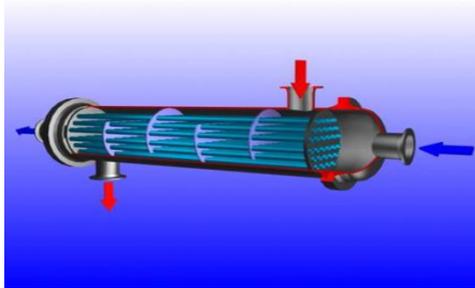


Теплообменные аппараты

Классификация теплообменных аппаратов



ТОА

поверхностные
теплообменные
аппараты

аппараты
смешения

изготовленные из труб

изготовленные из листового
проката

изготовленные из
неметаллических материалов

радиальные

кожухотрубчатые

типа «труба в трубе»

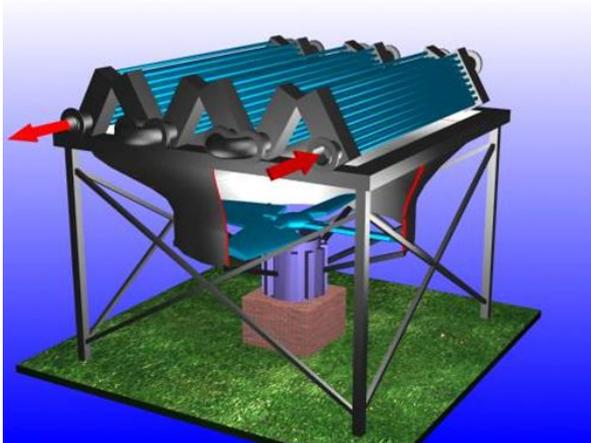
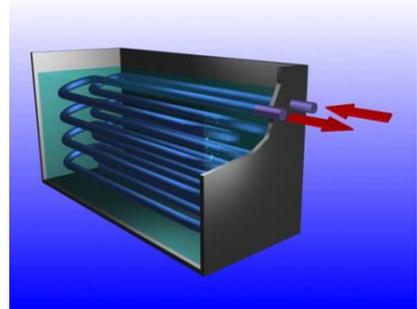
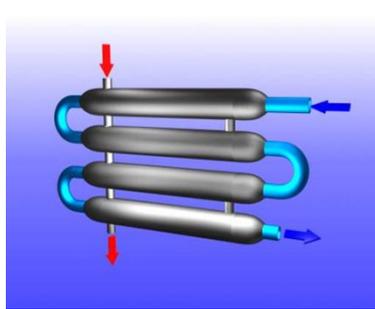
змеевиковые

погружные

аппараты воздушного
охлаждения

пластинчатые

спиральные



Классификация теплообменных аппаратов



Теплообменники – аппараты для *регенерации* тепла, уносимого отходящими потоками. *Целевым процессом*, протекающим в них, может являться *нагрев* холодного потока, или *охлаждение* горячего, или тот и другой процесс в равной степени.

Подогреватели – аппараты для нагрева дистиллятов или реагентов за счет *тепла теплоносителя*. *Целевым процессом* в них является *нагрев*.

Конденсаторы – аппараты для конденсации и охлаждения паров путем передачи тепла охлаждающему агенту.

Холодильники – аппараты для охлаждения жидких потоков. При регенерации тепла того или иного продукта его окончательное охлаждение до температуры, требуемой для безопасного транспорта и хранения, обычно завершается в **испарителях, кипяильниках**, в которых нагрев или нагрев и частичное

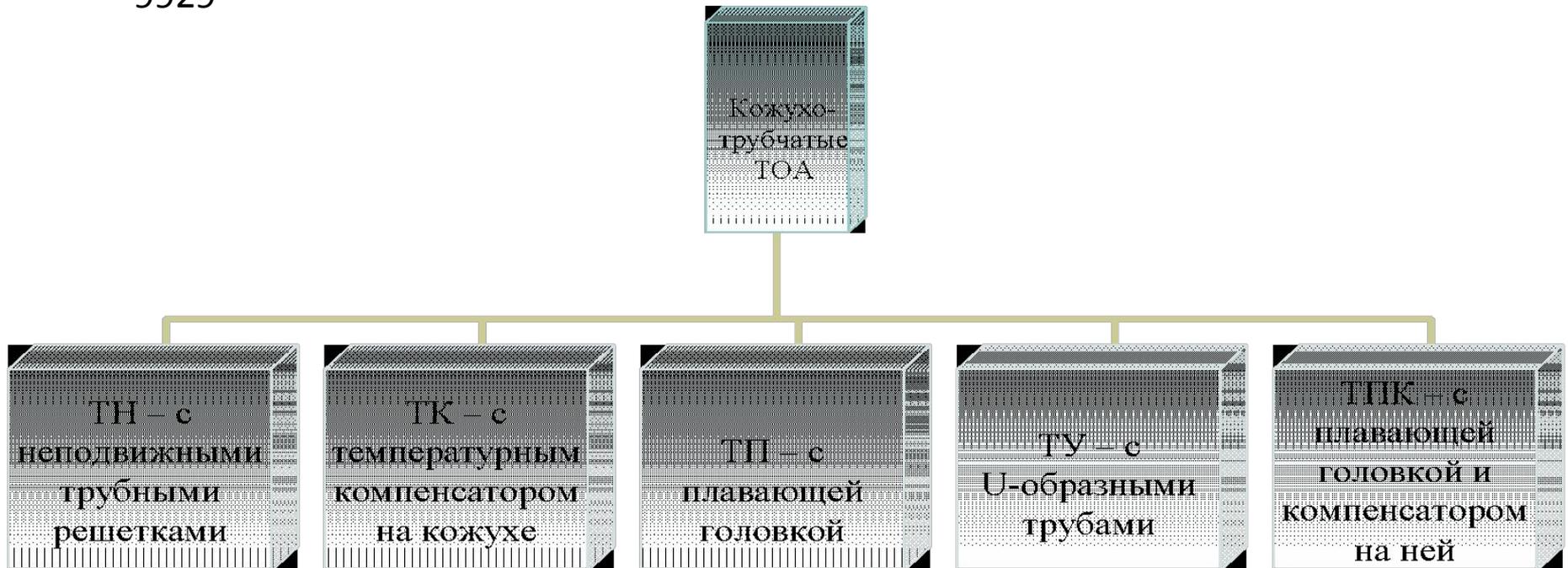
испарение осуществляется за счет использования высокотемпературных потоков нефтепродуктов и специальных теплоносителей (водяной пар, пары углеводородов, специальные высококипящие жидкости и др.).

Классификация теплообменных аппаратов

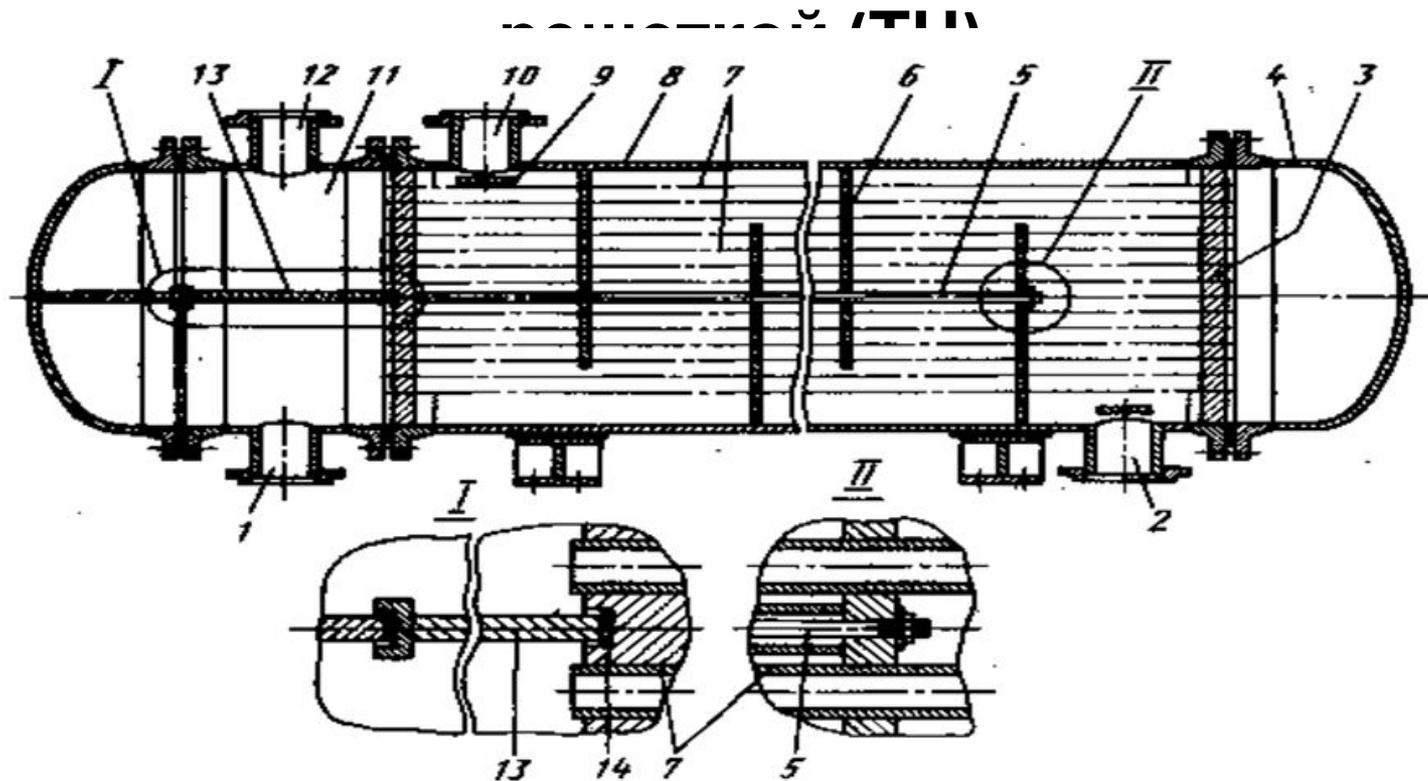
В зависимости от направления движения теплоносителей – прямоточные, противоточные, перекрестного тока и др.

В зависимости от числа ходов по трубному и межтрубному пространству: одно-, двух-, четырех- и многоходовые.

Кожухотрубчатые теплообменники – наиболее распространенная конструкция теплообменной аппаратуры. Изготавливаются по ГОСТ 9929



Теплообменники с неподвижной трубной



Двухходовой горизонтальный теплообменник с неподвижными трубными решетками ТН состоит из цилиндрического сварного кожуха 8, распределительной камеры 11 и двух крышек 4. Трубный пучок образован трубами 7, закрепленными в двух трубных решетках 3. Трубные решетки приварены к кожуху. Крышки, распределительная камера и кожух соединены фланцами. В кожухе и распределительной камере выполнены штуцера для ввода и вывода теплоносителей из трубного (штуцер 1, 12) и межтрубного (штуцер 2, 10) пространств. Перегородка 13 в распределительной камере образует ходы теплоносителя по трубам. Для герметизации узла соединения продольной перегородки с трубной решеткой использована прокладка 14, уложенная в паз решетки 3. Под входным штуцером 10 в межтрубное пространство устанавливается отбойник 9 для снижения эрозии наружных трубок.

Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)

Трубный пучок



Трубная решетка

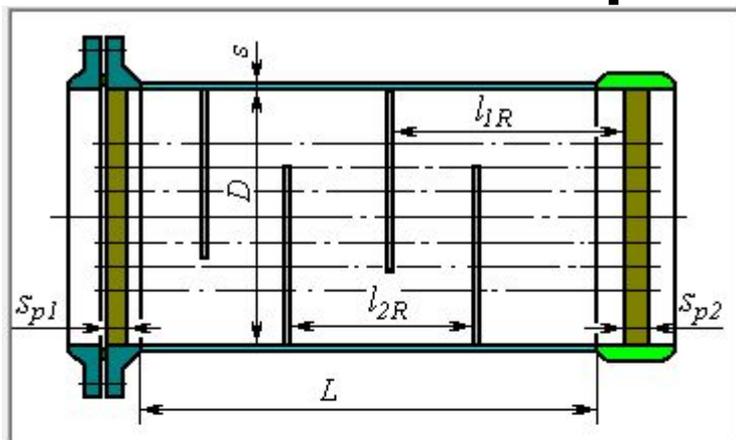


Сдвоенный ТОА



Перегорodka в распределительной камере

Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)



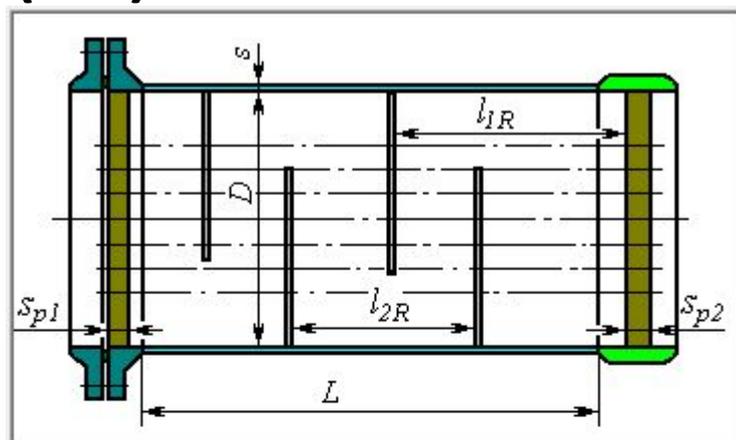
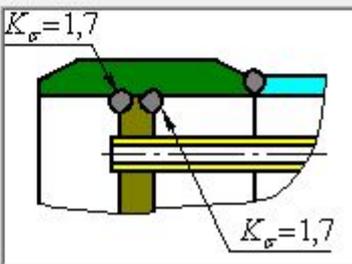
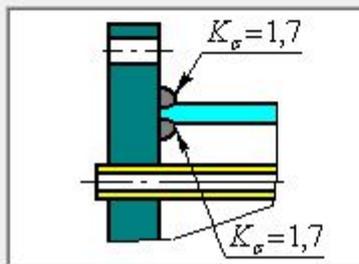
Крепление первой решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом

Крепление второй решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение



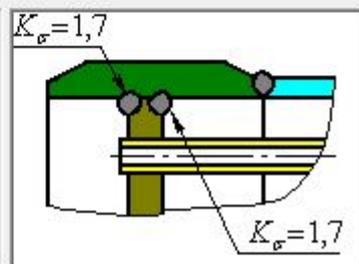
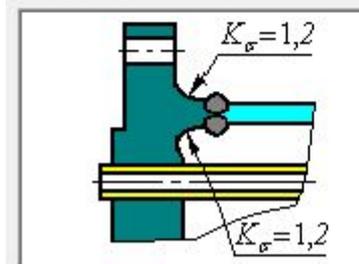
Крепление первой решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

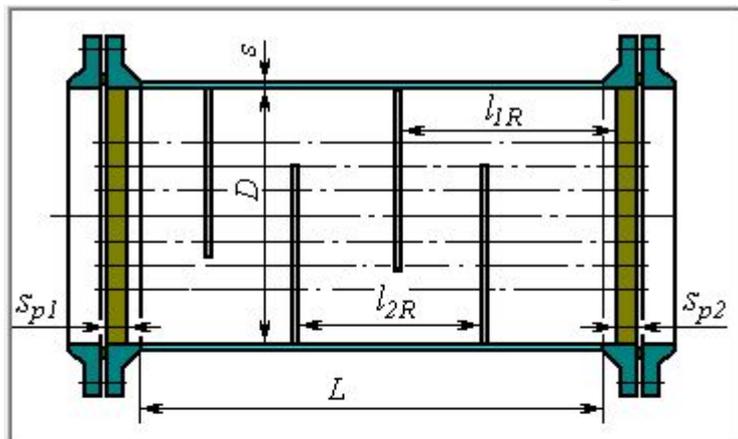
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом

Крепление второй решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение



Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)



Крепление первой решетки

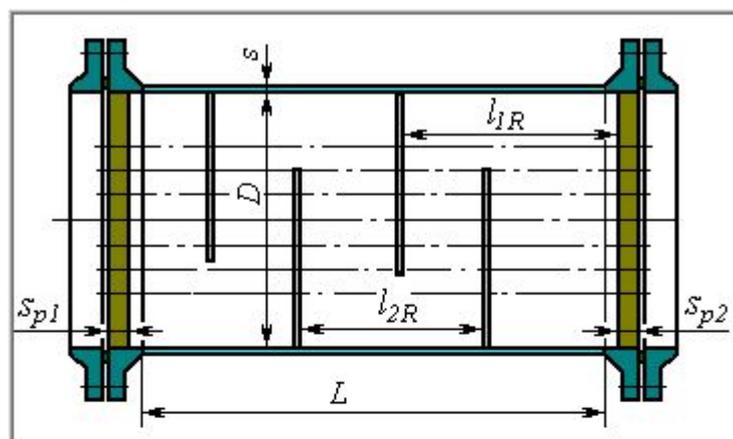
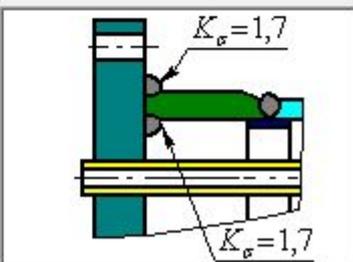
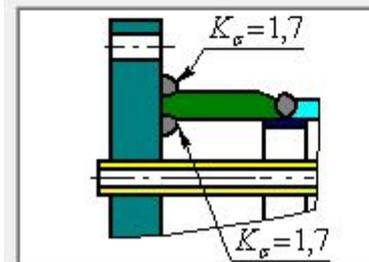
- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом

Крепление второй решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом



Крепление первой решетки

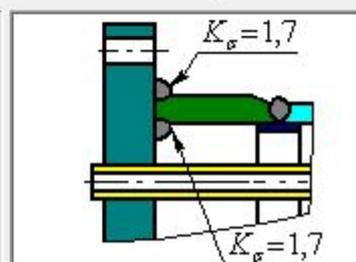
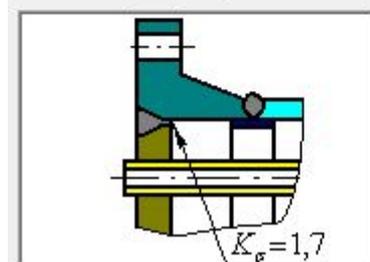
- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом

