.3)

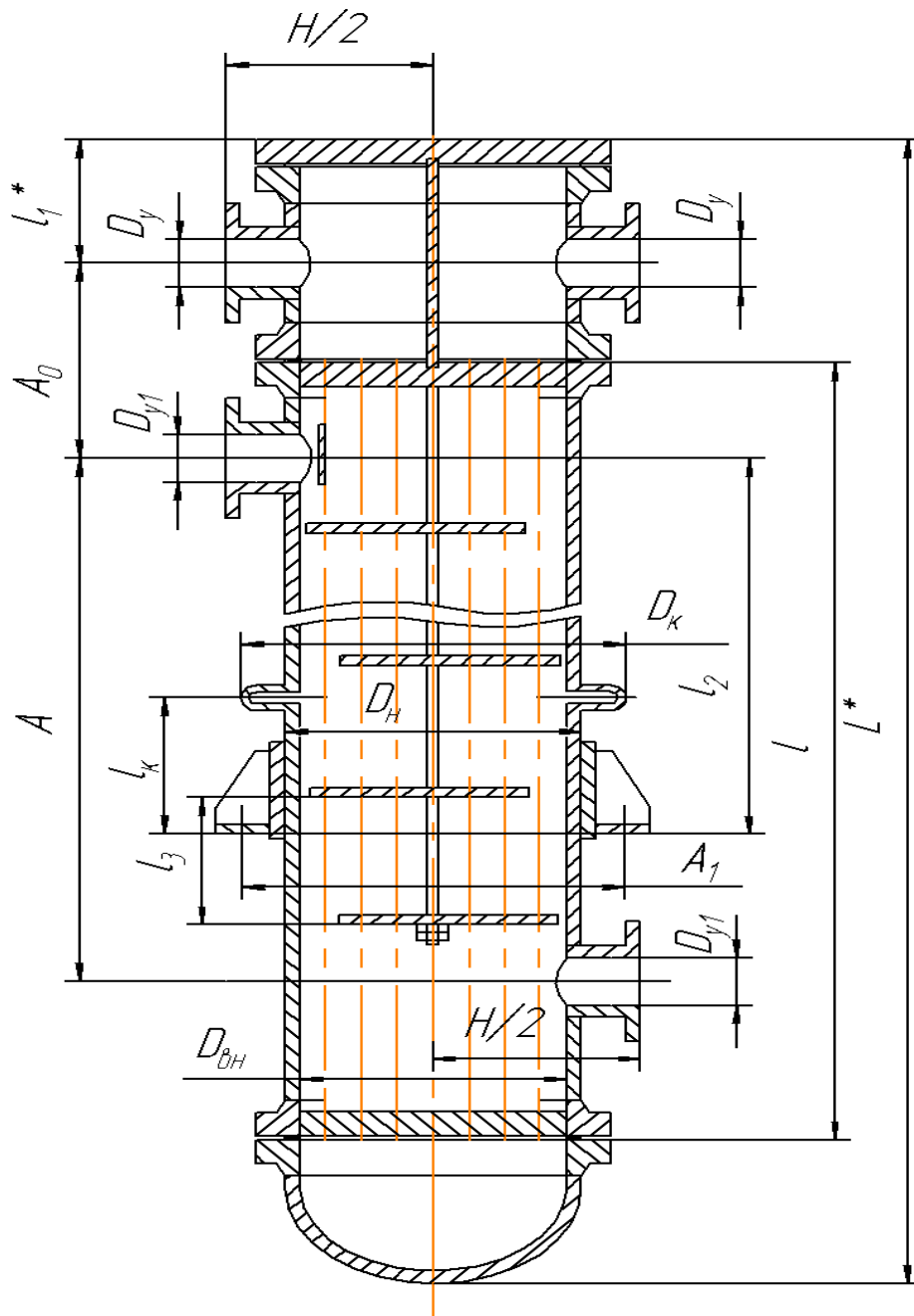


Рис. П.4. Холодильник (X) многоходовой по трубному пространству, вертикальный (В), с диаметром корпуса от 325 до 1200 мм по ГОСТ 15120 – 79 (табл. П.3)

Таблица П.3

Основные размеры (мм) холодильников (X) по ГОСТ 15120-79 (к рис. П.3, П.4)

Диаметр кожуха $\frac{D_H}{D_{EH}}$	Давле- ние в ко- жухе P_y , МПа	l	L^*	l_0	A	D_y при числе ходов по трубам			$\frac{D_{y1}}{\approx D_K}$	$\frac{H/2}{h}$	$\frac{A_0}{l_1}$	l_2		$\approx l_K$		Размещение перегородок		
						2	4	6				ХКГ ХНГ	ХКВ ХНВ	ХКГ	ХКВ	l_3	Чис- ло	
$\frac{325}{-}$	1,6; 2,5 и 4,0	1500	2200	650	1050	100	-	-	$\frac{100}{475}$	$\frac{298}{292}$	$\frac{460}{235}$	350	800	325	475	180	6	
		2000	2700	800	1550							500	1200	400	700			8
		3000	3700	1500	2550							650	1500	750	900			14
		4000	4700	2000	3550							800	1800	1000	1000			18
$\frac{426}{400}$	1,0; 1,6; 2,5	2000	2690	800	1550	150	-	-	$\frac{150}{576}$	$\frac{363}{352}$	$\frac{460}{250}$	500	1200	400	700	250	6	
		3000	3690	1500	2550							500	1500	750	900			10
		4000	4690	2000	3550							800	1800	1000	1000			14
		6000	6690	3000	5550							1200	1800	1500	1000			22
$\frac{630}{600}$	1,0 и 1,6	2000	2900	800	1500	200	150	100	$\frac{200}{780}$	$\frac{530}{525}$	$\frac{585}{310}$	400	1200	400	700	300	4	
		3000	3900	1500	2500							500	1500	750	900			8
		4000	4900	2000	3500							800	1800	1000	1000			10
		6000	6900	3000	5500							1200	1800	1500	1000			18
$\frac{-}{800}$	1,0 и 1,6	2000	2990	800	1450	250	200	150	$\frac{250}{966}$	$\frac{627}{622}$	$\frac{620}{315}$	400	1200	400	700	350	4	
		3000	3990	1500	2450							600	1500	750	900			6
		4000	4990	2000	2450							800	1800	1000	1000			8
		6000	7200	3000	5350							1200	1800	1500	1000			14
$\frac{-}{1000}$	0,6 и 1,0	3000	4200	1500	2350	300	200	150	$\frac{300}{1166}$	$\frac{729}{722}$	$\frac{760}{380}$	400	1500	-	900	520	4	
		4000	5200	2000	3350							600	1800	-	1000			6
		6000	7200	3000	5350							1200	1800	-	1000			10
$\frac{-}{1200}$	0,6 и 1,0	4000	5330	2000	3200	350	250	200	$\frac{350}{1366}$	$\frac{831}{822}$	$\frac{835}{450}$	700	1500	-	900	550	6	
		6000	7330	3000	5200							1200	1800	-	1000			8