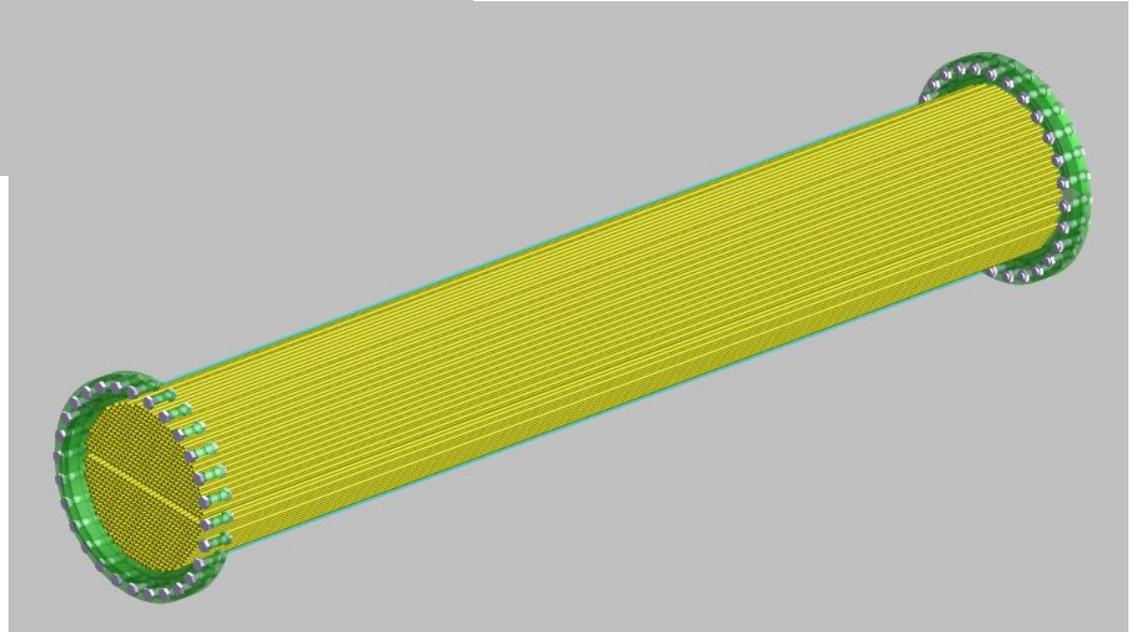
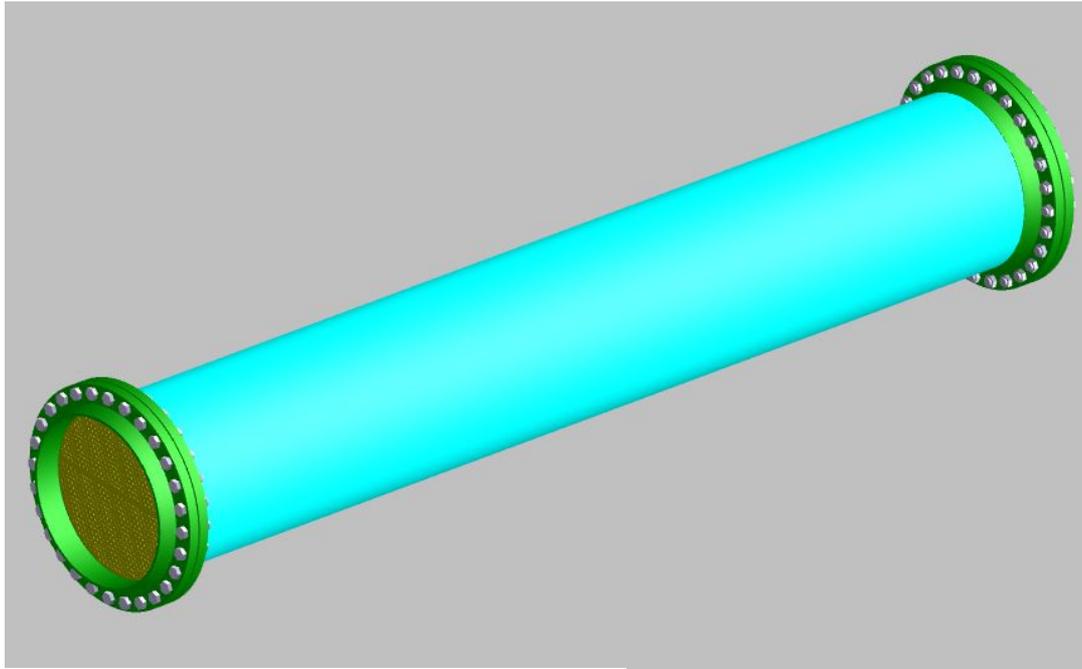
Крепление второй решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение

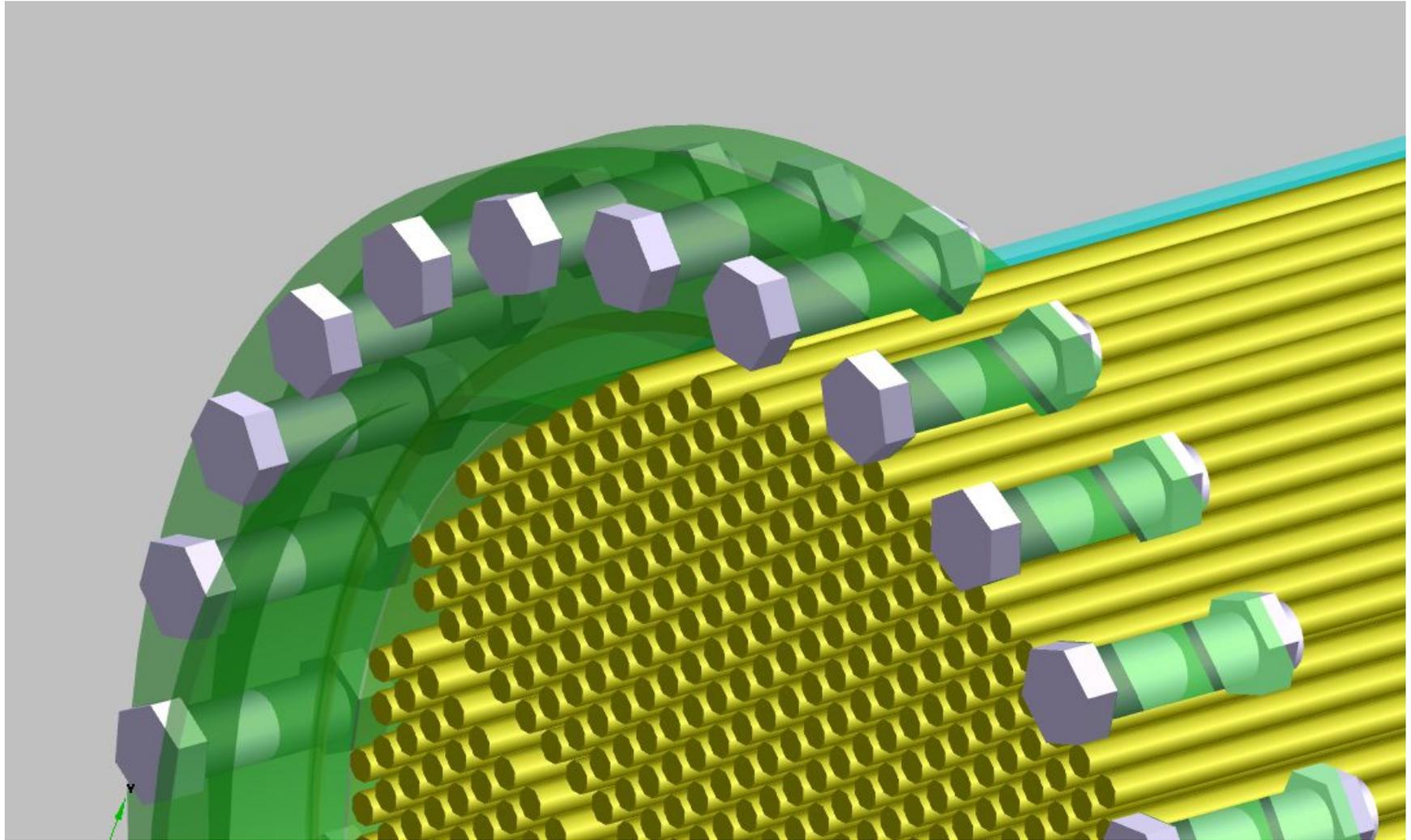
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец
- Решетка вварена между фланцем и кожухом



Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)



Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)



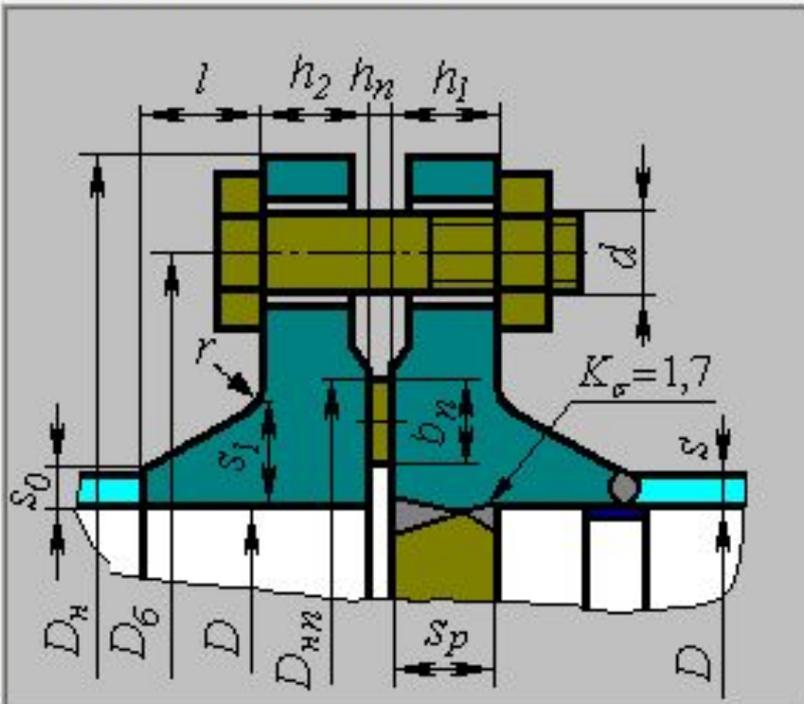
Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)

Тип фланца

- 1 - Приварной встык 2 - Плоский приварной

Исполнение фланцев

- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз Восьмигранник

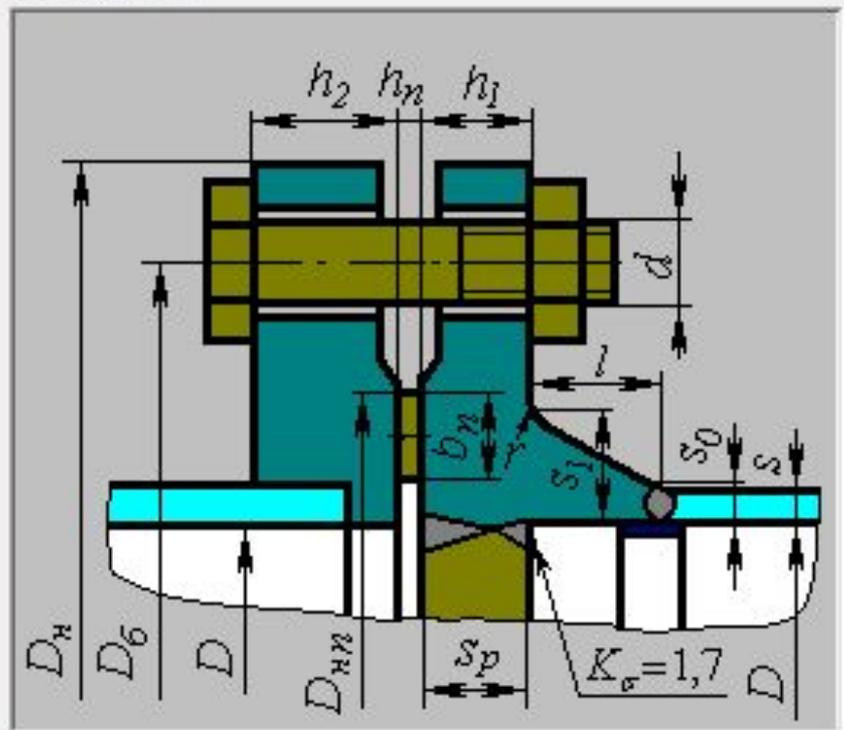


Тип фланца

- 1 - Приварной встык 2 - Плоский приварной

Исполнение фланцев

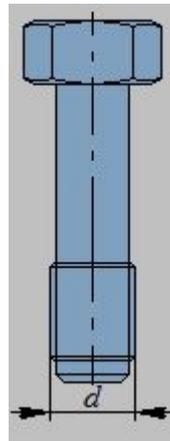
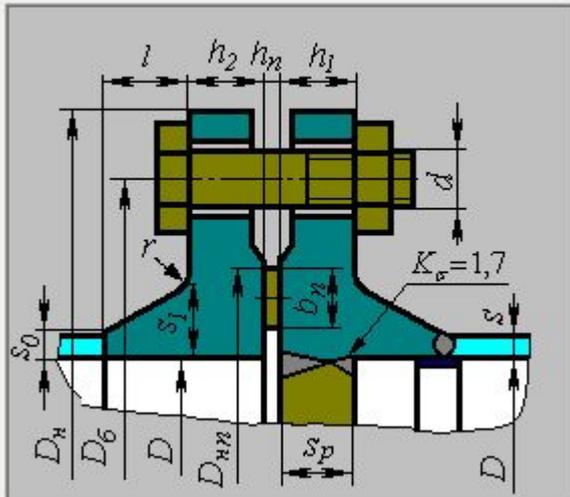
- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз



Теплообменники с неподвижной трубной решеткой (ТН)

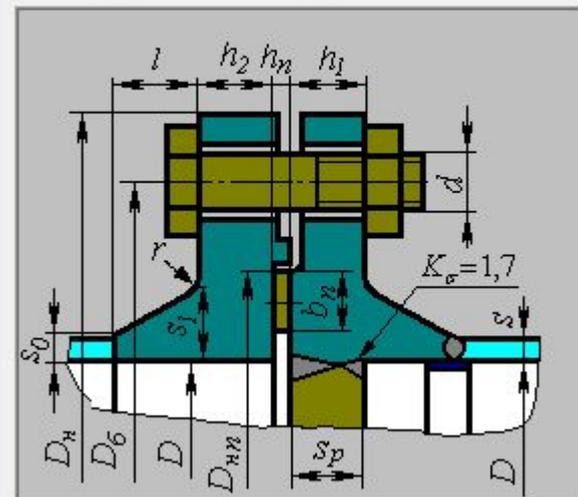
Исполнение фланцев

- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз Восьмигранник



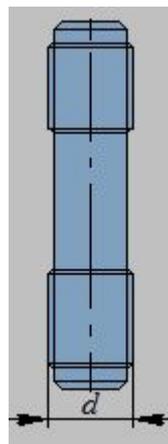
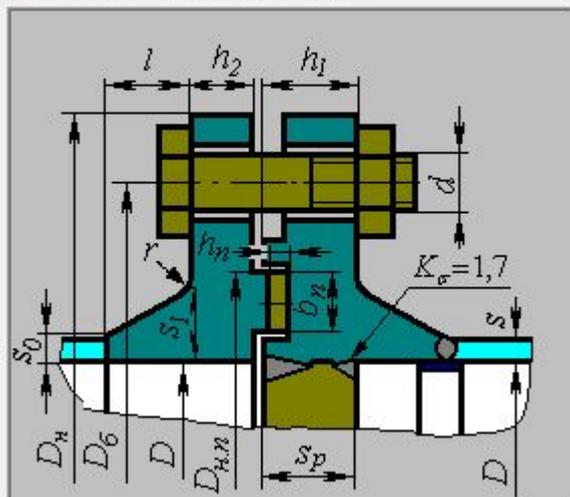
Исполнение фланцев

- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз Восьмигранник



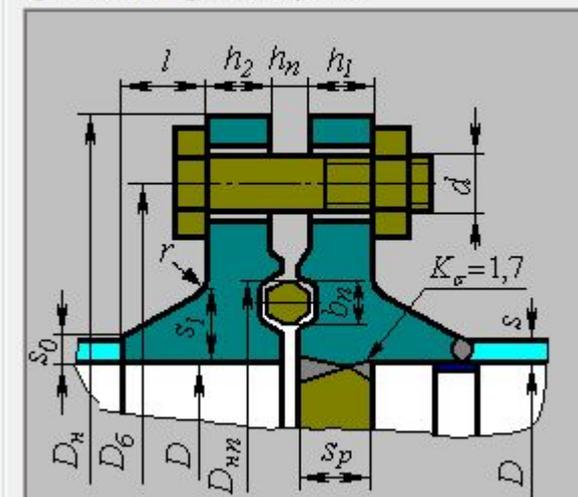
Исполнение фланцев

- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз Восьмигранник

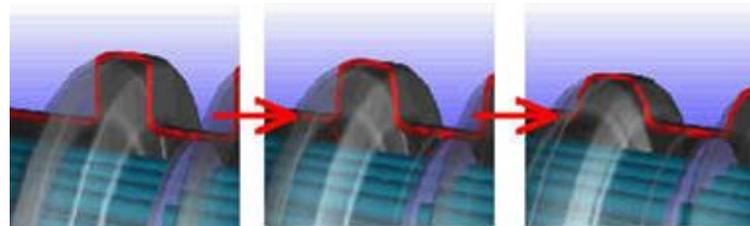
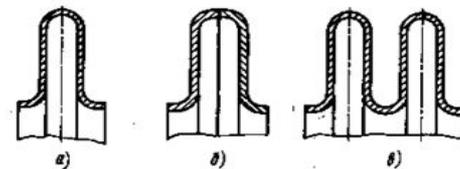
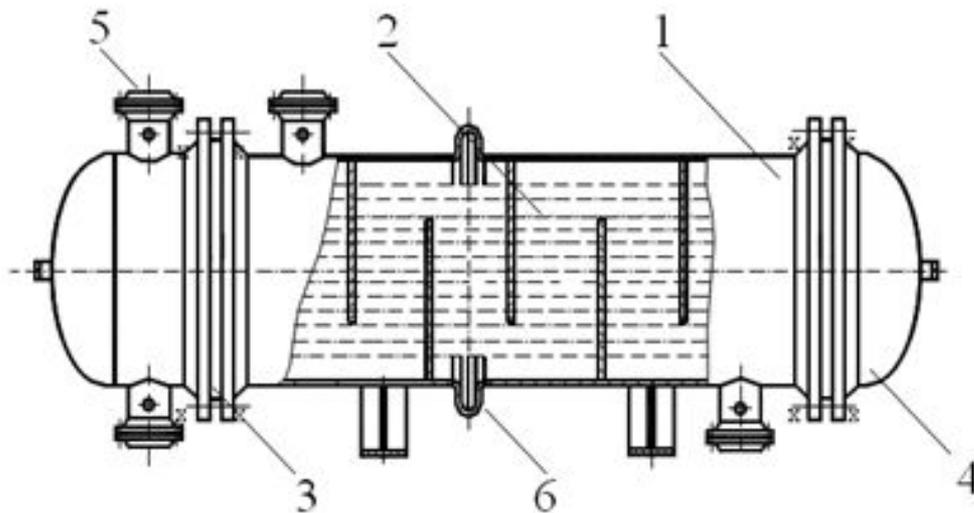