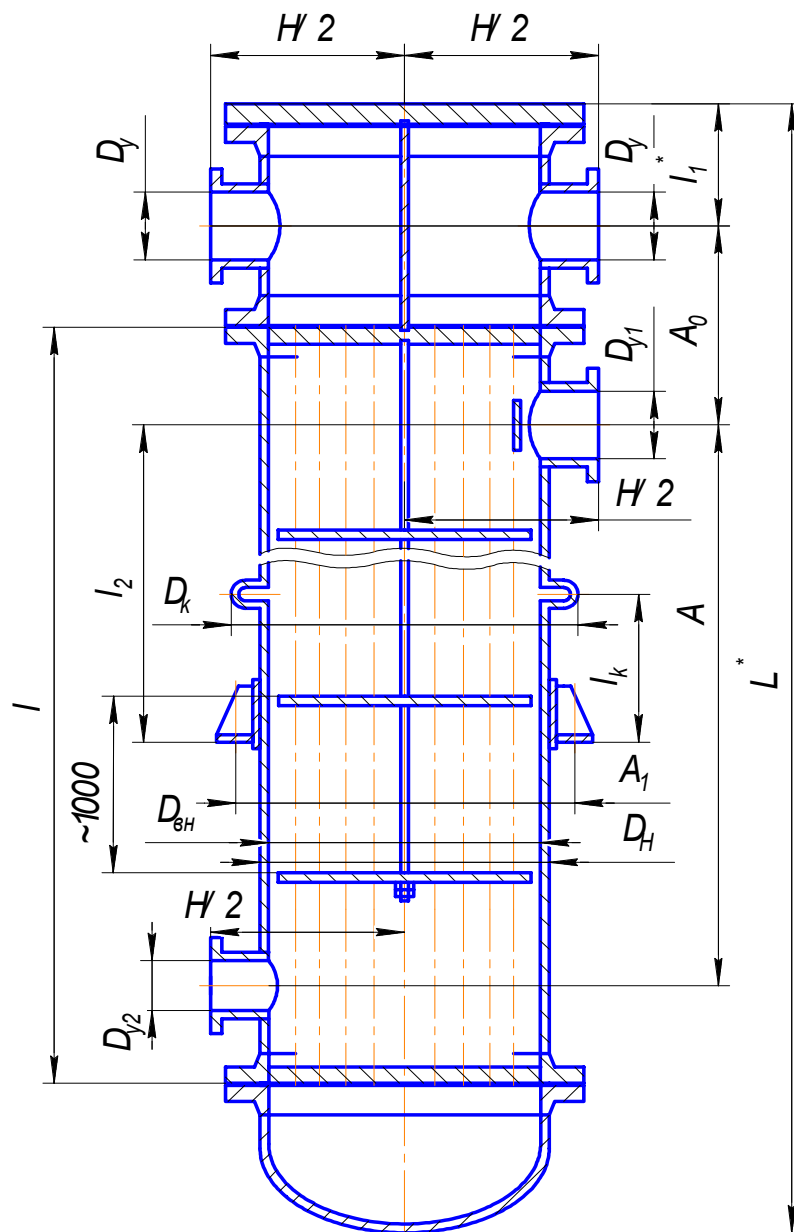


Рис. П.6. Конденсатор (К) многоходовой по трубному пространству, вертикальный (В), с диаметром кожуха от 630 до 1400 мм по ГОСТ 15121–79 (к табл. П.4)

Таблица П.4

Основные размеры (мм) конденсаторов (К) по ГОСТ 15121-79 (к рис. П.5, П.6)

Диаметр кожуха $\frac{D_H}{D_{KH}}$	Давление в кожухе P_y , МПа	l	L^*	l_0	A	D_y при числе ходов по трубам			$\frac{D_{y1}}{D_{y2}}$	$\approx \frac{D_K}{H/2}$	$\frac{h}{A_0}$	l_1^*	l_2		$\approx l_K$	
						2	4	6					ККГ КНГ	ККВ КНВ	ККГ	ККВ
l	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\frac{630}{600}$	1,0	3000	3890	1500	2550	200	150	100	$\frac{300}{100}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{600}$	310	500	1500	750	900
		4000	4890	2000	3550				800	1800	1000		1000			
		6000	6890	3000	5550				1200	1800	1500		1000			
$\frac{630}{600}$	1,6	3000	3890	1500	2540	200	150	100	$\frac{250}{100}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{600}$	310	500	1500	750	900
		4000	4890	2000	3540				800	1800	1000		1000			
		6000	6890	3000	5540				1200	1800	1500		1000			
$\frac{-}{800}$	1,0	3000	3970	1500	2440	250	200	150	$\frac{400}{150}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{690}$	315	600	1500	750	900
		4000	4970	2000	3440				800	1800	1000		1000			
		6000	6870	3000	5440				1200	1800	1500		1000			
$\frac{-}{800}$	1,6	3000	3970	1500	2480	250	200	150	$\frac{300}{150}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{640}$	315	600	1500	750	900
		4000	4970	2000	3480				800	1800	1000		1000			
		6000	6970	3000	5480				1200	1800	1500		1000			
$\frac{-}{1000}$	0,6 и 1,0	3000	4200	1500	2400	300	200	150	$\frac{400}{150}$	$\frac{1166}{729}$	$\frac{722}{800}$	380	400	1500	-	900
		4000	5200	2000	3400				600	1800	1000		1000			
		6000	7200	3000	5400				1200	1800	1000		1000			
$\frac{-}{1000}$	1,6	3000	4200	1500	2430	300	200	150	$\frac{300}{150}$	$\frac{1166}{729}$	$\frac{722}{760}$	380	400	1500	-	900
		4000	5200	2000	3430				600	1800	1000		1000			
		6000	7200	3000	5430				1200	1800	1000		1000			
$\frac{-}{1200}$	0,6 и 1,0	4000	5380	2000	3300	350	250	200	$\frac{500}{200}$	$\frac{1366}{831}$	$\frac{822}{860}$	450	700	1800	-	1000
		6000	7380	3000	5300				1200	1800	1000		1000			
		-	-	-	-				-	-	-		-			
$\frac{-}{1200}$	1,6	4000	5380	2000	3300	350	250	200	$\frac{400}{200}$	$\frac{1366}{831}$	$\frac{822}{830}$	450	700	1800	-	1000
		6000	7380	3000	5300				1200	1800	1000		1000			
		-	-	-	-				-	-	-		-			
$\frac{-}{1400}$	0,6 и 1,0	6000	7630	3000	5200	350	250	200	$\frac{500}{250}$	$\frac{1566}{990}$	$\frac{922}{990}$	575	1200	1800	-	-
		-	-	-	-				-	-	-		-			
		-	-	-	-				-	-	-		-			
$\frac{-}{1400}$	1,6	6000	7630	3000	5200	350	250	200	$\frac{400}{250}$	$\frac{1566}{990}$	$\frac{922}{970}$	575	1200	1800	-	-
		-	-	-	-				-	-	-		-			
		-	-	-	-				-	-	-		-			

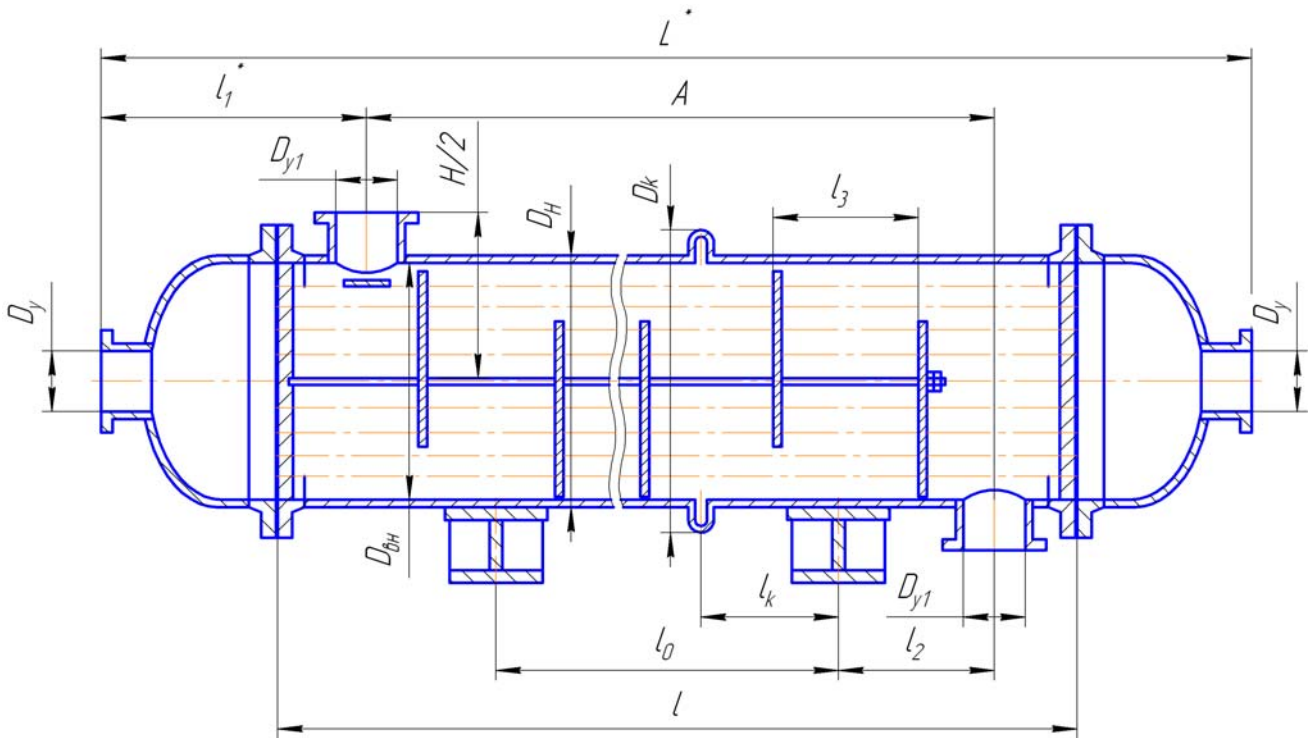


Рис. П.9. Теплообменник (Т) одноходовой по трубному пространству, горизонтальный (Г), с диаметром кожуха от 325 до 1200 мм по ГОСТ 15122–79 (к табл. П.5)