Исполнение фланцев

- Плоские Выступ-впадина Точнее
 Шип-паз Восьмигранник

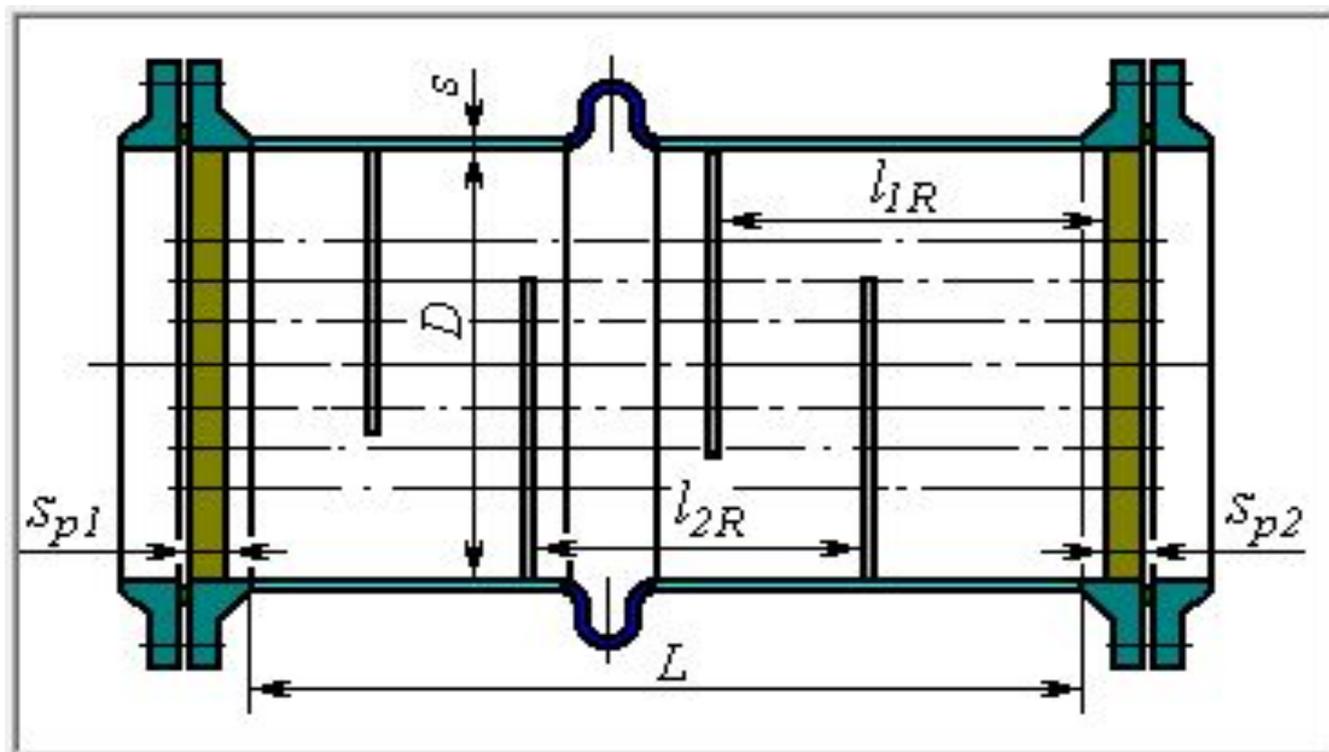


Теплообменники с компенсатором на кожухе (ТК)

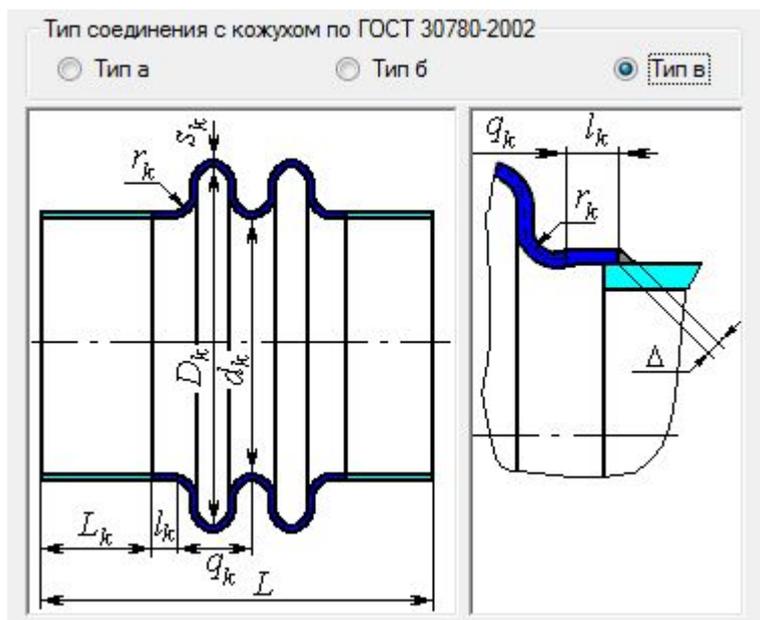
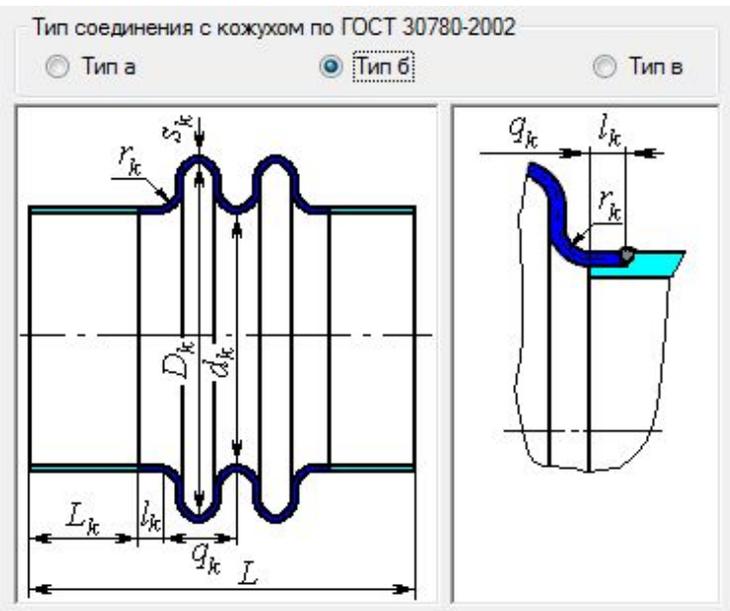
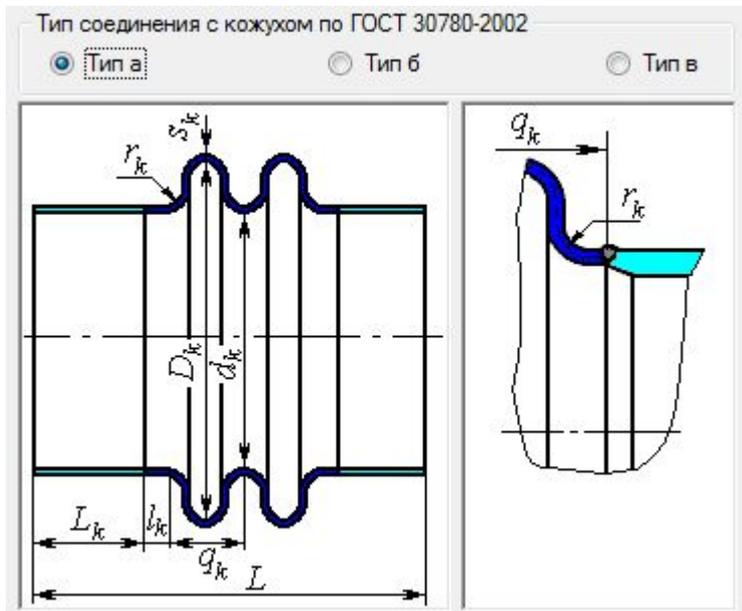


Кожухотрубчатый аппарат с линзовым компенсатором на корпусе типа ТК имеет цилиндрический кожух 1, в котором расположен трубный пучок 2; трубные решетки 3 с развальцованными трубками крепятся к корпусу аппарата. С обоих концов теплообменный аппарат закрыт крышками 4. Аппарат оборудован штуцерами 5 для теплообмениваемых сред; одна среда идет по трубкам, другая проходит через межтрубное пространство. Теплообменные аппараты с температурным компенсатором типа ТК имеют неподвижные трубные решетки и снабжены специальными гибкими **элементами 6 (линзами)** для компенсации различия в удлинении кожуха и труб, возникающего вследствие различия их температур.

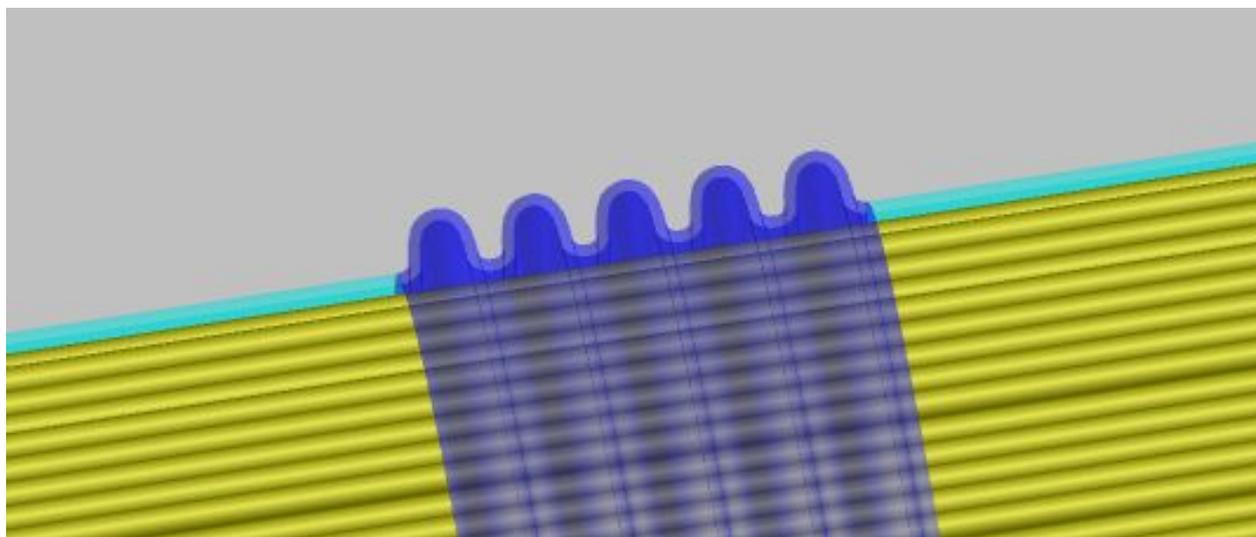
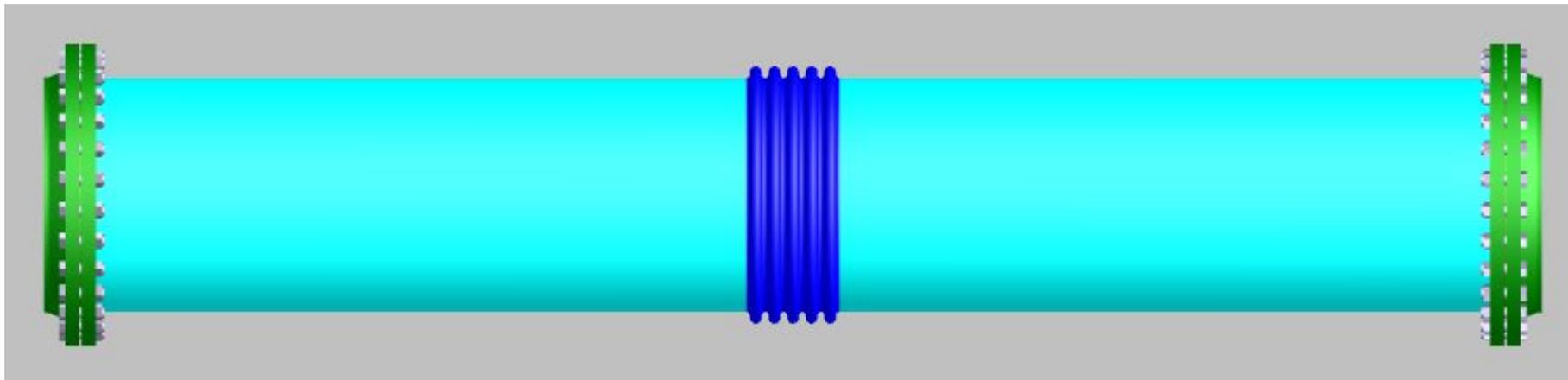
Теплообменники с компенсатором на кожухе (ТК)



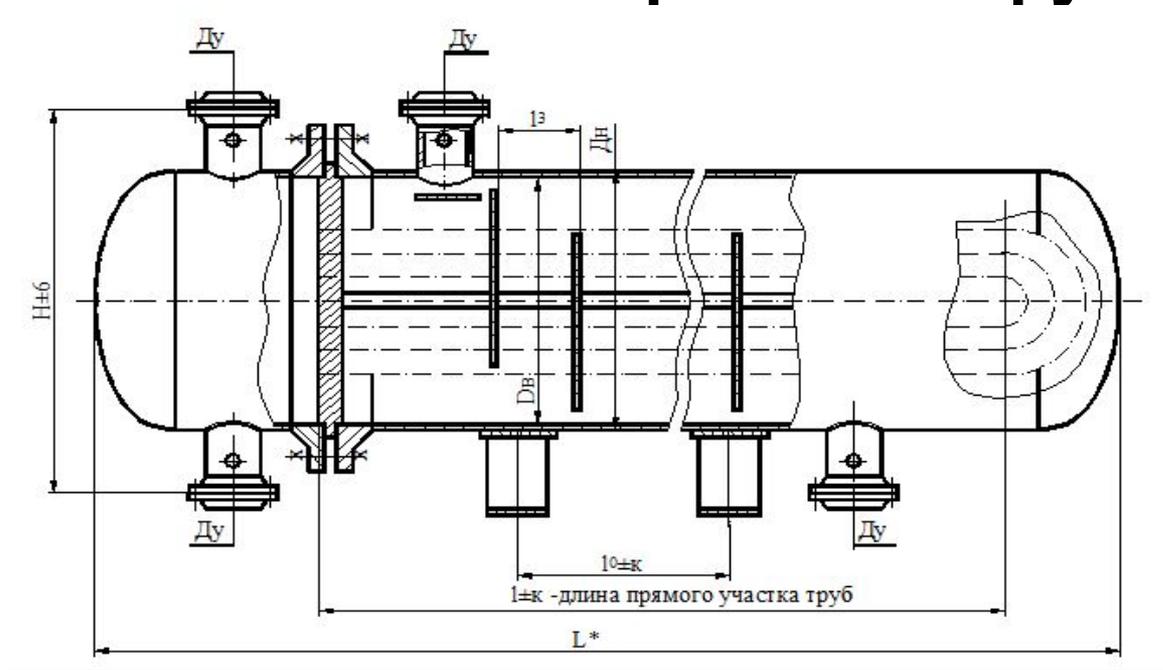
Теплообменники с компенсатором на кожухе (ТК)



Теплообменники с компенсатором на кожухе (ТК)

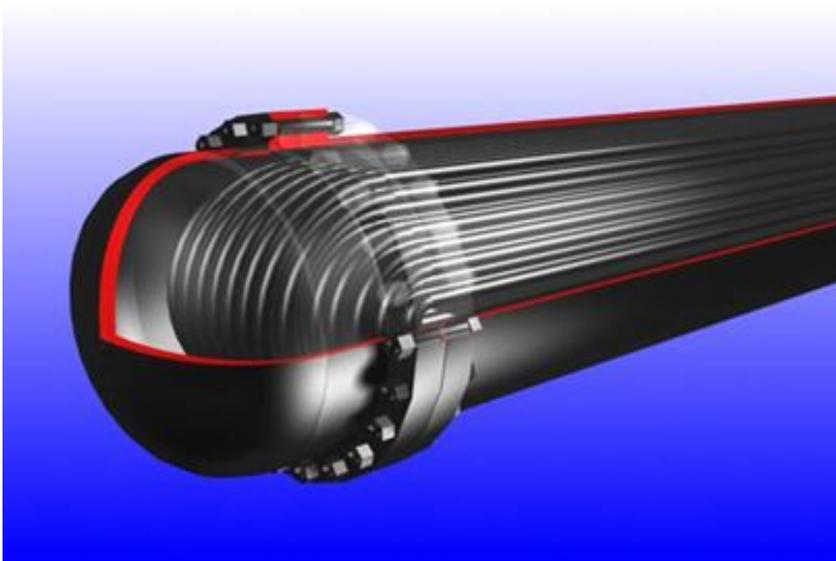


Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

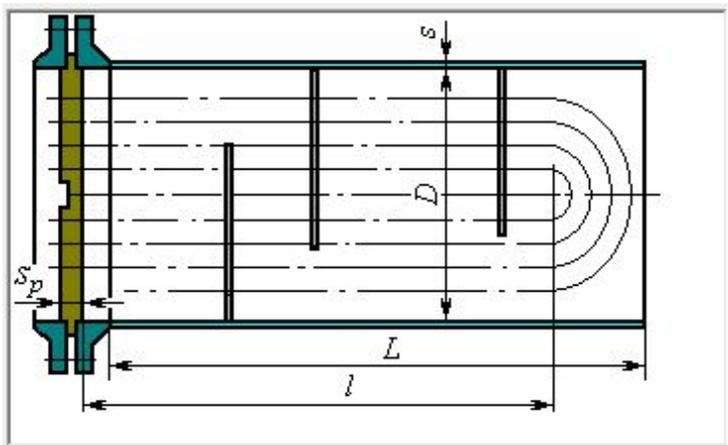


Теплообменники с **U-образными трубками** типа ТУ имеют одну трубную решетку, в которую завальцованы оба конца U-образных трубок, что обеспечивает свободное удлинение трубок при изменении их температуры. **Недостатком** таких аппаратов является трудность чистки внутренней поверхности труб, вследствие которой они используются преимущественно для чистых продуктов.