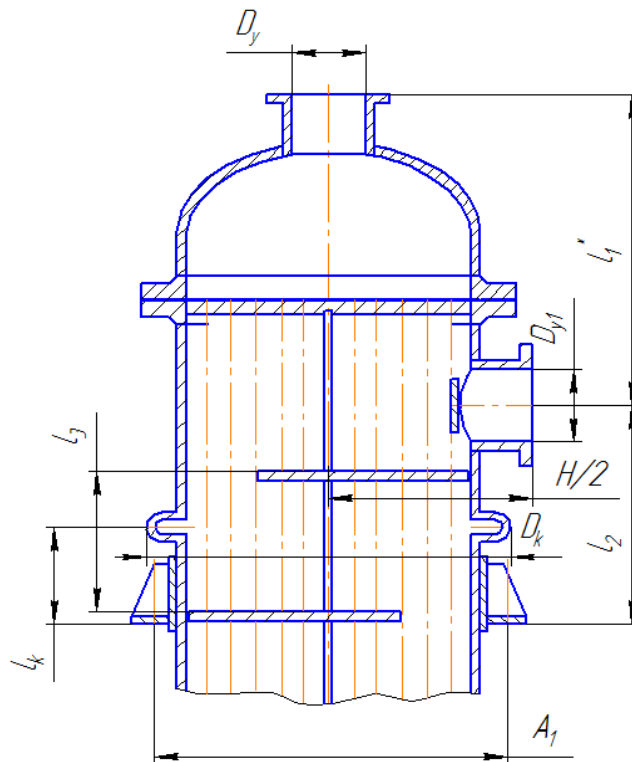


Рис. П.10. Теплообменник (Т) одноходовой по трубам, вертикальный (В), с диаметром кожуха от 325 до 1200 мм по ГОСТ 15122 – 79 (к табл. П.5).
Остальные размеры см. на рис. П.9

Таблица П.5

Основные размеры (мм) одноходовых теплообменников (Т) по ГОСТ 15122-79 (рис. П.7, П.8, П.9, П.10)

Диаметр кожуха, $\frac{D_H}{D_{BH}}$	Давление в кожухе P_y , МПа	l	L	l_0	A	$\frac{D_y}{D_{y1}}$	$\approx \frac{D_K}{H/2}$	$\frac{h}{l_1}$	l_2		$\approx l_K$		Размещение перегородок		
									ТНГ ТКГ	ТНВ ТКВ	ТКГ	ТКВ	l_3	Число	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
$\frac{159}{-}$	1,6; 2,5 и 4,0	1000	1540	350	680	$\frac{80}{80}$	$\frac{309}{215}$	$\frac{159}{430}$	200	400	-	-			6
		1500	2040	650	1180	$\frac{80}{80}$	$\frac{309}{215}$	$\frac{159}{430}$	400	800	325	325	100		10
		2000	2540	800	1680	$\frac{80}{80}$	$\frac{309}{215}$	$\frac{159}{430}$	500	1200	400	400			14
		3000	3540	1500	2680	$\frac{80}{80}$	$\frac{309}{215}$	$\frac{159}{430}$	650	1500	750	750			26
$\frac{273}{-}$	1,6; 2,5	1000	1640	350	600	$\frac{100}{100}$	$\frac{423}{272}$	$\frac{241}{520}$	250	40	-	-			4
		1500	2140	650	1100	$\frac{100}{100}$	$\frac{423}{272}$	$\frac{241}{520}$	350	800	325	450	130		8
		2000	2640	800	1600	$\frac{100}{100}$	$\frac{423}{272}$	$\frac{241}{520}$	500	1200	400	700			12
		3000	3640	1500	2600	$\frac{100}{100}$	$\frac{423}{272}$	$\frac{241}{520}$	650	1500	750	900			20
$\frac{325}{-}$	1,6 и 2,5	1500	2200	650	1050	$\frac{150}{100}$	$\frac{475}{298}$	$\frac{292}{575}$	350	800	325	475			6
		2000	2700	800	1550	$\frac{150}{100}$	$\frac{475}{298}$	$\frac{292}{575}$	500	1200	400	700	180		8
		3000	3700	1500	2550	$\frac{150}{100}$	$\frac{475}{298}$	$\frac{292}{575}$	650	1500	750	900			14
		4000	4700	2000	3550	$\frac{150}{100}$	$\frac{475}{298}$	$\frac{292}{575}$	800	1800	1000	1000			18
$\frac{426}{-}$	1,6 и 2,5	2000	2930	800	1550	$\frac{150}{150}$	$\frac{576}{363}$	$\frac{352}{610}$	500	1200	400	700			6
		3000	930	1500	2550	$\frac{150}{150}$	$\frac{576}{363}$	$\frac{352}{610}$	500	1500	750	900	250		10
		4000	4930	2000	3550	$\frac{150}{150}$	$\frac{576}{363}$	$\frac{352}{610}$	800	1800	1000	1000			14
		6000	6930	3000	5550	$\frac{150}{150}$	$\frac{576}{363}$	$\frac{352}{610}$	1200	1800	1500	1000			22
$\frac{630}{600}$	1,6	2000	2960	800	1500	$\frac{200}{200}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{680}$	400	1200	400	700	300		4
		3000	3960	1500	2500	$\frac{200}{200}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{680}$	500	1500	750	900			8
		4000	4960	2000	3500	$\frac{200}{200}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{680}$	800	1800	1000	1000			10
		6000	6960	3000	5500	$\frac{200}{200}$	$\frac{780}{530}$	$\frac{525}{680}$	1200	1800	1500	1000			18
$\frac{-}{800}$	1,0	2000	3070	800	1450	$\frac{250}{250}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{775}$	400	1200	400	700			4
		3000	4070	1500	2450	$\frac{250}{250}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{775}$	600	1500	750	900	350		6
		4000	5070	2000	3450	$\frac{250}{250}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{775}$	800	1800	1000	1000			8
		6000	7070	3000	5450	$\frac{250}{250}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{775}$	1200	1800	1500	1000			14

Окончание таблицы П.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
– 800	1,6	2000 3000 4000 6000	3120 4120 5120 7120	800 1500 2000 3000	1450 2450 3450 5450	$\frac{250}{250}$	$\frac{966}{627}$	$\frac{622}{785}$	400 600 800 1200	1200 1500 1800 1800	400 750 1000 1500	700 900 1000 1000	350	4 6 8 14
– 1000	0,6 и 1,0	3000 4000 6000	4170 5170 7170	1500 2000 3000	2350 3350 5350	$\frac{300}{300}$	$\frac{1166}{729}$	$\frac{722}{910}$	400 60 1200	1500 1800 1800	- - -	900 1000 1000	520	4 6 10
– 1000	1,6	3000 4000 6000	4180 5180 7180	1500 2000 3000	2350 3350 5350	$\frac{300}{300}$	$\frac{1166}{729}$	$\frac{722}{915}$	400 600 1200	1500 1800 1800	- - -	900 1000 1000	520	4 6 10
– 1200	0,6 и 1,0	4000 6000	5300 7300	2000 3000	3200 5200	$\frac{350}{350}$	$\frac{1366}{831}$	$\frac{822}{1050}$	700 1200	1800	-	1000	550	6 8
– 1200	1,6	4000 6000	5350 7350	2000 3000	3200 5200	$\frac{350}{350}$	$\frac{1366}{831}$	$\frac{822}{1080}$	700 1200	1800	-	1000	550	6 8

Таблица П.6

Основные размеры (мм) многоходовых теплообменников (Т) по ГОСТ 15122-79 (рис. П.11, П.12)