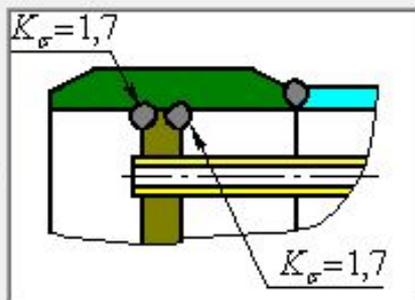
Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)



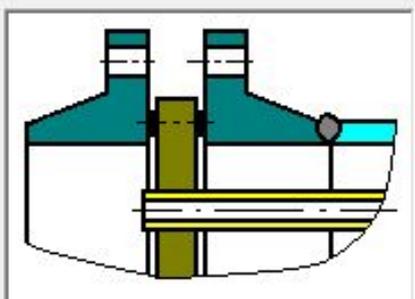
Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)



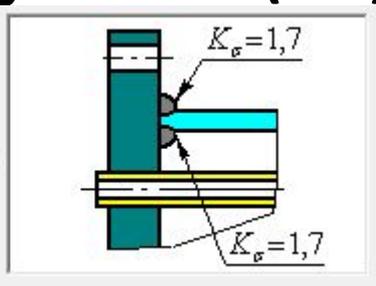
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами



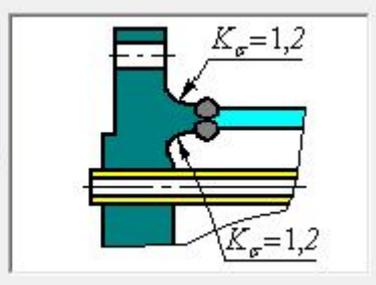
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами



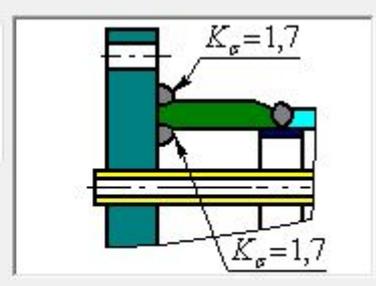
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовой приварена к кожуху



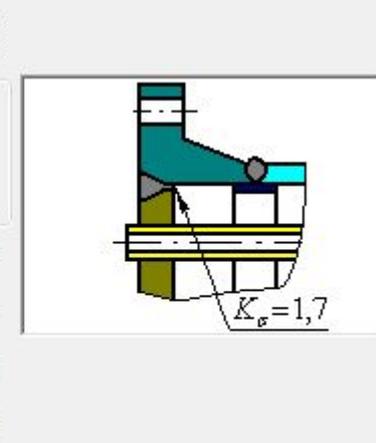
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовой приварена к кожуху



- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовой приварена к кожуху
 - Решетка-фланец приварена к концевой обечайке



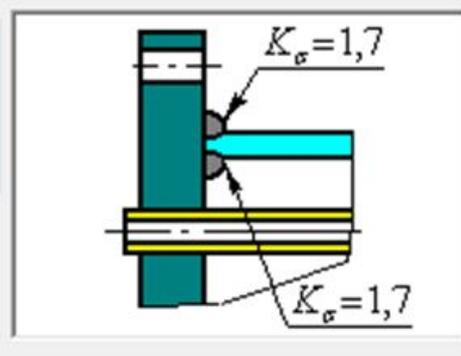
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовой приварена к кожуху
 - Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
 - Решетка вварена во фланец



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

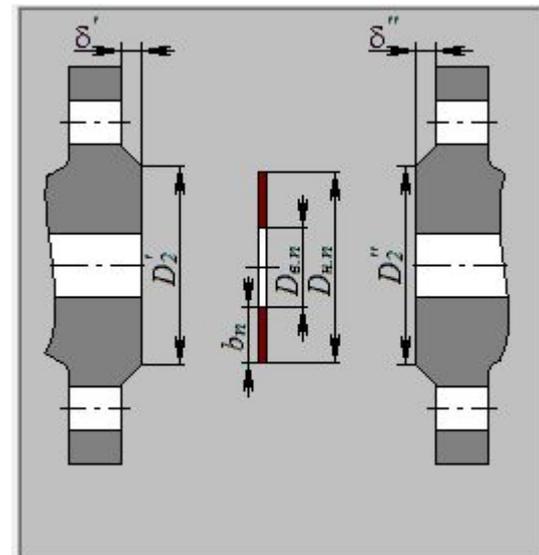
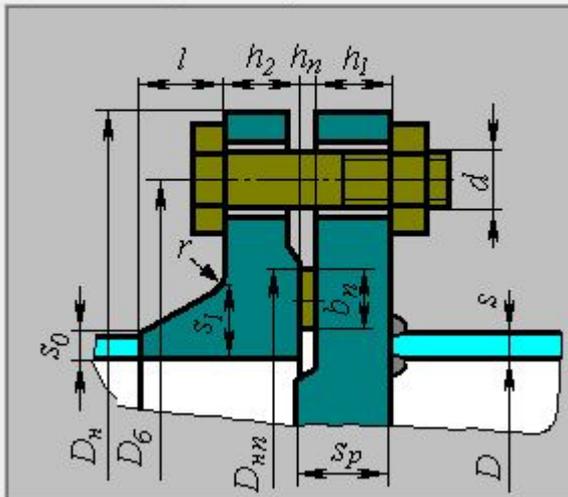
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



Исполнение фланцев

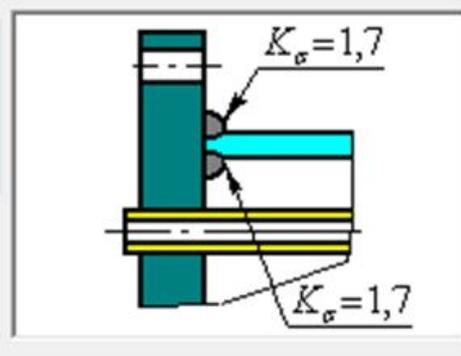
- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

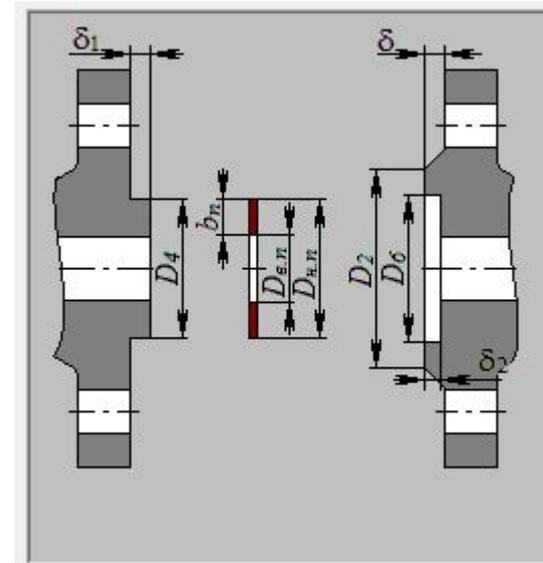
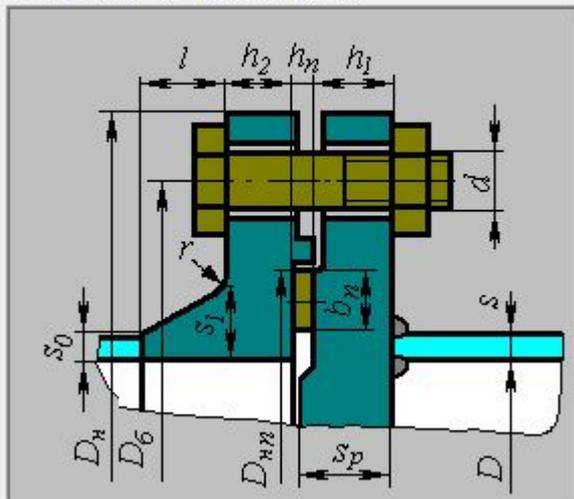
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



Исполнение фланцев

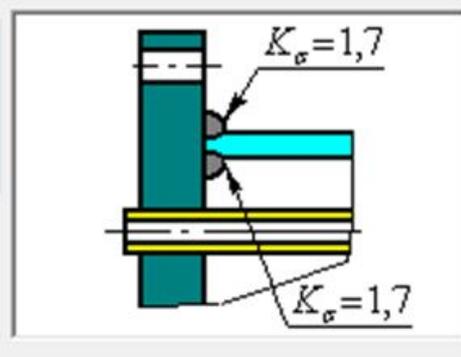
- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

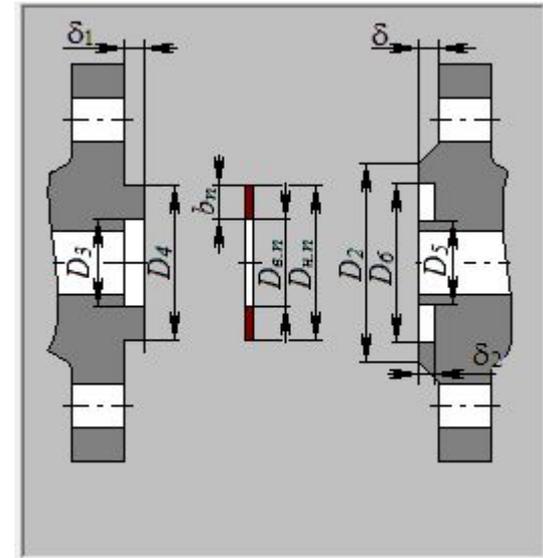
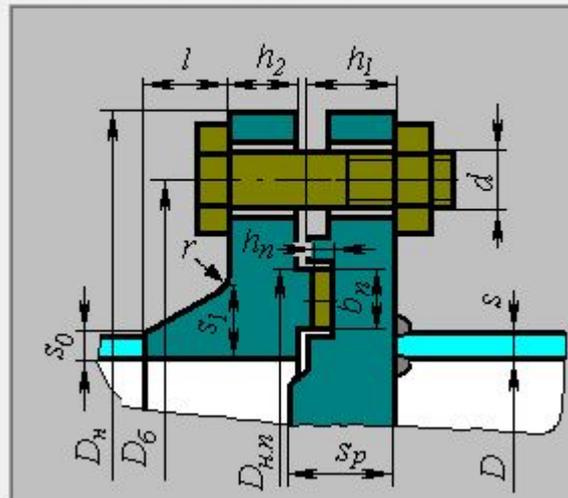
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



Исполнение фланцев

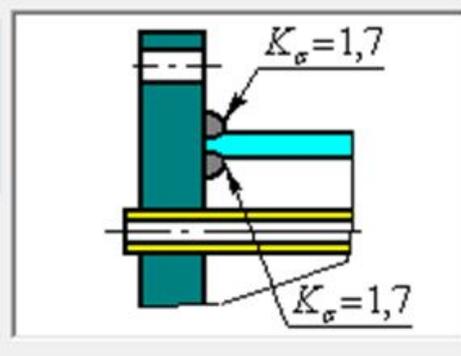
- Плоские
 - Выступ-впадина
 - Шип-паз
 - Восьмигранник
- Точнее >>



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

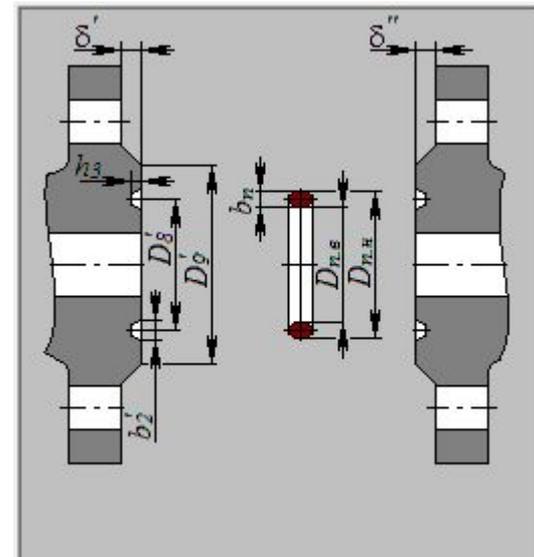
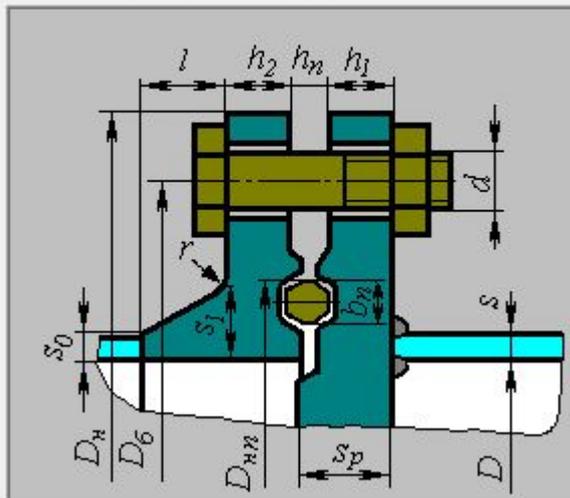
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



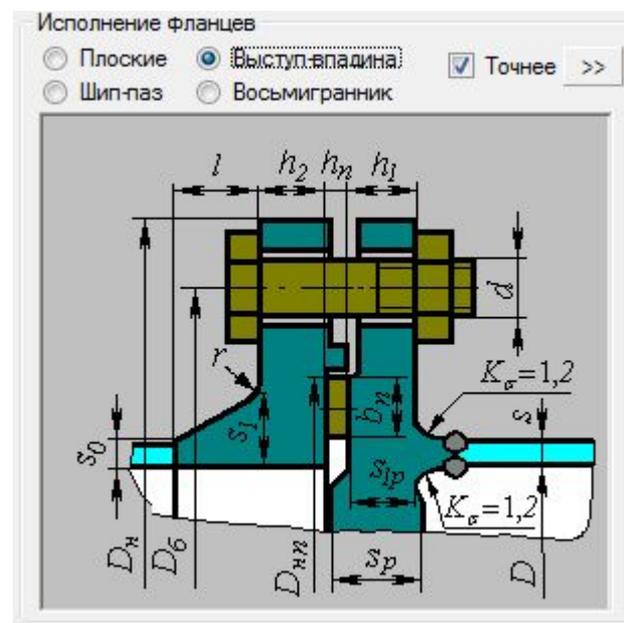
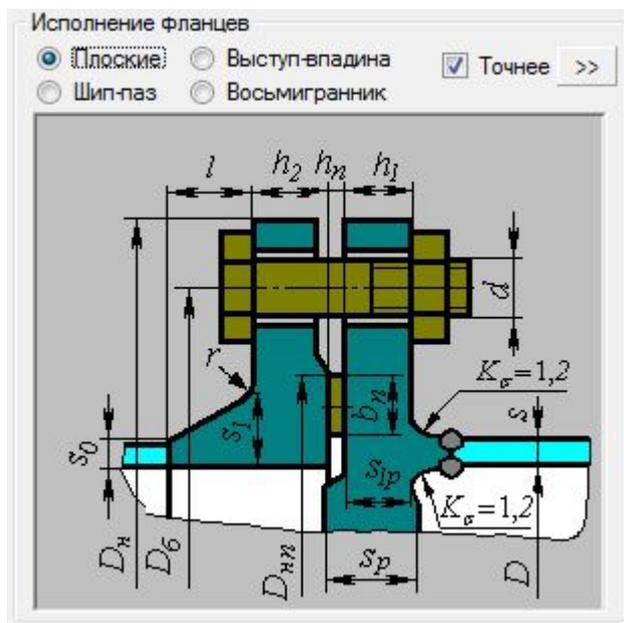
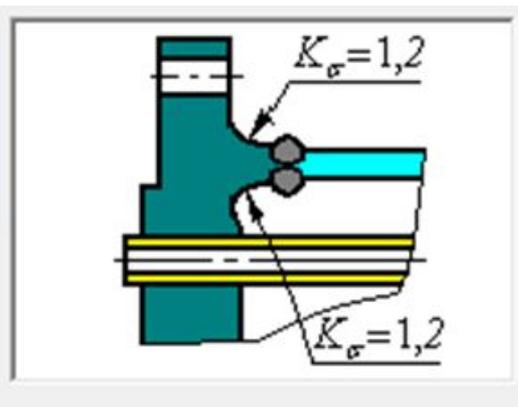
Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмиграннык



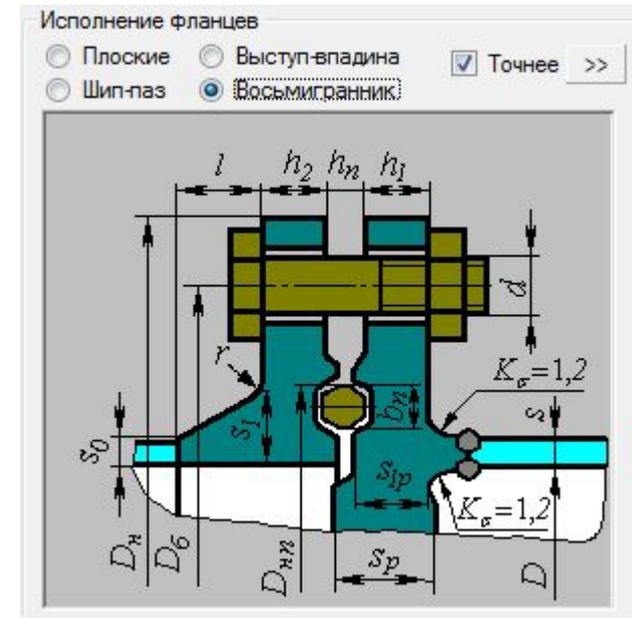
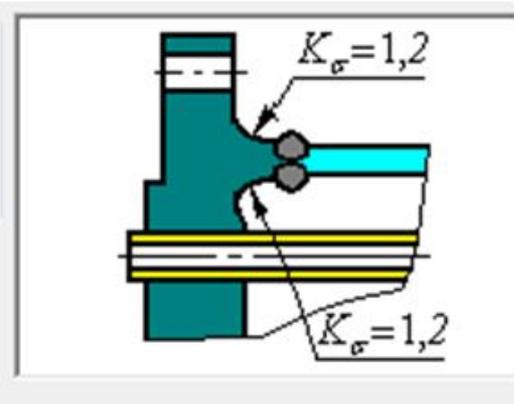
Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

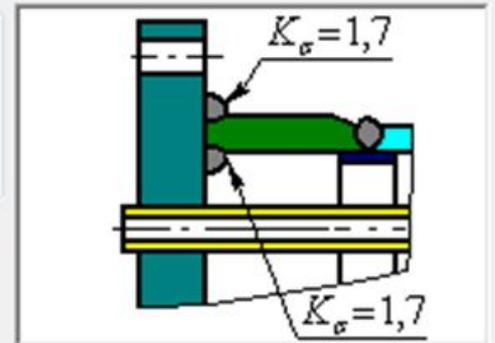
- Крепление решетки
- Вваркой в корпус
 - Через фланц. соединение
 - Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к кожуху
 - Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

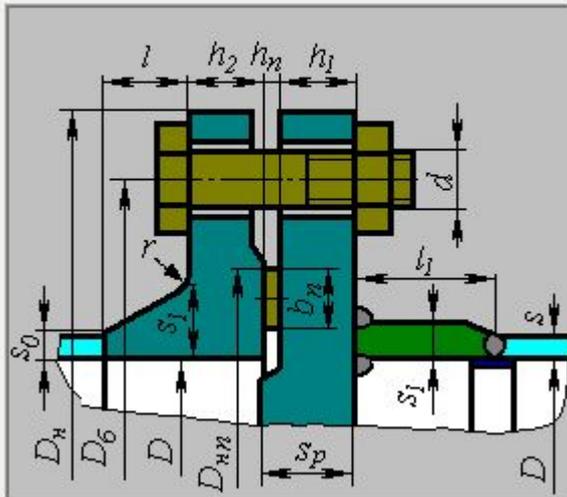
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке



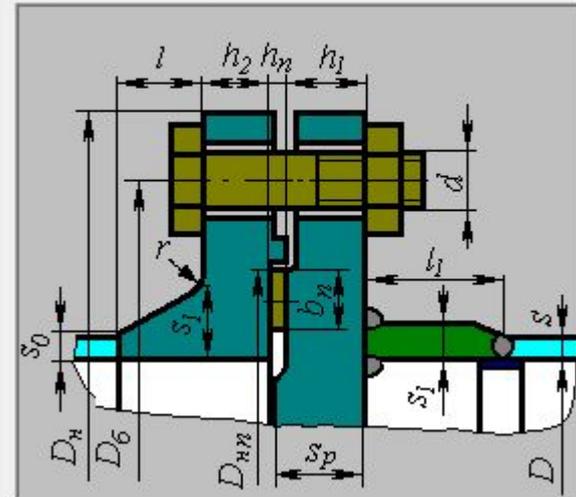
Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



Исполнение фланцев

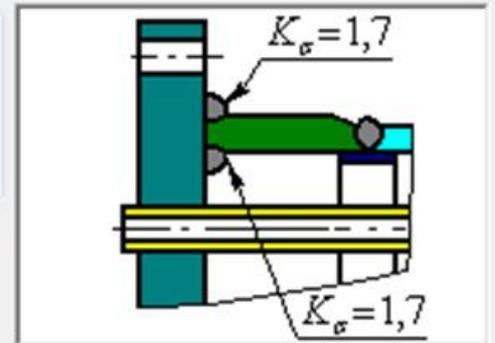
- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

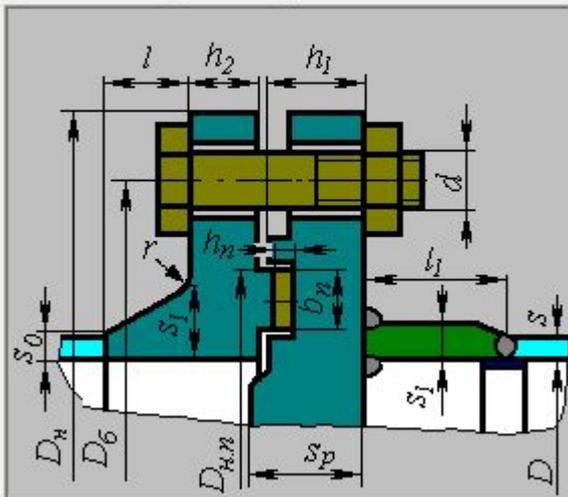
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке



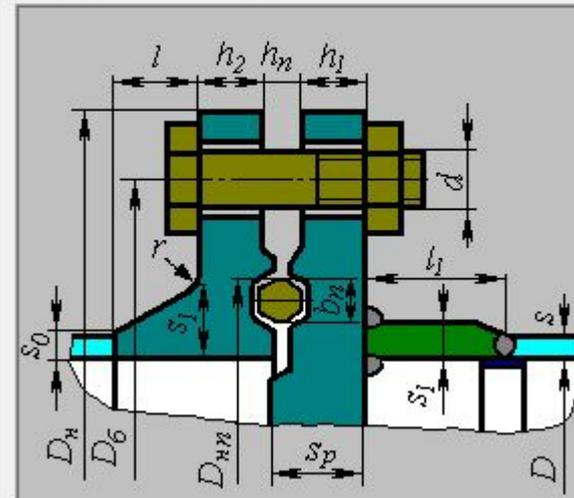
Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник
- Точнее >>



Исполнение фланцев

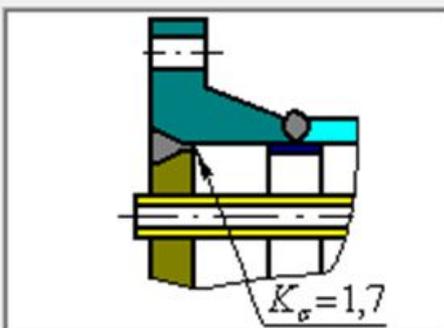
- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник
- Точнее >>



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

Крепление решетки

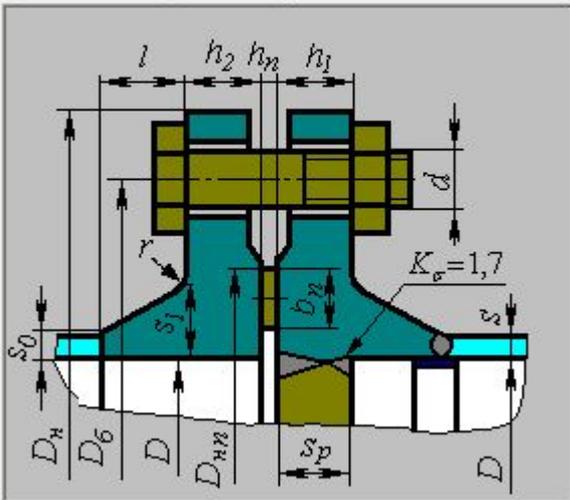
- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами
- Решетка-фланец приварена к кожуху
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец



$K_{\sigma} = 1,7$

Исполнение фланцев

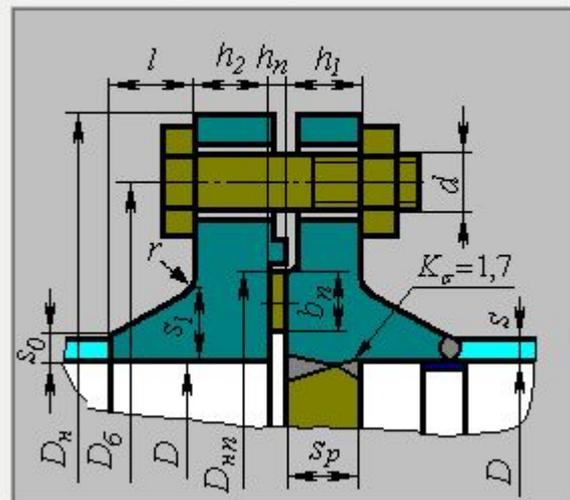
- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



$K_{\sigma} = 1,7$

Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Точнее >>
- Шип-паз
- Восьмигранник



$K_{\sigma} = 1,7$

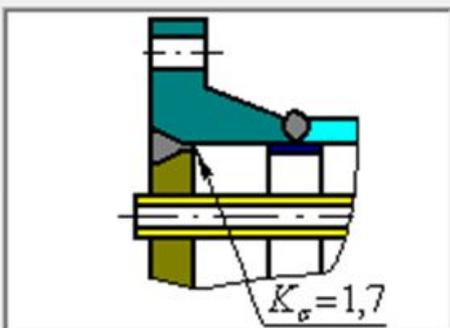
Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами

Решетка-фланец приварена к кожуху

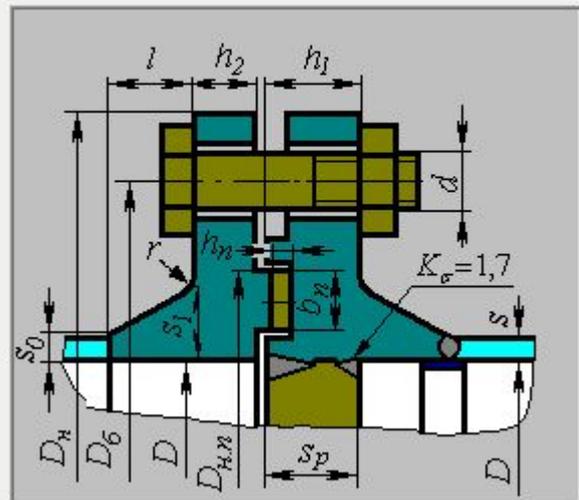
- Решетка-фланец с отбортовкой приварена к кожуху
- Решетка-фланец приварена к концевой обечайке
- Решетка вварена во фланец



Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник

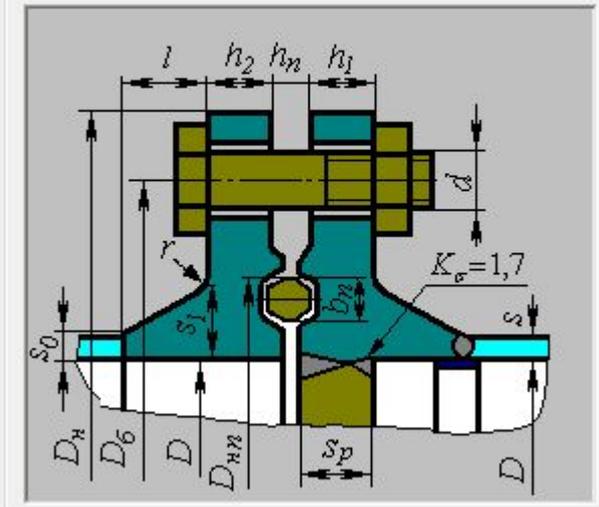
Точнее >>



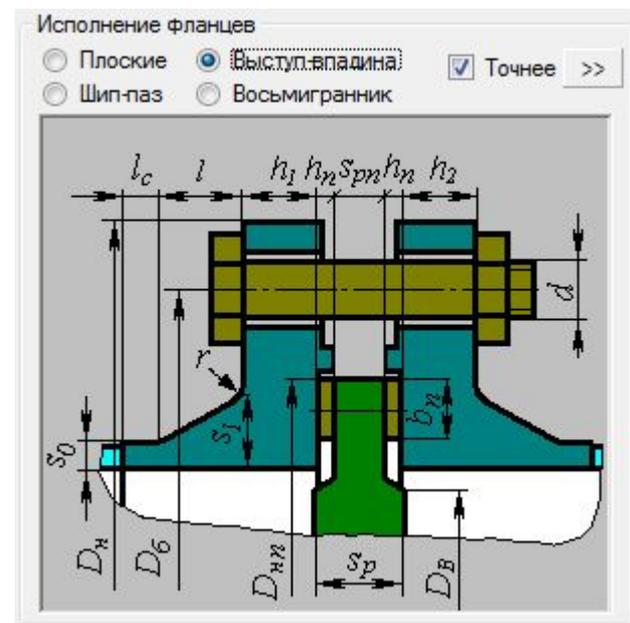
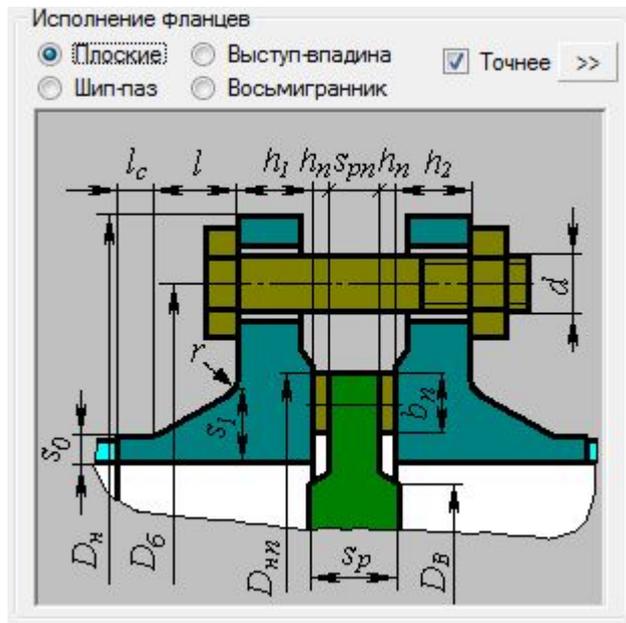
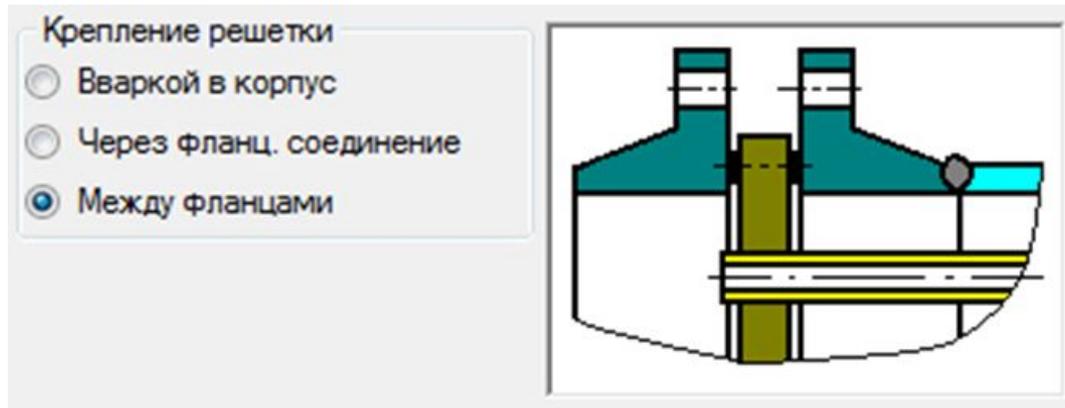
Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник

Точнее >>



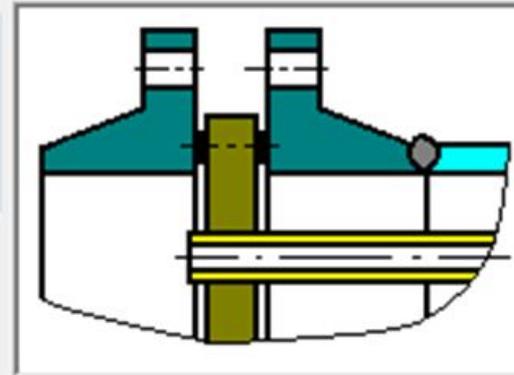
Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)



Теплообменники с U-образными трубками (ТУ)

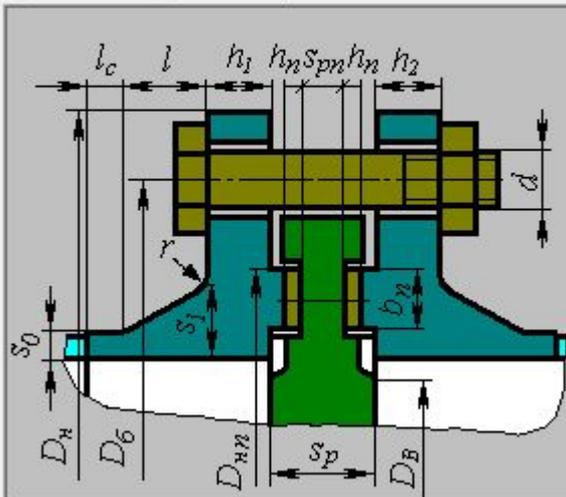
Крепление решетки

- Вваркой в корпус
- Через фланц. соединение
- Между фланцами



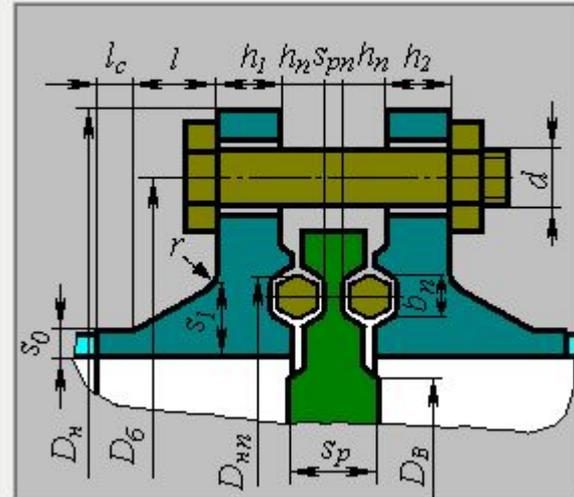
Исполнение фланцев

- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник
- Точнее >>

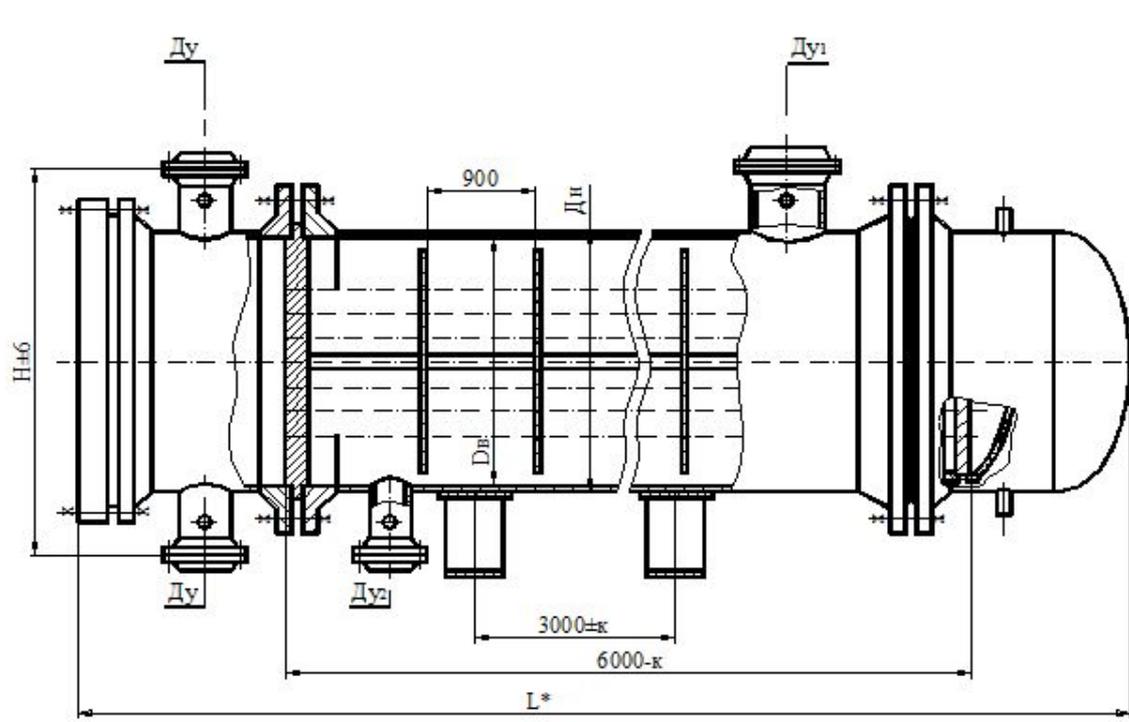
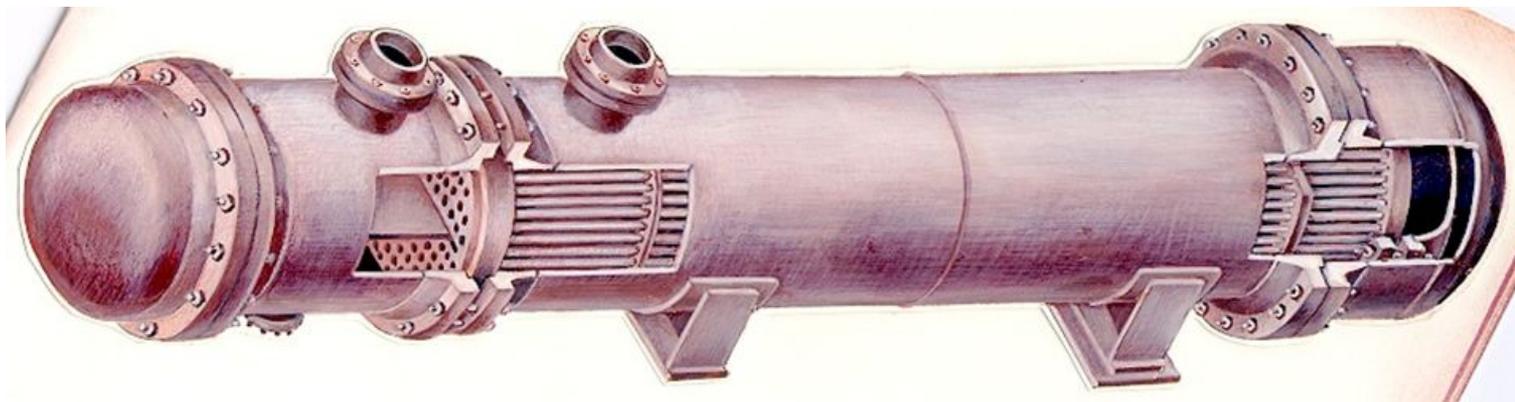


Исполнение фланцев

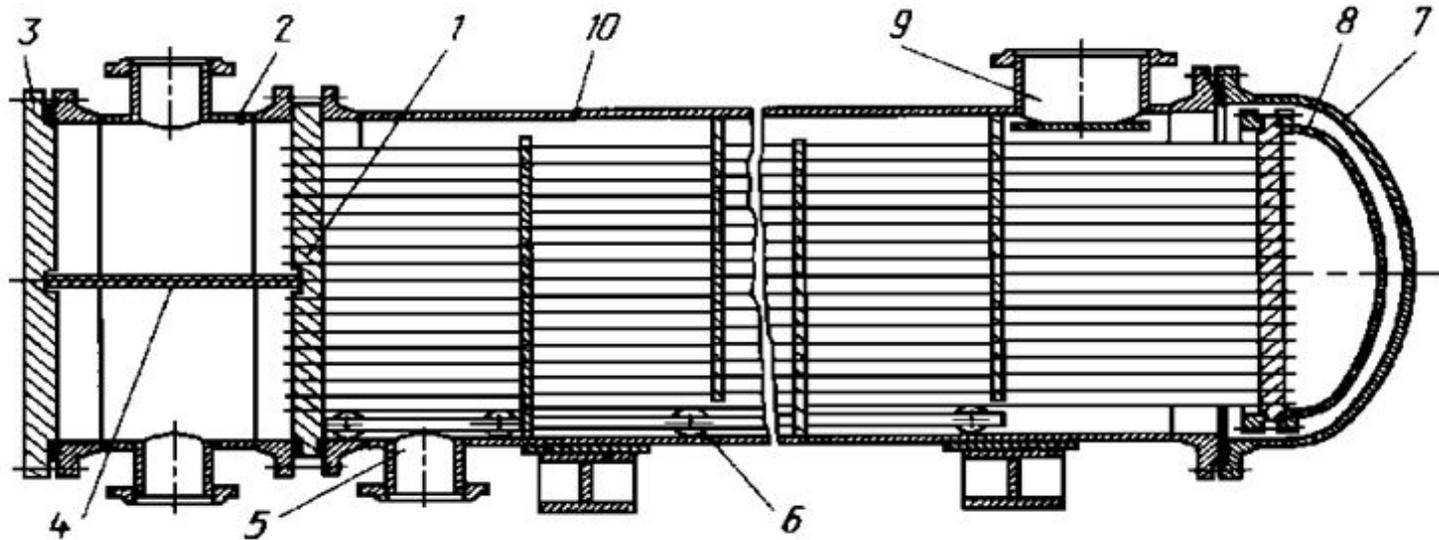
- Плоские
- Выступ-впадина
- Шип-паз
- Восьмигранник
- Точнее >>