Диаметр кожуха $\frac{D_H}{D_{BH}}$	Давление в кожухе P_y , МПа	l	L	l_0	A	D_y при числе ходов по трубам			$\frac{D_{y1}}{\approx D_K}$	$\frac{H/2}{h}$	$\frac{A_0}{l_1}$	l_2		$\approx l_K$		Размещение перегородок		
						2	4	6				ТКГ ТНГ	ТКВ ТНВ	ТКГ	ТКВ	l_3	число	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
$\frac{325}{-}$	1,6 и 2,5	1500	2170	650	1050	100	-	-	$\frac{100}{175}$	$\frac{293}{292}$	$\frac{440}{240}$	350	800	325	475	180	6	
		2000	2670	800	1550							500	1200	400	700			8
		3000	3670	1500	2550							650	1500	750	900			14
		4000	4670	2000	3550							800	1800	1000	1000			18
$\frac{426}{400}$	1,6 и 2,5	2000	2770	800	1550	150	-	-	$\frac{150}{576}$	$\frac{363}{352}$	$\frac{445}{290}$	500	1200	400	700	250	6	
		3000	3770	1500	2550							500	1500	750	900			10
		4000	4770	2000	3550							800	1800	1000	1000			14
		6000	6770	3000	5550							1200	1800	1500	1000			22
$\frac{630}{600}$	1,6	2000	2910	800	1550	200	150	100	$\frac{200}{780}$	$\frac{530}{525}$	$\frac{520}{370}$	400	1200	400	700	300	4	
		3000	3910	1500	2550							500	1500	750	900			8
		4000	4910	2000	3550							800	1800	1000	1000			10
		6000	6910	3000	5550							1200	1800	1500	1000			18
$\frac{-}{800}$	1,0	2000	3160	800	1450	250	200	150	$\frac{250}{966}$	$\frac{627}{622}$	$\frac{630}{420}$	400	1200	400	700	350	4	
		3000	4160	1500	2450							600	1500	750	900			6
		4000	5160	2000	3450							800	1800	1000	1000			8
		6000	7160	3000	5450							1200	1800	1500	1000			14
$\frac{-}{800}$	1,6	2000	3190	800	1450	250	200	150	$\frac{250}{966}$	$\frac{627}{622}$	$\frac{630}{420}$	400	1200	400	700	350	4	
		3000	4190	1500	2450							600	1500	750	900			6
		4000	5190	2000	3450							800	1800	1000	1000			8
		6000	7190	3000	5450							1200	1800	1500	1000			14
$\frac{-}{1200}$	0,6 и 1,0	4000	5430	2000	3200	350	250	200	$\frac{350}{1366}$	$\frac{831}{822}$	$\frac{756}{620}$	700	1800	-	1000	550	6	
		6000	7430	3000	5200							1200	1800	1000	8			
$\frac{-}{1200}$	1,6	4000	5460	2000	3200	350	250	200	$\frac{350}{1366}$	$\frac{831}{822}$	$\frac{756}{620}$	700	1800	-	1000	550	6	
		6000	7460	3000	5200							1200	1800	1000	8			

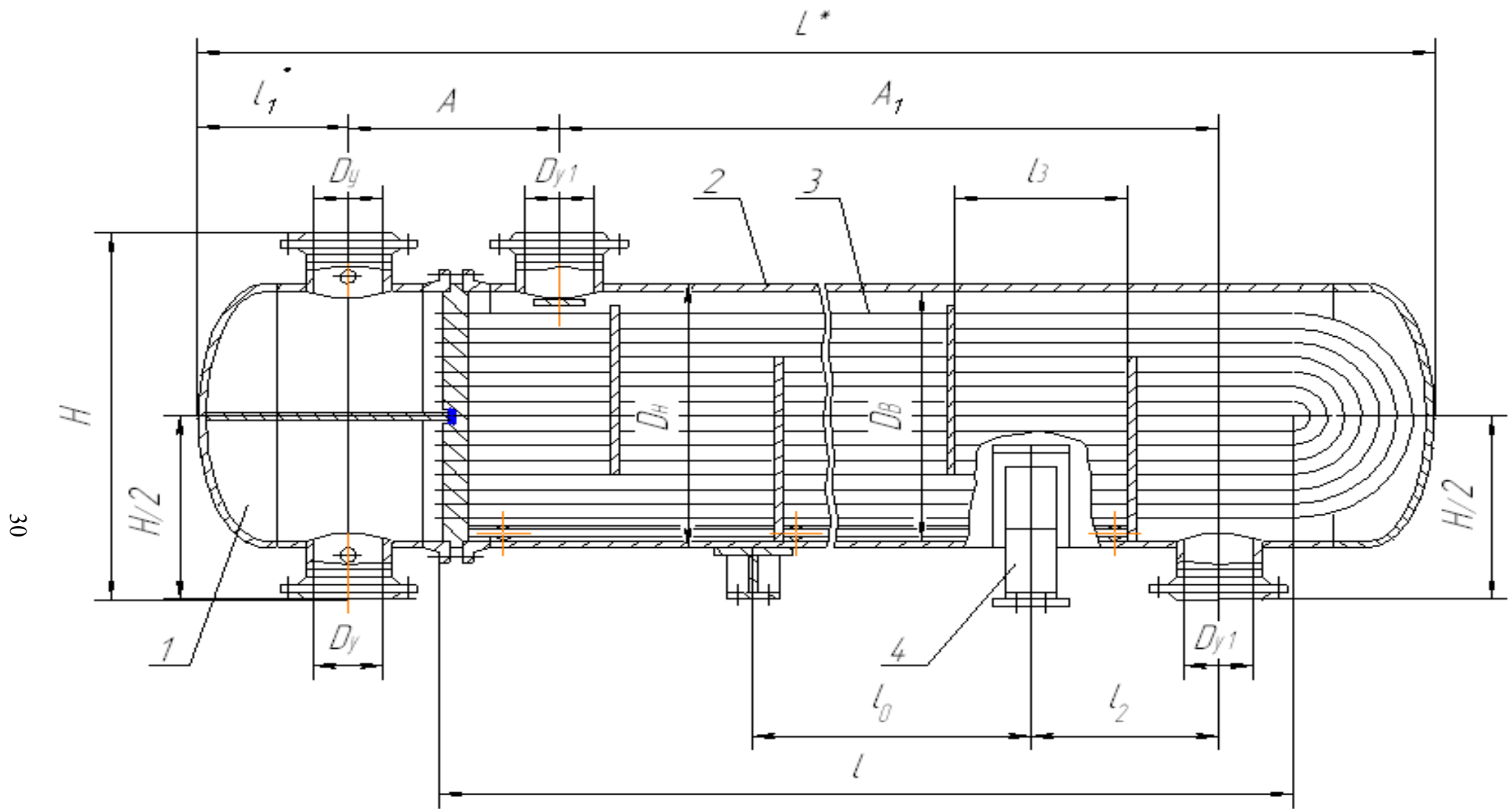


Рис. П.13. Теплообменник (Т) кожухотрубчатый с U-образными трубами (У) горизонтальный (Г) по ГОСТ 14245 – 79 (табл. П.7, П.8):

1 – распределительная камера; 2 – кожух (корпус); 3 – U-образная теплообменная труба; 4 – опора подвижная (с подкладным листом под фундамент); 5 – опора неподвижная.