Теплообменники с плавающей головкой (ТП)

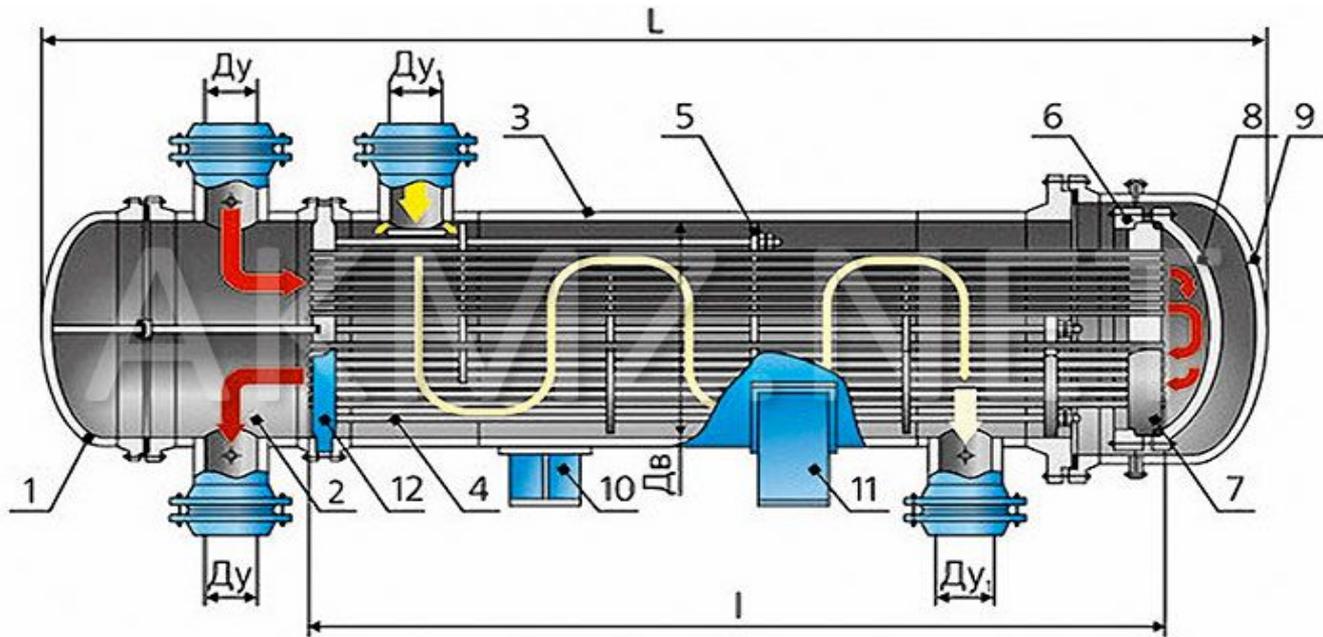


Теплообменники с плавающей головкой (ТП)

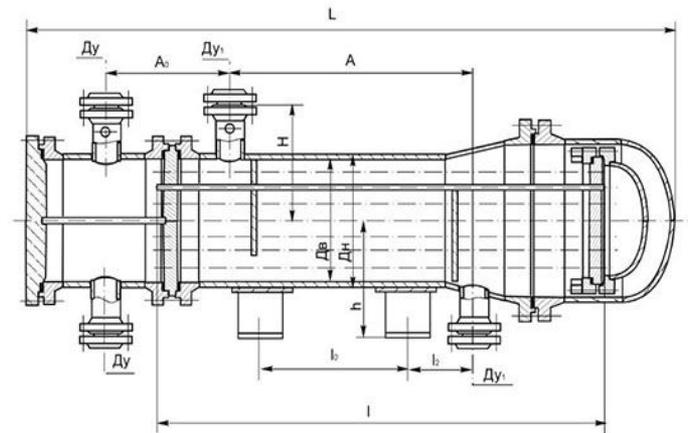
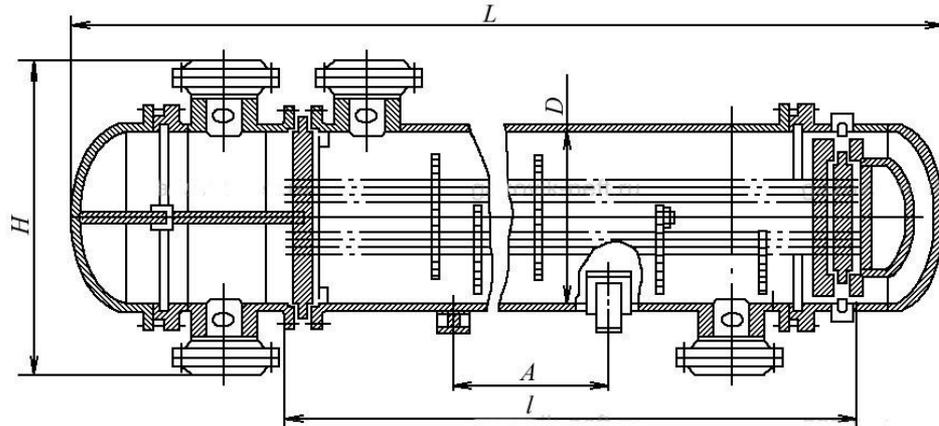


Теплообменник типа ТП состоит из кожуха 10 и трубного пучка. Левая трубная решетка 1 соединена фланцевым соединением с кожухом и распределительной камерой 2, снабженной перегородкой 4. Камера закрыта плоской крышкой 3. Правая, подвижная, трубная решетка установлена внутри кожуха свободно и образует вместе с присоединенной к ней крышкой 8 «плавающую головку». Со стороны плавающей головки аппарат закрыт крышкой 7. При нагревании и удлинении трубок плавающая головка перемещается внутри кожуха.

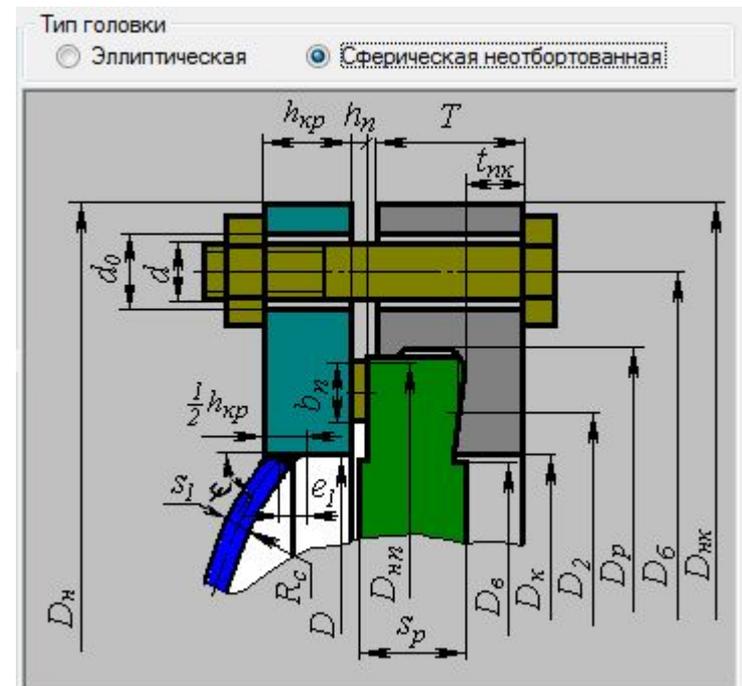
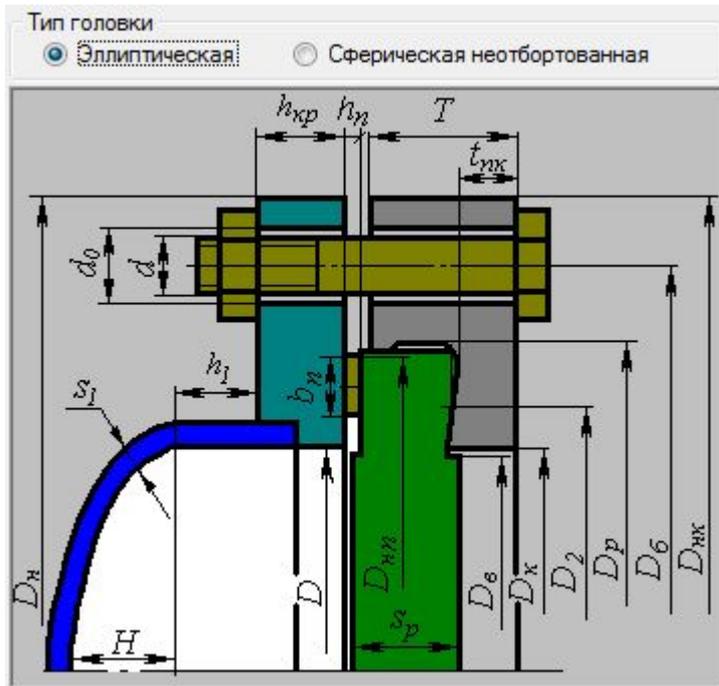
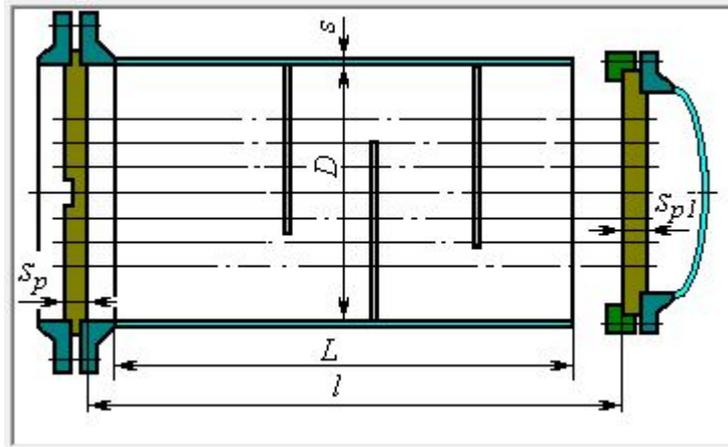
Теплообменники с плавающей головкой (ТП)



Аппарат теплообменный кожухотрубчатый с плавающей головкой

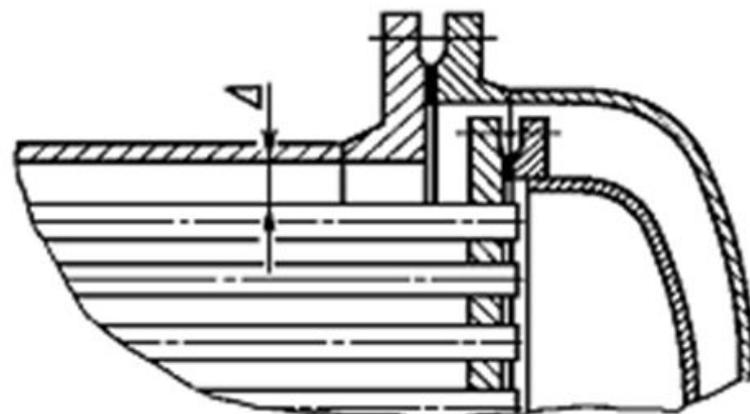
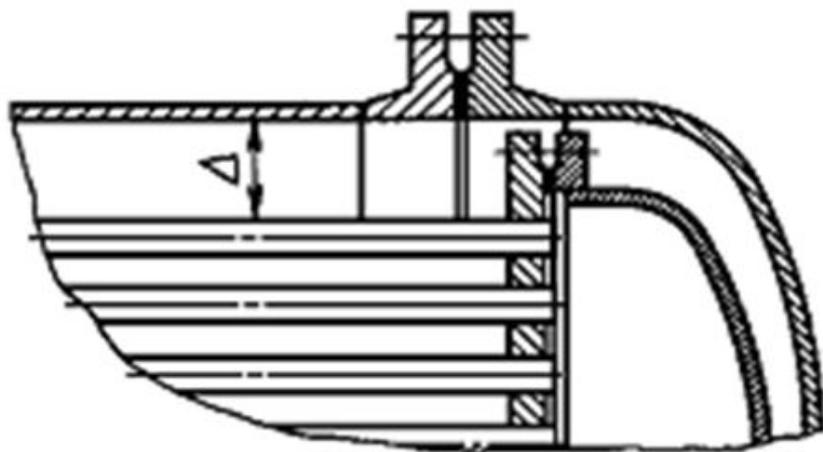


Теплообменники с плавающей головкой (ТП)



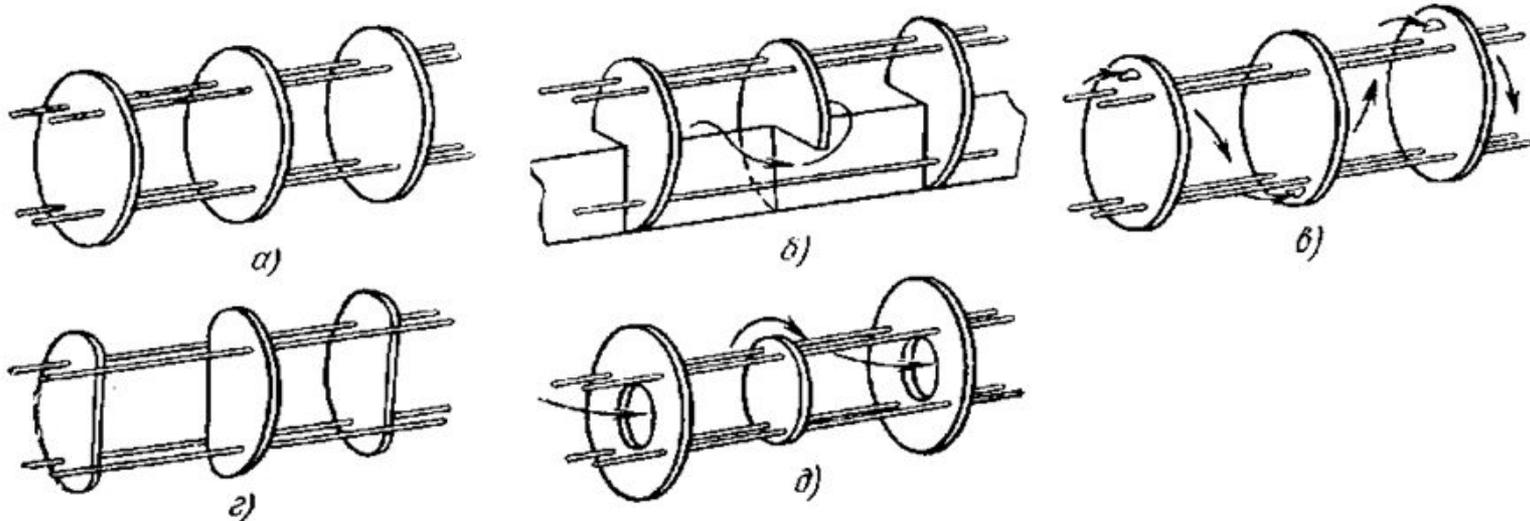
Теплообменники с плавающей головкой (ТП)

Размещение плавающей головки

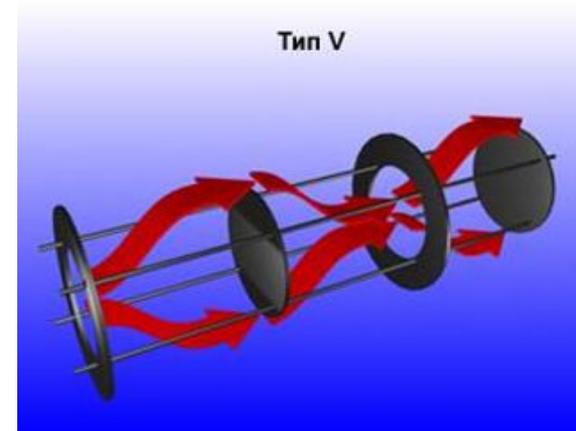
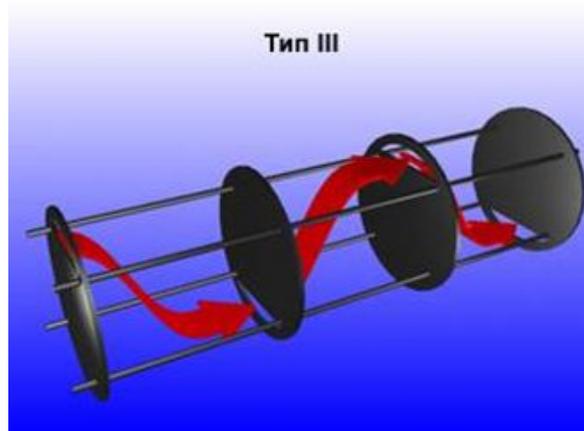


Кожухотрубчатые теплообменники

Поперечные



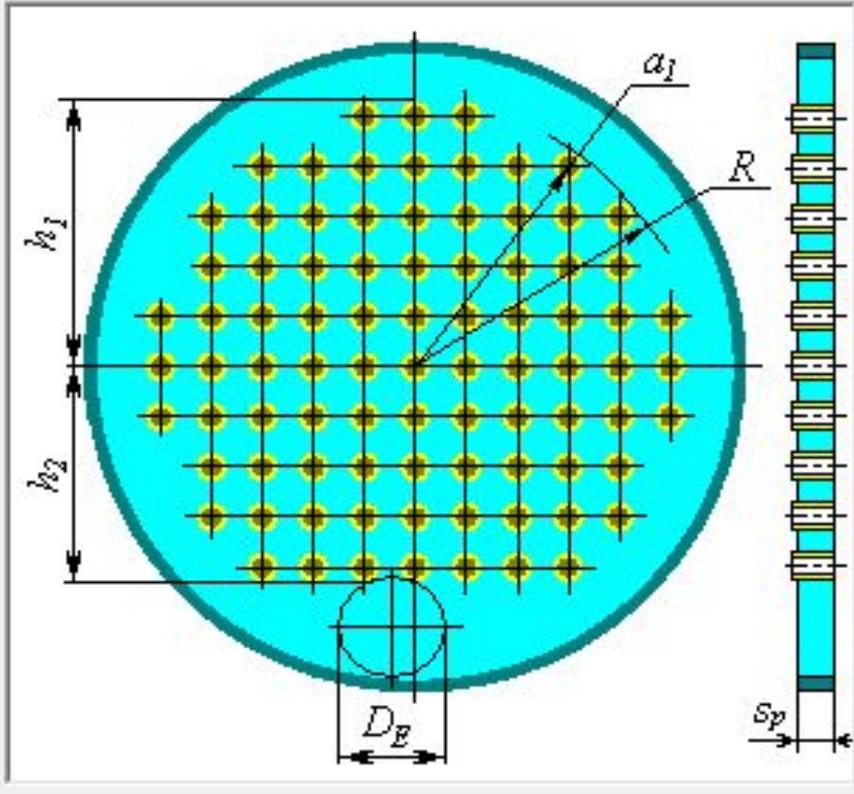
*а – сплошные; б – с секторным вырезом; в – с щелевым вырезом;
г – с сегментным вырезом; д – кольцевые*