Таблица П.7

Основные размеры (мм) теплообменников (Т) с U - образными трубами (У) по ГОСТ 14245-79 (рис. П.13)

Диаметр кожуха D_H/D_{BH}	Давление в кожухе P_y , МПа	L^*	Длина труб, L	l_0	l_1	l_2	Размещение перегородок		$H/2$	h	D_y штуцеров	A	A_1
							l_3	число					
325/-	1.6 и 2.5	3800 6800	3000 6000	1500 3000	215	400 1100	150	16 36	300	292	100	450	2500 5500
426/400	1.6 и 2.5	3940 6940	3000 6000	1500 3000	310	400 1100	200	10 26	357	352	100	500	2500 5500
530/500	1.6 и 2.5	4070 7070	3000 6000	1500 3000	325	400 1100	250	10 22	477	472	150	550	2500 5500
630/600	1.6	7225 10225	6000 9000	3000 6000	400	1100	355	16 24	530	525	200	600	5400 8400
-/800	1.6	7300 10300	6000 9000	3000 6000	440	1450	400	12 20	677	622	250	700	5400 8400
-/1000	1.6	7625 10625	6000 9000	3000 6000	560	1450	500	10 16	779	722	300	750	5500 8500
-/1200	1.6	7720 10720	6000 9000	3000 6000	590	1400	615	8 12	890	822	300	800	5400 8400
-/1400	1.6	8055 11055	6000 9000	3000 6000	770	1300	670	8 12	990	922	350	1000	5200 8200

*Размеры для справок

Таблица П.8

Поверхности теплообмена и площади проходных сечений теплообменников (Т) с U-образными трубами (У) ГОСТ 14245 – 79, сортамент труб 20×2 (рис. П.13)

Диаметр кожуха мм, D_H/D_{BH}	Давление в кожухе, МПа	Длина труб, l , мм	Поверхность теплообмена m^2 при расположении труб:		Площадь проходного сечения одного хода, $m^2 \cdot 10^3$:		Площади проходных сечений по межтрубному пространству, $m^2 \cdot 10^2$			
			по вершинам квадратов	по вершинам треугольников	по вершинам квадратов	по вершинам треугольников	по вершинам квадратов		по вершинам треугольников	
							в вырезе перегородки	между перегородками	в вырезе перегородки	между перегородками
325/-	1,6 и 2,5	3000 6000	14 27	- -	7	- -	1,1	2,1	- -	- -
426/400	1,6 и 2,5	3000 6000	26 51	- -	13	- -	2	3,6	- -	- -
530/500	1,6 и 2,5	3000 6000	43 85	- -	22	- -	3,2	5,8	- -	- -
630/600	1,6	6000 9000	120 178	150 223	31	39	4,7	7,8	3,7	6
-/800	1,6	6000 9000	224 331	258 383	57	67	8,5	13,4	7,3	8,8
-/1000	1,6	6000 9000	383 565	437 647	97	112	12	19,3	10,8	13
-/1200	1,6	6000 9000	564 831	651 961	142	165	13,5	26,9	15,1	21
-/1400	1,6	6000 9000	790 1160	930 1369	197	234	16,1	33,2	18,7	25,5

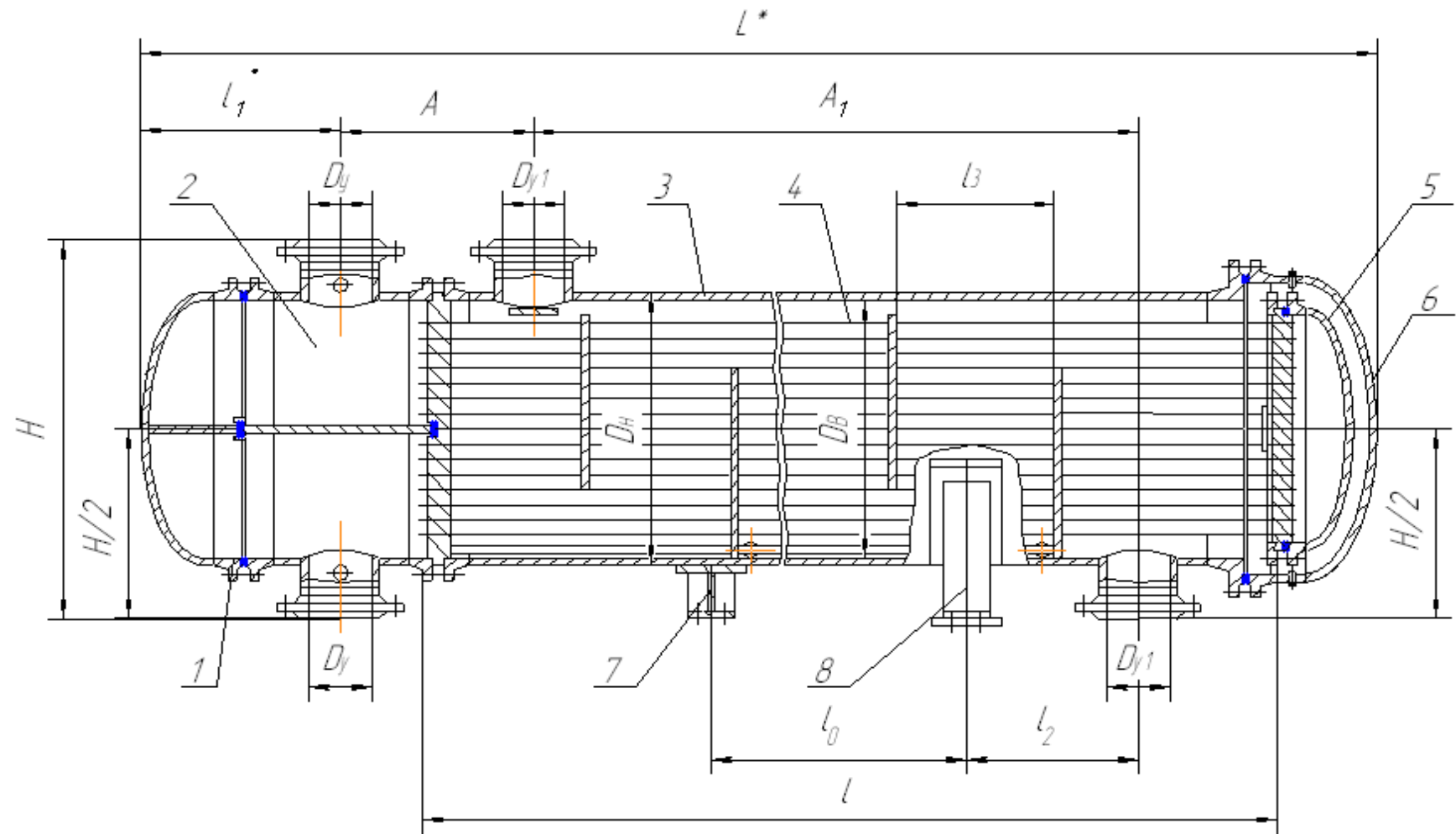


Рис. П.14. Теплообменник (Т) кожухотрубчатый с плавающей головкой (П), горизонтальный (Г) по ГОСТ 14246 – 79
(табл. П.9, П.10):

1 – крышка распределительной камеры; 2 – распределительная камера; 3 – кожух (корпус); 4 – теплообменная труба; 5 – крышка плавающей головки; 6 – крышка корпуса; 7 – опора неподвижная; 8 – опора подвижная (с подкладным листом под фундамент).

Таблица П.9

Основные размеры (мм) теплообменников (Т) с плавающей головкой (П) по ГОСТ 14246-79 (рис. П.14)

Диаметр кожуха, $\frac{D_H}{D_{BH}}$	Давление в кожухе P_y , МПа	L^*	Длина труб l	l_0	l_1^*	l_2	Размещение перегородок		$H/2$	h	D_y при числе ходов по трубам		D_{yI}	A	A_1
							l_3	число			2	4			
$\frac{325}{-}$	1,6 и 2,5	3690 6690	3000 6000	1500 3000	250	400 1100	140	16 38	300	292	100	-	100	450	2350 5350
$\frac{426}{400}$	1,6 и 2,5	3695 6695	3000 6000	1500 3000	260	400 1100	210	10 24	357	352	100	-	100	500	2250 5250
$\frac{530}{500}$	1,6 и 2,5	3835 6835	3000 6000	1500 3000	305	400 1100	260	8 20	477	472	150	-	150	550	2200 5200
$\frac{630}{600}$	1,6	6900 9900	6000 9000	3000 6000	320	1100	320	16 24	530	525	200	150	200	600	5100 8100
$\frac{-}{800}$	1,6	7465 10465	6000 9000	3000 6000	700	1100	390	12 20	677	622	250	200	250	700	5100 8100
$\frac{-}{1000}$	1,6	7615 10615	6000 9000	3000 6000	760	950	500	10 16	119	722	300	200	300	750	5000 8000
$\frac{-}{1200}$	1,6	7655 10655	6000 9000	3000 6000	830	800	615	8 12	890	822	300	250	300	820	4760 7760
$\frac{-}{1400}$	1,6	7915 10915	6000 9000	3000 6000	1935	850	600	8 12	990	922	350	250	350	1020	4660 7660

Таблица П.10

Поверхности теплообмена и площади проходных сечений теплообменников с плавающей головкой (П) по ГОСТ 14246 – 79, сортамент труб 20×2 (к рис.П.14)

Диаметр кожуха, мм, $\frac{Dн}{Dвн}$	Давление в кожухе, МПа	Длина труб l , мм	Поверхность теплообмена (m^2) при расположении труб:				Площадь проходного сечения одного хода, $m^2 \cdot 10^3$:				Площади проходных сечений по межтрубному пространству, $m^2 \cdot 10^2$:			
			по вершинам квадратов		по вершинам треугольников		по вершинам квадратов		по вершинам треугольников		по вершинам квадратов		по вершинам треугольников	
			при числе ходов по трубам				при числе ходов по трубам				в выре- зе пере- городки	между перегород- ками	ввыре- зе пере- городки	между пере- городками
			2	4	2	4	2	4	2	4				
325/-	1,6 и 2,5	3000	10	-	-	-	7	-	-	-	1,2	2,2	-	-
		6000	20	-	-	-								
426/400	1,6 и 2,5	3000	19	-	-	-	14	-	-	-	1,9	3,2	-	-
		6000	38	-	-	-								
530/500	1,6 и 2,5	3000	31	-	-	-	23	-	-	-	3	5	-	-
		6000	62	-	-	-								
630/600	1,6	6000	96	86	105	94	34	15	37	16	4,3	7,4	4	6,4
		9000	144	129	157	141								
-/800	1,6	6000	170	157	191	173	60	23	69	24	7,4	12	6,8	9,7
		9000	255	235	286	259								
-/1000	1,6	6000	284	267	325	301	103	41	119	51	11,7	19	11,2	12,5
		9000	426	400	488	451								
-/1200	1,6	6000	423	403	489	460	155	72	179	86	12,6	28	11,3	18,4
		9000	635	604	733	690								
-/1400	1,6	6000	584	561	675	642	214	99	247	110	17,4	31,8	15,3	21
		9000	876	841	1012	963								

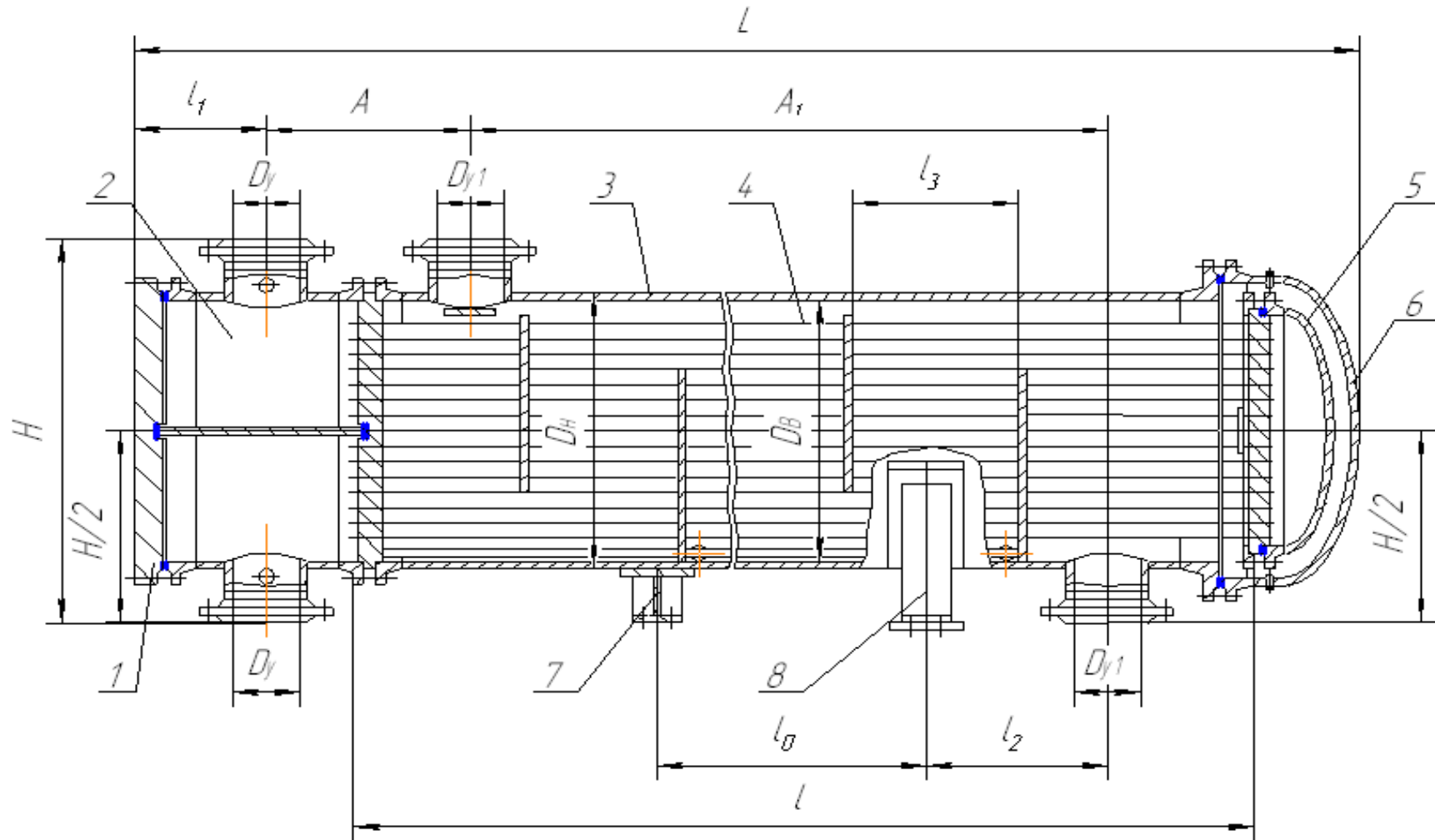


Рис. П.15. Холодильник (X) кожухотрубчатый с плавающей головкой (П) горизонтальный (Г) по ГОСТ 14244 – 79
(табл. П.11, П.12):

1 – крышка распределительной камеры; 2 – распределительная камера; 3 – корпус (кожух); 4 – теплообменная труба; 5 – крышка плавающей головки; 6 – крышка корпуса; 7 – опора неподвижная; 8 – опора подвижная с подкладным листом под фундамент.

Таблица П. 11

Основные размеры (мм) холодильников (X) с плавающей головкой (П) по ГОСТ 14244-79 (рис. П.15)

Диаметр кожуха D_H/D_{BH}	Давление в кожухе, МПа	L^*	Длина труб l	l_0	l_1	l_2	Размещение перегородок		$H/2$	h	D _y при числе ходов по трубам		D_{yI}	A	A_I
							l_3	число			2	4			
325/-	4.0	3680	3000	1500	235	400	140	16	300	292	100	-	100	450	2350
		6680	6000	3000	1100	38									5350
426/400	4.0	3690	3000	1500	250	400	210	10	357	352	100	-	100	500	2250
		6690	6000	3000	1100	24									5250
530/500	4.0	3900	3000	1500	310	400	260	8	477	472	150	-	150	550	2200
		6900	6000	3000	1100	20									5200
630/600	2.5	6900	6000	3000	310	1100	320	16	530	525	200	150	200	600	5100
		9900	9000	6000	24	8100									
-/800	1.6	7080	6000	3000	315	1100	390	12	677	622	250	200	250	700	5100
		10080	9000	6000	20	8100									
-/1000	1.6	7290	6000	3000	380	950	500	10	779	722	300	200	300	750	5000
		10290	9000	6000	16	8000									
-/1200	1.6	7500	6000	3000	450	800	615	8	890	822	300	250	300	820	4760
		10500	9000	6000	12	7760									

Таблица П.12

Поверхности теплообмена и площади проходных сечений холодильников (Х) с плавающей головкой (П) по ГОСТ 14244 – 79, сортамент труб 25×2 (рис. П.15).