Теплообменники кожухотрубчатые

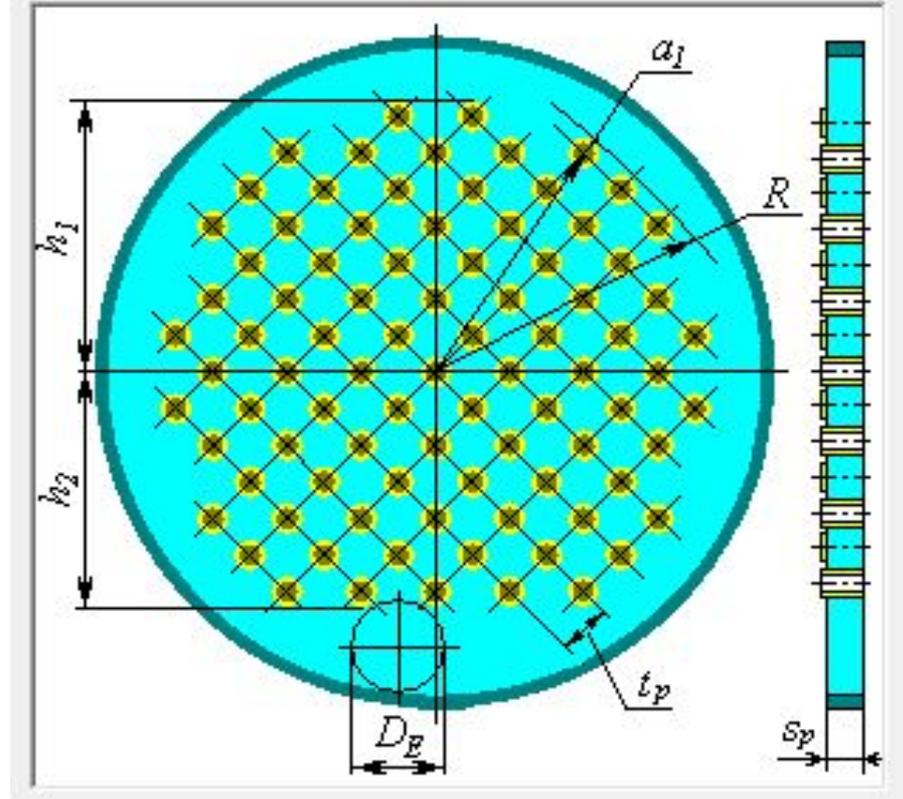
Расположение отверстий

- 90 градусов 60 градусов Смещение
 45 градусов Опр. пользователем



Расположение отверстий

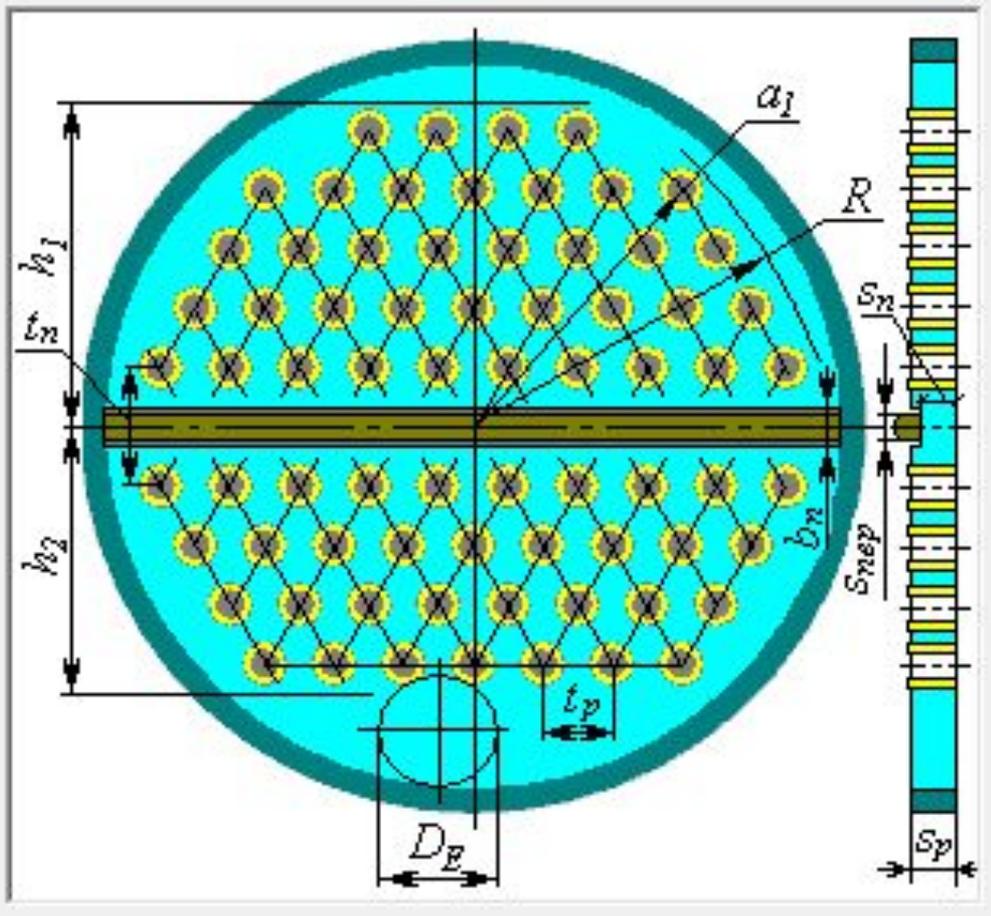
- 90 градусов 60 градусов Смещение
 45 градусов Опр. пользователем



Теплообменники кожухотрубчатые

Расположение отверстий

- 90 градусов 60 градусов Смещение
- 45 градусов Опр. пользователем

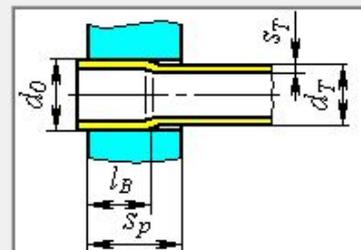


Крепление труб в первой решетке

- гладкозавальцованные трубы
- Завальцованные в один паз
- Завальцованные в два и более паза
- Методом приварки

Глубина развальцовки, IB: мм

С обваркой

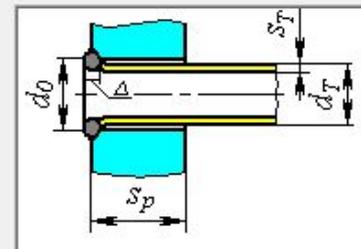


Наличие перегородки

Крепление труб в первой решетке

- Гладкозавальцованные трубы
- Завальцованные в один паз
- Завальцованные в два и более паза
- Методом приварки

Катет шва, Delta: мм



Наличие перегородки

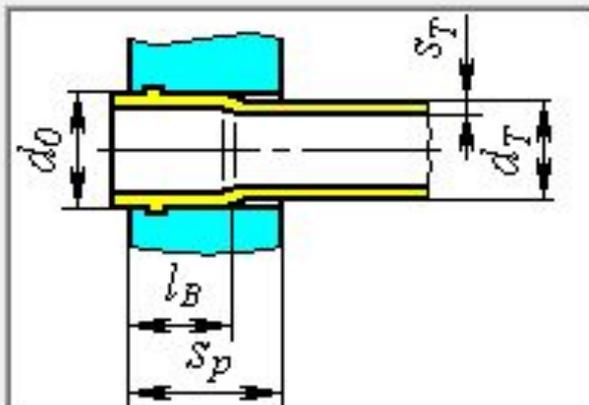
Теплообменники кожухотрубчатые

Крепление труб в первой решетке

- Гладкозавальцованные трубы
- Завальцованные в один паз
- Завальцованные в два и более паза
- Методом приварки

Глубина развальцовки, l_B : мм

С обваркой



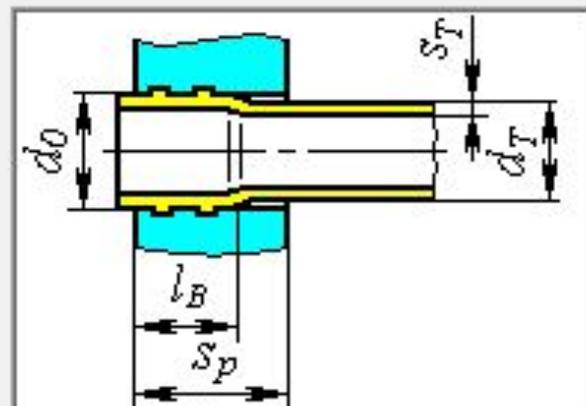
Наличие перегородки

Крепление труб во второй решетке

- Гладкозавальцованные трубы
- Завальцованные в один паз
- Завальцованные в два и более паза
- Методом приварки

Глубина развальцовки, l_B : мм

С обваркой



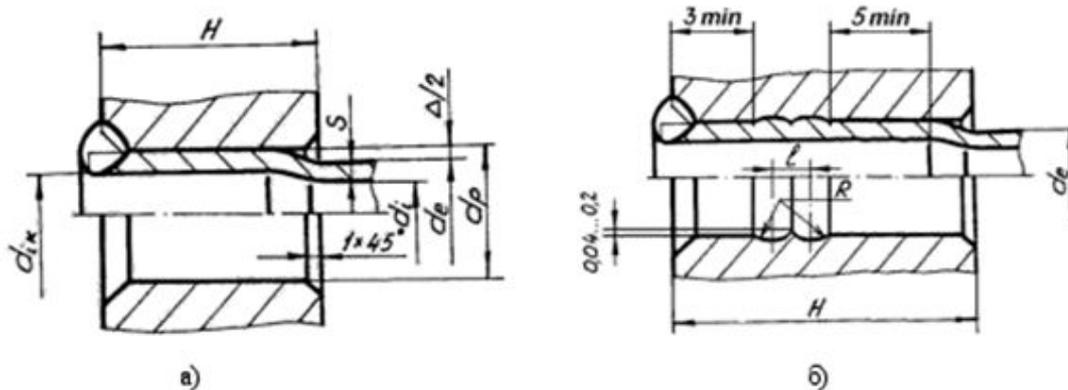
Наличие перегородки

Кожухотрубчатые теплообменники

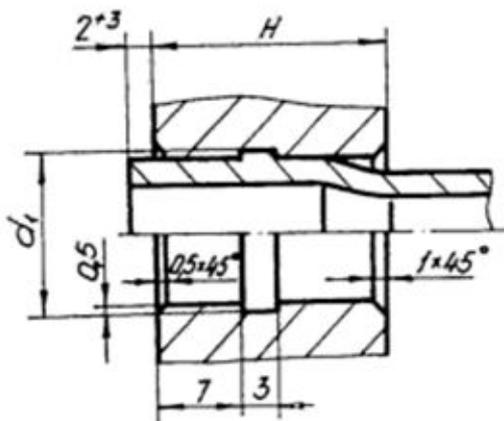
ГОСТ Р 55601-2013. Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения.

Крепление тр

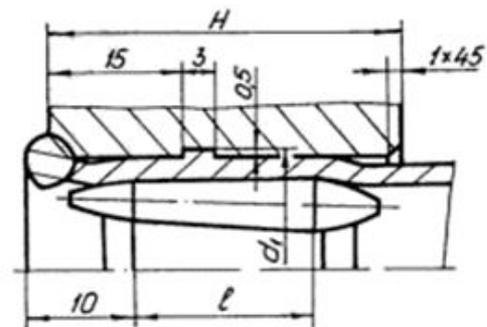
вания



Только для комбинированных соединений $H \geq 19$ мм
Р и с у н о к 1 - Вальцовочные соединения типа P1



$19 \leq H < 24$ мм



Только для комбинированных соединений из закаливающих сталей

$H \geq l + 11$ мм

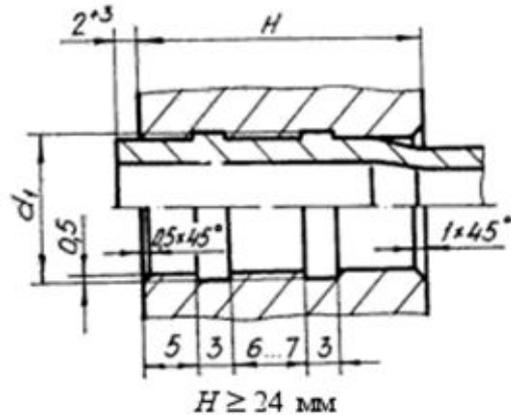
Р и с у н о к 2 - Вальцовочные соединения типа P2

Р и с у н о к 3 - Вальцовочные соединения типа P3

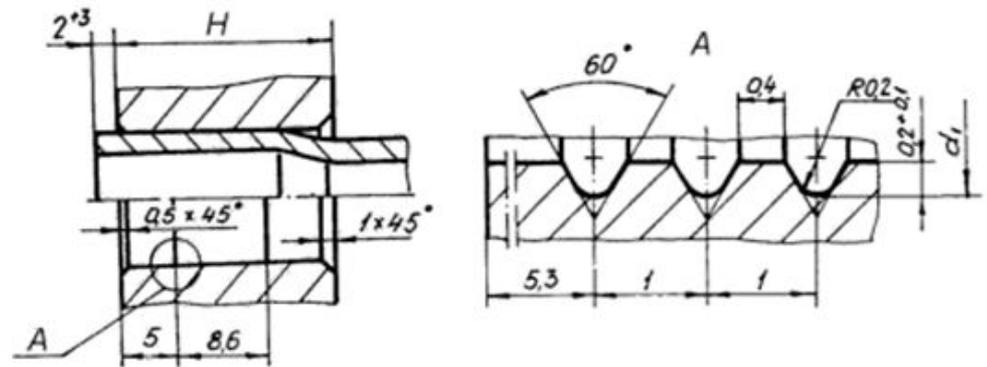
Кожухотрубчатые теплообменники

ГОСТ Р 55601-2013. Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения.

Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования



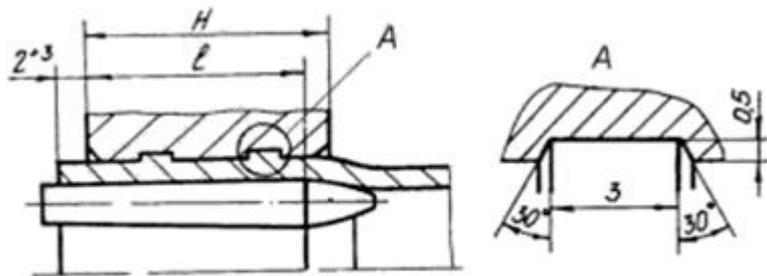
Р и с у н о к 4 - Вальцовочные соединения типа P4



Не менее девяти кольцевых канавок

$H \geq 19$ мм

Р и с у н о к 5 - Вальцовочные соединения типа P5



Р и с у н о к 6 - Длина развальцовки

Кожухотрубчатые теплообменники

ГОСТ Р 55601-2013. Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения.

Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования

Длина развальцовки

В миллиметрах

Наружный диаметр труб, d_e	Для типов Р1, Р4 и Р5		Для типов Р1, Р2 и Р5		Для типа Р3	
	Длина развальцовки, l	Толщина трубной решетки, H , не менее	Наименьшая толщина трубной решетки, $H_{\text{мин}}$	Наименьшая длина развальцовки, $l_{\text{мин}}$	Длина развальцовки, l	Толщина трубной решетки, H , не менее
16 20	19	24	19	11	20	31
25 38	26	31	20	15	24	35
57	42	47	23	15	36	47

Кожухотрубчатые теплообменники



Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Минимальные толщины стенок корпуса

Диаметр кожуха		Минимальная толщина стенок из стали			
		углеродистой и низколегированной, двухслойной		высоколегированной хромоникелевой	
наружный	внутренний	для аппаратов типа			
		Н и К	П и У	Н и К	П и У
159, 219, 273, 325, 426, 530	400, 500	5	5	3	3
630	600	6	6	4	4
-	700, 800	6	8	4	6
-	900, 1000	6	10	6	8
-	1200	6	12	6	10
-	1400 и более	6	14	6	12

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Минимальные толщины поперечных перегородок

Диаметр кожуха		Минимальная толщина поперечных перегородок трубного пучка при расстоянии между ними				
наружный	внутренний	до 300	301-450	451-600	601-850	≥ 851
159, 219, 273, 325	-	3	5	6	8	10
426, 530, 630	400, 500, 600	5	6	8	8	10
-	700, 800, 900, 1000	6	8	8	10 (8)	12 (10)
-	1200 и более	6	8	10 (8)	10 (8)	12 (10)

Примечание - Значения в скобках являются допустимыми для аппаратов типов Н и К.

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Максимальное расстояние между перегородками

Наружный диаметр теплообменных труб	Максимальное расстояние между поперечными перегородками			
	В теплообменниках и испарителях	В холодильниках и конденсаторах	В теплообменниках и испарителях	В холодильниках и конденсаторах
	с материалом труб			
	сталь		латунь, алюминий, алюминиевый сплав	
16, 20	700	1000	600	900
25	800	1200	700	1000
38	1000	1300	800	1200
57	1400	1400	1400	1400
Примечание - Максимальное расстояние между поперечными перегородками для испарителей с паровым пространством должно составлять 1200 мм.				

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Перегородки

<i>Диаметр поперечных перегородок трубного пучка при</i>													
<i>наружном диаметре аппарата</i>					<i>внутреннем диаметре аппарата</i>								
<i>159, 219, 273, 325, 426, 530, 630</i>					<i>400</i>	<i>500</i>	<i>600</i>	<i>700</i>	<i>800</i>	<i>900</i>	<i>1000</i>	<i>1200</i>	<i>1400</i>
<i>$D - 2S_c - 3$</i>					<i>397</i>	<i>497</i>	<i>597</i>	<i>697</i>	<i>796</i>	<i>896</i>	<i>995</i>	<i>1195</i>	<i>1395</i>

<i>Диаметр кожуха</i>		<i>Минимальная толщина перегородок</i>
<i>наружный</i>	<i>внутренний</i>	
<i>325, 426</i>	<i>400</i>	<i>5</i>
<i>530, 630</i>	<i>500, 600</i>	<i>8</i>
<i>-</i>	<i>700, 800, 900, 1000</i>	<i>10</i>
<i>-</i>	<i>1200-1400</i>	<i>12</i>

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Трубный пучок

Наружный диаметр труб	Минимальная толщина стенки труб*
16	1,0
20 и 25	1,5
38 и 57	2

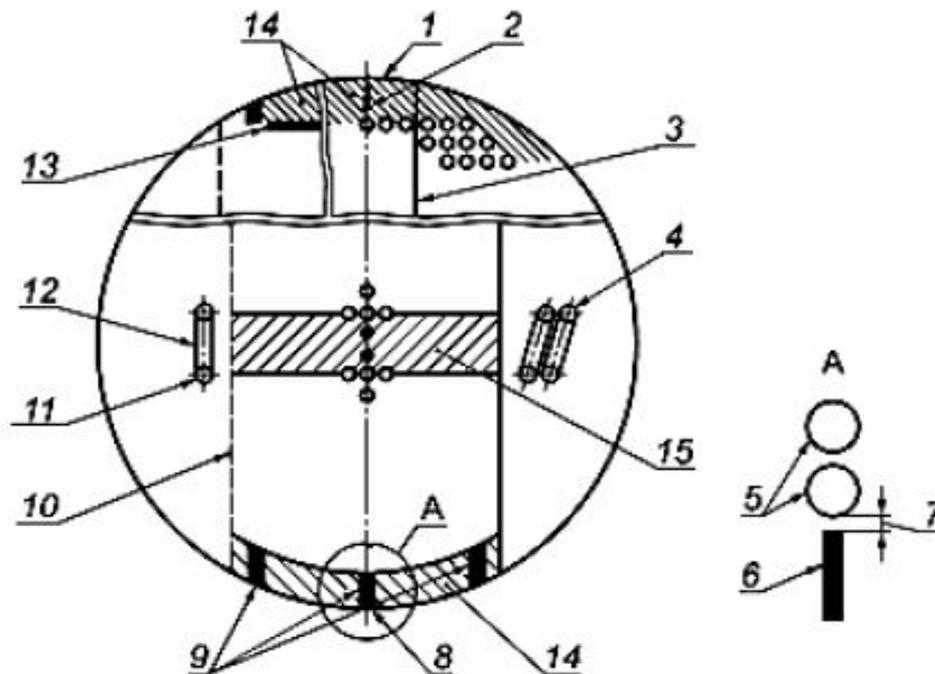
* Для низкого оребрения толщина труб должна соответствовать толщине труб в основании ребра.