Диаметр кожуха, мм $\frac{Dн}{Dзн}$	Давление в кожухе, МПа	Длина труб l , мм	Поверхность теплообмена (м ²) при расположении труб:				Площадь проходного сечения одного хода, м ² ·10 ³ :				Площадь проходного сечения по межтрубному пространству, м ² ·10 ³ :			
			по вершинам квадратов		по вершинам треугольников		по вершинам квадратов		по вершинам треугольников		по вершинам квадратов		по вершинам треугольников	
			при числе ходов по трубам				при числе ходов по трубам				в вырезе перегородки	между перегородками	в вырезе перегородки	между перегородками
			2	4	2	4	2	4	2	4				
325/-	4; 6.3	3000 6000	10 20	-	-	-	7	-	-	-	1.2	2.2	-	-
426/400	4	3000 6000	19 38	-	-	-	14	-	-	-	1.9	3.3	-	-
530/500	4	3000 6000	31 62	-	-	-	23	-	-	-	3	5	-	-
630/600	2.5	6000 9000	96 144	86 129	105 157	94 141	34	15	37	16	4.3	7.4	4	6.4
-/800	1.6; 2.5	6000 9000	170 255	157 235	191 286	173 259	60	23	69	24	7.4	12	6.8	9.7
-/1000	1.6; 2.5;	6000 9000	284 426	267 400	325 488	301 451	103	41	119	51	11.7	19	11.2	12.5
-/1200	1.6; 2.5; 4; 6.3	6000 9000	423 635	403 604	489 733	460 690	155	72	179	86	12.6	28	11.3	18.4
-/1400	1.6; 2.5; 4	6000 9000	584 876	561 841	675 1012	642 963	214	99	247	110	17.4	31.8	15.3	21

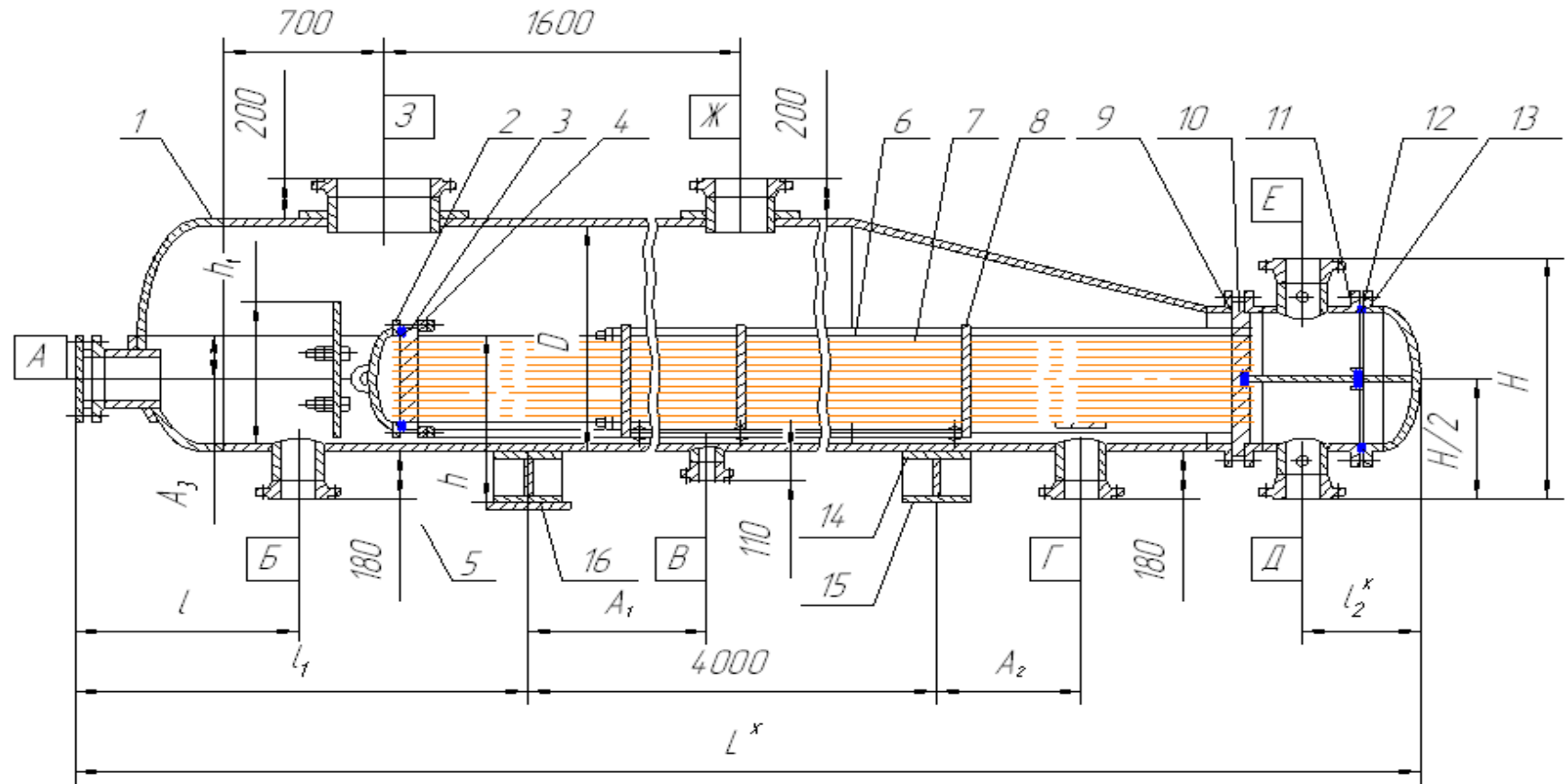


Рис. П.16. Испаритель с паровым пространством (П), с плавающей головкой (П), горизонтальный (Г) ГОСТ по 14248 – 79, исполнение 1 – с коническим днищем корпуса с диаметром от 800 до 1600 мм (табл. П.13, П.14):
 1 – корпус; 2 – крышка плавающей головки; 3 – подвижная трубная решетка; 4 – накидные разрезные фланцы (полукольца); 5 – разделительная перегородка для поддержания уровня рабочего продукта; 6 – стяжки; 7 – теплообменная труба; 8 – поперечная перегородка; 9 – прокладка корпуса; 10 – неподвижная трубная решетка; 11 – распределительная камера; 12 – прокладка крышки; 13 – крышка распределительной камеры; 14 – подкладной лист опоры; 15 – опора неподвижная; 16 – опора подвижная. Назначение штуцеров и патрубков: А – люк для монтажа пучка труб (D_y 200 мм); Б – выход жидкого остатка рабочего продукта (D_{y4}); В – дренаж (слив) рабочего продукта (D_y 50 мм); Г – вход жидкого рабочего продукта (D_{y3}); Д – выход горячего теплоносителя (D_{y2}); Е – вход горячего теплоносителя (D_{y2}); Ж – выход паров рабочего продукта (D_{y3}); И – люк-лаз (D_y 450 мм).

Таблица П.13

Основные размеры (мм) испарителей с паровым пространством (П) с плавающей головкой (П) по ГОСТ 14248 –79, сортament труб 25×2,5 (рис. П.16)

Внутренний диаметр кожуха $D_{вн}$ для исполнения:		Условное давление P_u , МПа		D_1	$H/2$	h	h_1	L^*	l	l_1	l_2^*	$\frac{A}{A_1}$	$\frac{A_2}{A_3}$	$\frac{D_{v1}}{D_{v2}}$	$\frac{D_{v3}}{D_{v4}}$
1	2	В корпусе	В трубах												
800	-	1,6	1,6	500	438	622	565	8200	802	1652	470	$\frac{150}{550}$	$\frac{1090}{-}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{200}{100}$
1000	-	1,6	2,5	600	492	722	665	8400	852	1952	535	$\frac{200}{300}$	$\frac{950}{-}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{200}{100}$
1200	-	1,6	2,5	700	544	822	765	8485	904	1754	605	$\frac{250}{550}$	$\frac{1080}{-}$	$\frac{350}{250}$	$\frac{250}{150}$
1600	-	1,6	2,5	900	666	1022	965	8800	1004	1854	700	$\frac{350}{550}$	$\frac{1110}{-}$	$\frac{500}{300}$	$\frac{250}{150}$
-	2400	1,0	2,5	700	544	1424	1395	8850	1200	2050	605	$\frac{220}{550}$	$\frac{570}{980}$	$\frac{500}{250}$	$\frac{250}{150}$
-	2600	1,0	1,6	700	540	1528	1715	8830	1250	2100	570	$\frac{-}{550}$	$\frac{570}{1400}$	$\frac{500}{250}$	$\frac{250}{200}$
-	2800	1,0	1,6	900	662	1624	1820	9080	1320	2178	670	$\frac{50}{550}$	$\frac{570}{1270}$	$\frac{500}{300}$	$\frac{250}{200}$

Таблица П.14

Поверхность теплообмена и площади проходного сечения испарителей с паровым пространством (П) с плавающей головкой (П)
по ГОСТ 14248 – 79, сортament труб 25×2,5 (рис. П.16)

Внутренний диаметр кожуха $D_{ВН}$, мм для исполнения		Число трубных пучков	Число труб в одном пучке	Поверхность теплообмена по наружному диаметру труб, м ²	Площадь проходного сечения одного хода по трубам, м ² ·10 ³
1	2				
800	-	1	82	38	13
1000	-	1	132	62	20
1200	-	1	204	96	31
1600	-	1	362	170	55
-	2400	2	204	192	31
-	2600	3	204	288	31
-	2800	2	362	340	55

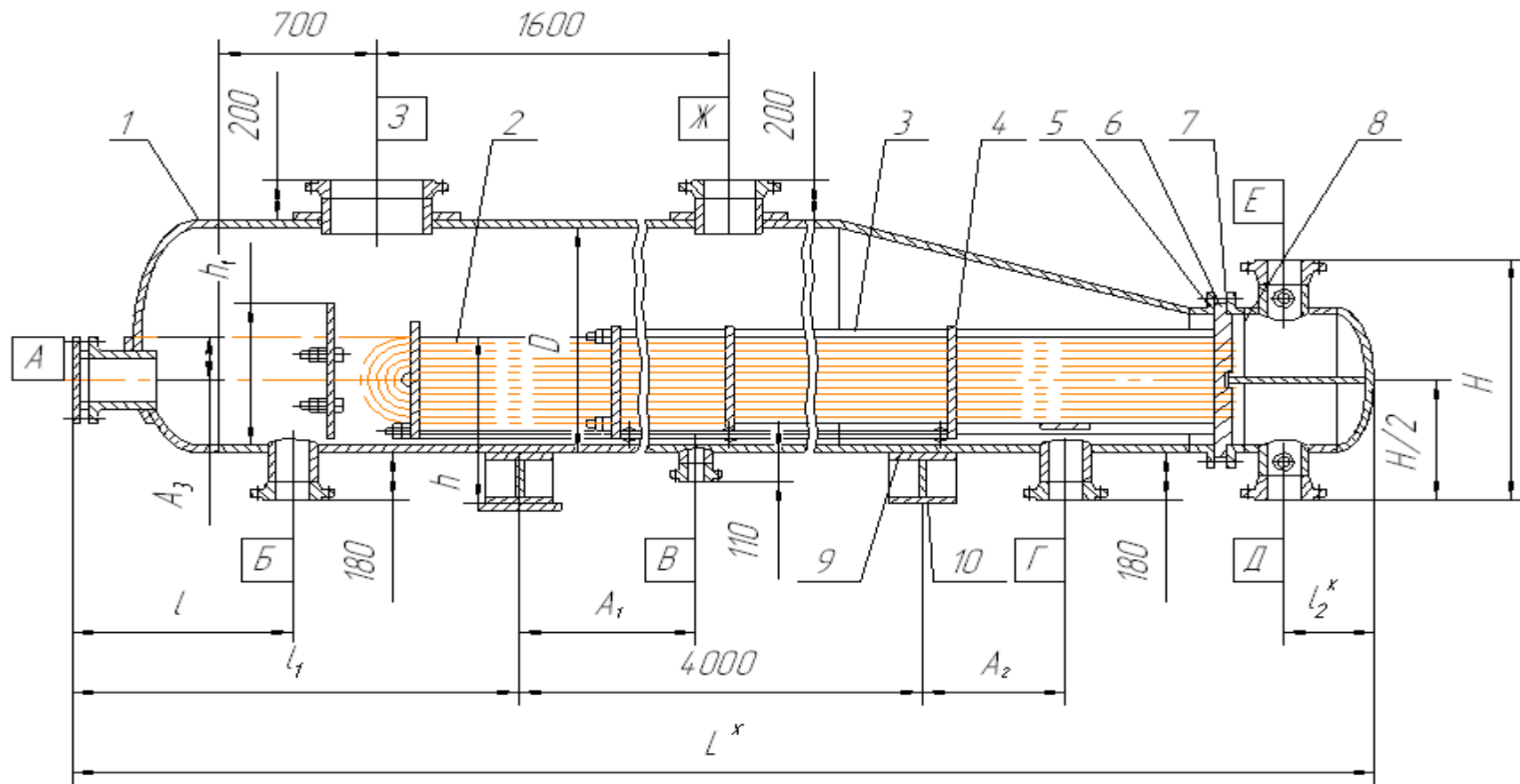


Рис. П.17. Испаритель с паровым пространством (П), с U-образными трубами (У), горизонтальный (Г) по ГОСТ 14248 – 79, исполнение 1 – с коническим днищем корпуса диаметром от 800 до 1600 мм (табл. П.15, П.16):

1 – корпус; 2 – U-образная теплообменная труба; 3 – стяжка; 4 – поперечная перегородка; 5 – фланец конического корпуса; 6 – неподвижная трубная решетка 7 – прокладка распределительной камеры; 8 – распределительная камера; 9 – подкладной лист опоры; 10 – опора неподвижная; 11 – опора подвижная.

Назначение штуцеров и патрубков: А – люк для монтажа пучка труб (D_y 200 мм); Б – выход жидкого остатка рабочего продукта (D_{y4}); В – дренаж (слив) рабочего продукта (D_y 50 мм); Г – вход жидкого рабочего продукта (D_{y3}); Д – выход горячего теплоносителя (D_{y2}); Е – вход горячего теплоносителя (D_{y2}); Ж – выход паров рабочего продукта (D_{y1}); З – люк-лаз (D_y 450 мм).

Таблица П.15

Основные размеры (мм) испарителей с паровым пространством (П) с U- образными трубами (У) по ГОСТ 14248 – 79, сортament труб 25×2, (рис. П.17)

Внутренний диаметр кожуха $D_{ВН}$ для исполнения:		Условное давление P_y , МПа		D_1	$H/2$	h	h_1	L^*	l	l_1	l_2^*	$\frac{A}{A_1}$	$\frac{A_2}{A_3}$	$\frac{D_{y1}}{D_{y2}}$	$\frac{D_{y3}}{D_{y4}}$
800	-	1.6	1.6	500	438	622	565	7700	802	1652	320	$\frac{150}{550}$	$\frac{1090}{-}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{200}{100}$
1000	-	1.6	2.5	600	492	722	665	8085	852	1952	380	$\frac{200}{300}$	$\frac{950}{-}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{200}{100}$
1200	-	1.6	2.5	700	544	822	765	8100	904	1754	420	$\frac{250}{550}$	$\frac{1080}{-}$	$\frac{350}{250}$	$\frac{250}{150}$
1600	-	1.6	2.5	900	666	1022	965	8800	1004	1854	500	$\frac{350}{550}$	$\frac{1110}{-}$	$\frac{500}{300}$	$\frac{250}{150}$
-	2400	1.0	2.5	700	544	1424	1395	8585	1200	2050	420	$\frac{220}{550}$	$\frac{50}{980}$	$\frac{500}{250}$	$\frac{250}{150}$
-	2600	1.0	1.6	700	540	1528	1715	8670	1250	2100	410	$\frac{-}{550}$	$\frac{570}{1400}$	$\frac{500}{250}$	$\frac{250}{200}$
-	2800	1.0	1.6	900	662	1624	1820	8970	1320	2170	490	$\frac{50}{550}$	$\frac{570}{1270}$	$\frac{500}{300}$	$\frac{250}{200}$

43

*Размеры для справок

Таблица П.16

Поверхность теплообмена и площадь проходного сечения испарителей с паровым пространством (П) с U-образными трубами (У) по ГОСТ14248-79, сортимент труб 25×2 (рис. П.17)

Внутренний диаметр кожуха $D_{вн}$, мм для исполнения		Число трубных пучков	Число труб в одном пучке	Поверхность теплообмена по наружному диаметру труб, м ²	Площадь проходного сечения одного хода по трубам, м ² · 10 ³
1	2				
800	-	1	134	51	13
1000	-	1	220	85	22
1200	-	1	310	120	31
1600	-	1	572	224	57
-	2400	2	310	240	31
-	2600	3	310	360	31
-	2800	2	572	448	57