Наименование параметра	Значение параметра				
Наружный диаметр труб	16	20	25	38	57
Шаг размещения трубных отверстий	21	26	32	48	70

Диаметр кожуха, мм		Максимальное количество заглушаемых труб, шт.
наружный	внутренний	
159, 219, 273, 325, 426	400	2
530, 630	500, 600, 700	3
	800, 900	4
	1000	5
	1200	6
	1400	8
	1600	10
	2000	12
	3000	18
	4000	20

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции Противобайпасное устройство



1 - цилиндрическая поверхность перегородки; 2 - стяжки, ложные трубы или плоская полоса; 3 - срез перегородки; 4 - расположение U-образной трубы; 5 - трубы; 6 - противобайпасная полоса; 7 - зазор, не превышающий номинальный зазор между трубами; 8 - одинарная уплотнительная полоса на оси аппарата; 9 - несколько равномерно распределенных полос; 10 - срез перегородки; 11 - расположение U-образной трубы; 12 - изгиб U-образной трубы; 13 - противоударная пластина; 14 - периферийный байпасный коридор; 15 - внутренний байпасный коридор

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

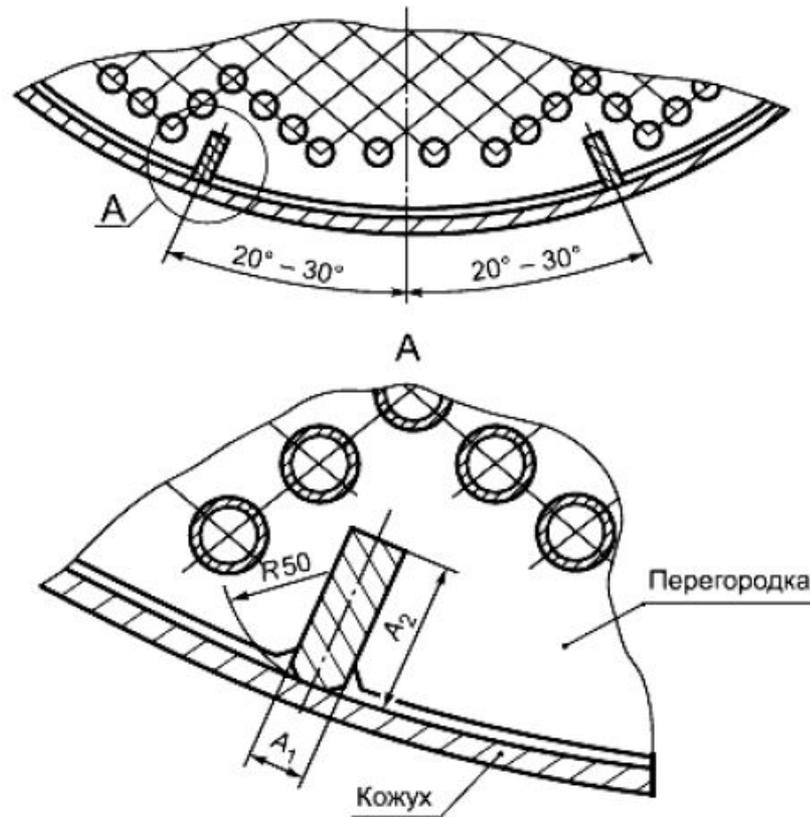
Стяжки

Диаметр кожуха, мм		Диаметр стяжек, мм	Минимальное число стяжек, шт.
наружный	внутренний		
159, 273, 325	-	12	4
426, 630	400, 500, 600, 700	12	6
-	800, 900, 1000	16 (12)* (12)**	8 (6)* (8)**
-	1200, 1400	16	10
* Допускается для аппаратов типов Н и К.			
** Допускается для аппаратов типа П.			

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Полосы скольжения трубного пучка

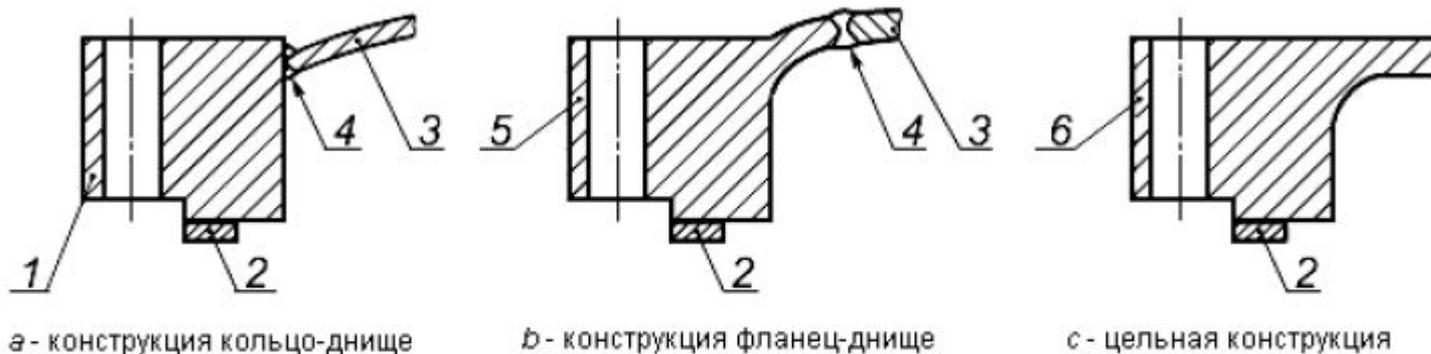


Внутренний диаметр кожуха	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000
A_1	16	16	16	19	22	22	25	25	28	35	40
A_2	38	44	50	50	50	65	65	75	75	75	80

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Плавающая головка



а - конструкция кольцо-днище

б - конструкция фланец-днище

с - цельная конструкция

1 - кольцо; 2 - прокладка; 3 - днище; 4 - сварной шов с полным проплавлением; 5 - фланец;

6 - цельная механически обработанная крышка

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Испытания на прочность и герметичность

<i>Гидравлическое испытание для аппаратов типа</i>			
<i>У</i>		<i>П</i>	
<i>для расчетных давлений в кожухе P_K и в трубах P_T</i>			
<i>$P_K < P_T$</i>	<i>$P_K \geq P_T$</i>	<i>$P_K < P_T$</i>	<i>$P_K \geq P_T$</i>
Этап 1			
<i>Испытание распределительной камеры в сборе с трубным пучком (без корпуса) и испытательным кольцом пробным давлением трубного пространства</i>	-	<i>Испытание корпуса (без распределительной камеры, крышки плавающей головки и крышки корпуса) в сборе с двумя испытательными кольцами пробным давлением межтрубного пространства</i>	
Этап 2			
<i>Испытание корпуса в сборе с трубным пучком (без распределительной камеры) и испытательным кольцом пробным давлением межтрубного пространства</i>		<i>Испытание распределительной камеры в сборе с трубным пучком, узлом плавающей головки (без корпуса и крышки корпуса) и испытательным кольцом пробным давлением трубного пространства</i>	
Этап 3			
<i>Испытание фланцевых соединений на герметичность (аппарат в сборе) пробным давлением трубного и межтрубного пространств одновременно</i>		<i>Испытание фланцевых соединений на герметичность (аппарат в сборе) пробным давлением трубного и межтрубного пространств одновременно</i>	

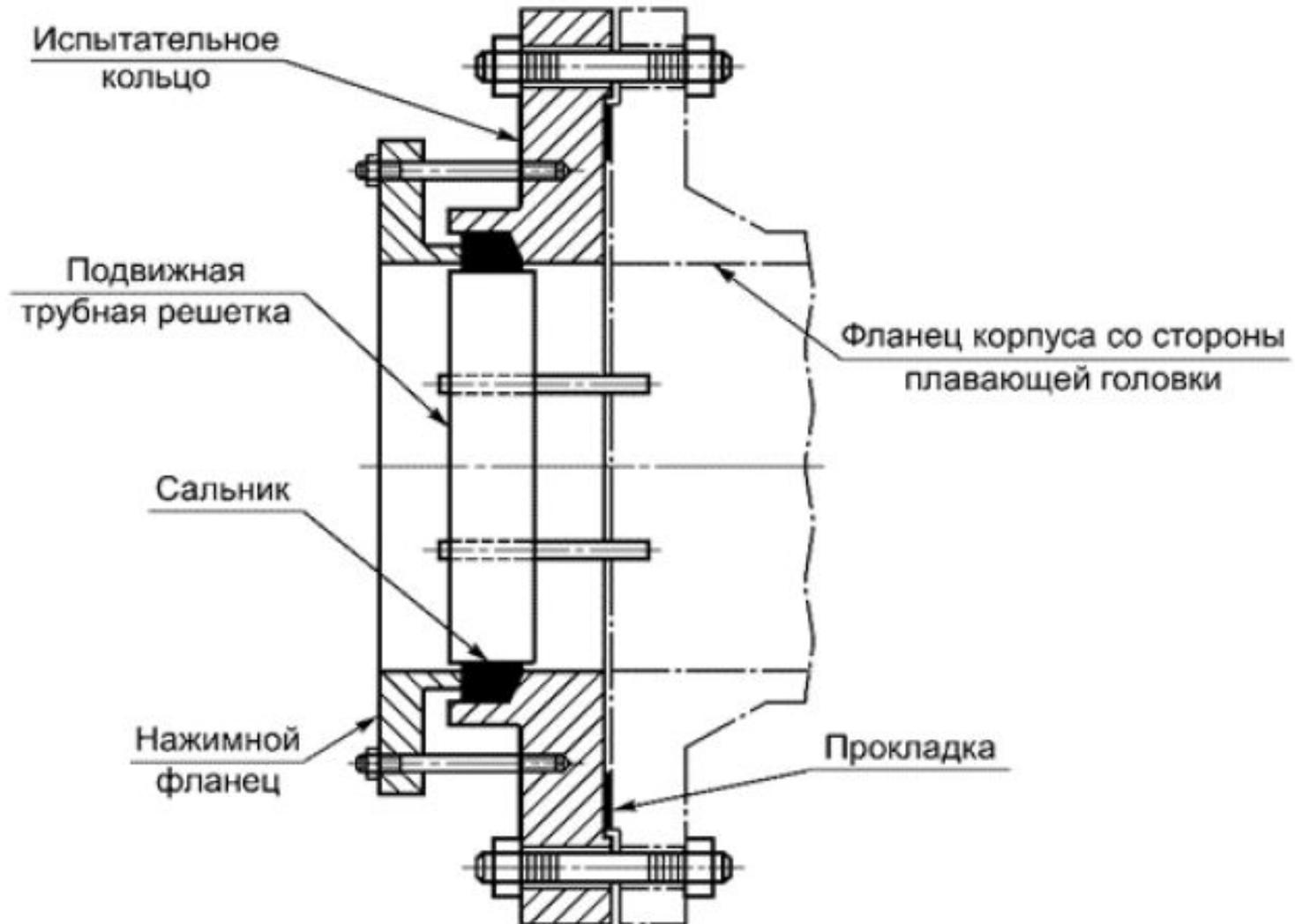
Гидравлическое испытание для аппаратов типов "Н" и "К"	Этап 1	Испытание межтрубного пространства (без распределительной камеры и крышки корпуса) пробным давлением межтрубного пространства
	Этап 2	Испытание трубного пространства (аппарат в сборе) пробным давлением трубного пространства

Гидравлическое испытание для аппаратов типа			
ИУ		ИП	
для расчетных давлений в кожухе P_K и в трубах P_T			
$P_K < P_T$	$P_K \geq P_T$	$P_K < P_T$	$P_K \geq P_T$
Этап 1			
Испытание распределительной камеры в сборе с трубным пучком (без корпуса) и испытательным кольцом пробным давлением трубного пространства	-	Испытание корпуса (без распределительной камеры, крышки плавающей головки) в сборе с испытательным кольцом пробным давлением межтрубного пространства	
Этап 2			
Испытание корпуса в сборе с трубным пучком (без распределительной камеры) и испытательным кольцом пробным давлением межтрубного пространства		Испытание распределительной камеры в сборе с трубным пучком, узлом плавающей головки (без корпуса) и испытательным кольцом пробным давлением трубного пространства	
Этап 3			
Испытание фланцевых соединений на герметичность (аппарат в сборе) пробным давлением трубного и межтрубного пространств одновременно		Испытание фланцевых соединений на герметичность (аппарат в сборе) пробным давлением трубного и межтрубного пространств одновременно	

Кожухотрубчатые теплообменники

Требования к конструкции

Испытания на прочность и герметичность



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Аппараты воздушного охлаждения общего назначения предназначены для конденсации, охлаждения парообразных, газообразных и жидких сред с температурой от -40 до 300 °С, давлением до 6,3 МПа.

Стандартизованные АВО общего назначения делятся на три основных типа:

- АВГ (ОСТ 26-02-1522-77) - аппарат воздушный горизонтальный;
- АВЗ (ТУ 26-02-1043-87) и АВЗ-Д (ОСТ 26-02-537-79) - аппарат воздушный зигзагообразный;
- АВМ (ОСТ 26-02-2018-77) - аппарат воздушный малопоточный.

Кроме аппаратов общего назначения промышленностью серийно выпускаются нормализованные аппараты специального назначения:

- АВГ-Т - трехконтурные;
- АВГ-В - для охлаждения вязких продуктов;
- АВГ-ВВ - для охлаждения высоковязких продуктов;
- АВОВ - для охлаждения воды;
- АВГ-160, АВГ-125, АВГП-160 - для охлаждения природного газа.

Общие технические условия приведены в ГОСТ Р 51364-99 .

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВ

Г



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВ

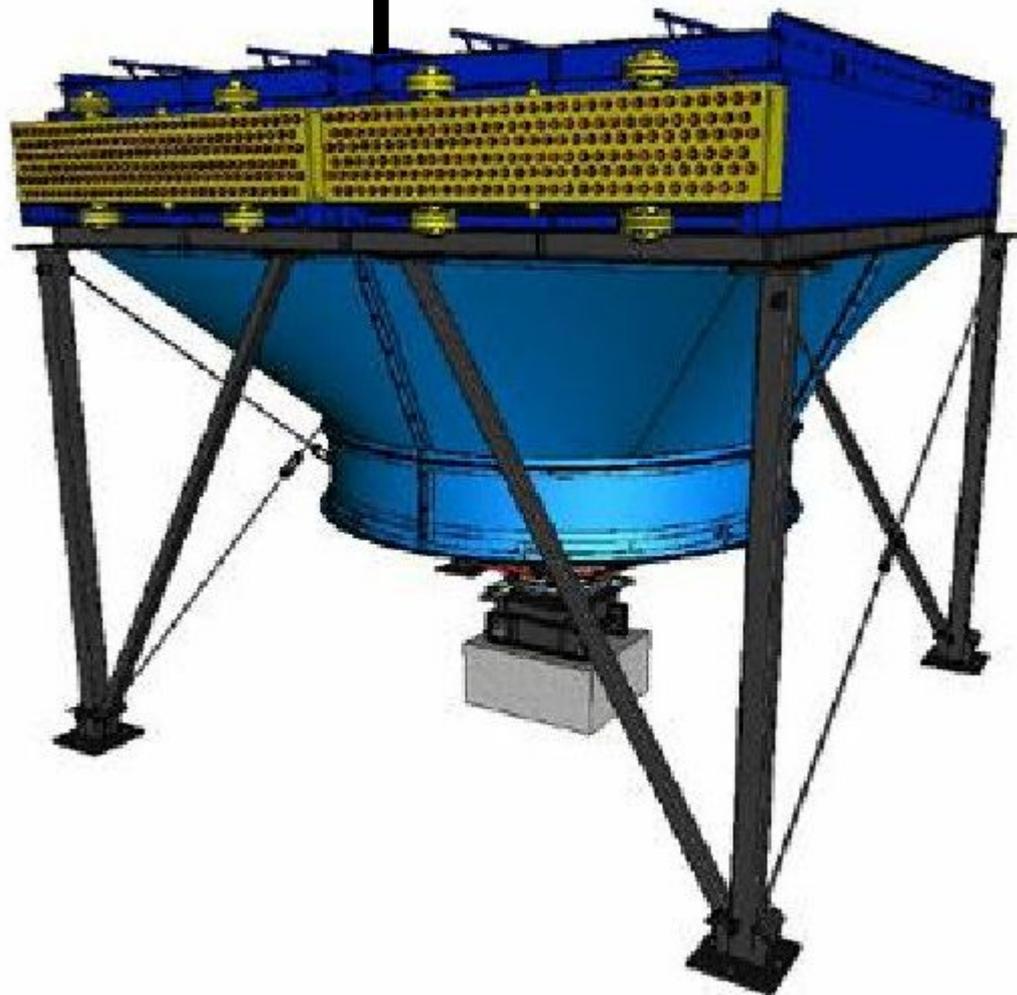
Техническая характеристика

Площадь поверхности теплообмена:		
при длине теплообменных труб в секции 8 м	м ²	1770÷5100
при длине теплообменных труб в секции 4 м	м ²	875÷2560
Давление условное	МПа	0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3
Количество секций в аппарате	шт.	3
Диаметр колеса вентилятора	м	2,8
Количество колес вентиляторов в аппарате:		
при длине теплообменных труб в секции 8 м	шт.	2
при длине теплообменных труб в секции 4 м	шт.	1
Частота вращения колеса вентилятора	об/мин	426
Мощность тихоходного двигателя	кВт	22; 30; 37
Коэффициент оребрения труб (условный)		9; 14,6; 20
Число рядов труб в секции		4; 6; 8
Число ходов по трубам в секции:		
при числе рядов труб 4		1; 2; 4
при числе рядов труб 6		1; 2; 3; 6
при числе рядов труб 8		1; 2; 4; 8
Длина труб в секции	м	4; 8
Материальное исполнение секции		Б1; Б2; Б2.1; Б3; Б4; Б5
Тип трубных секций		крышечный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВ

Г



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВ

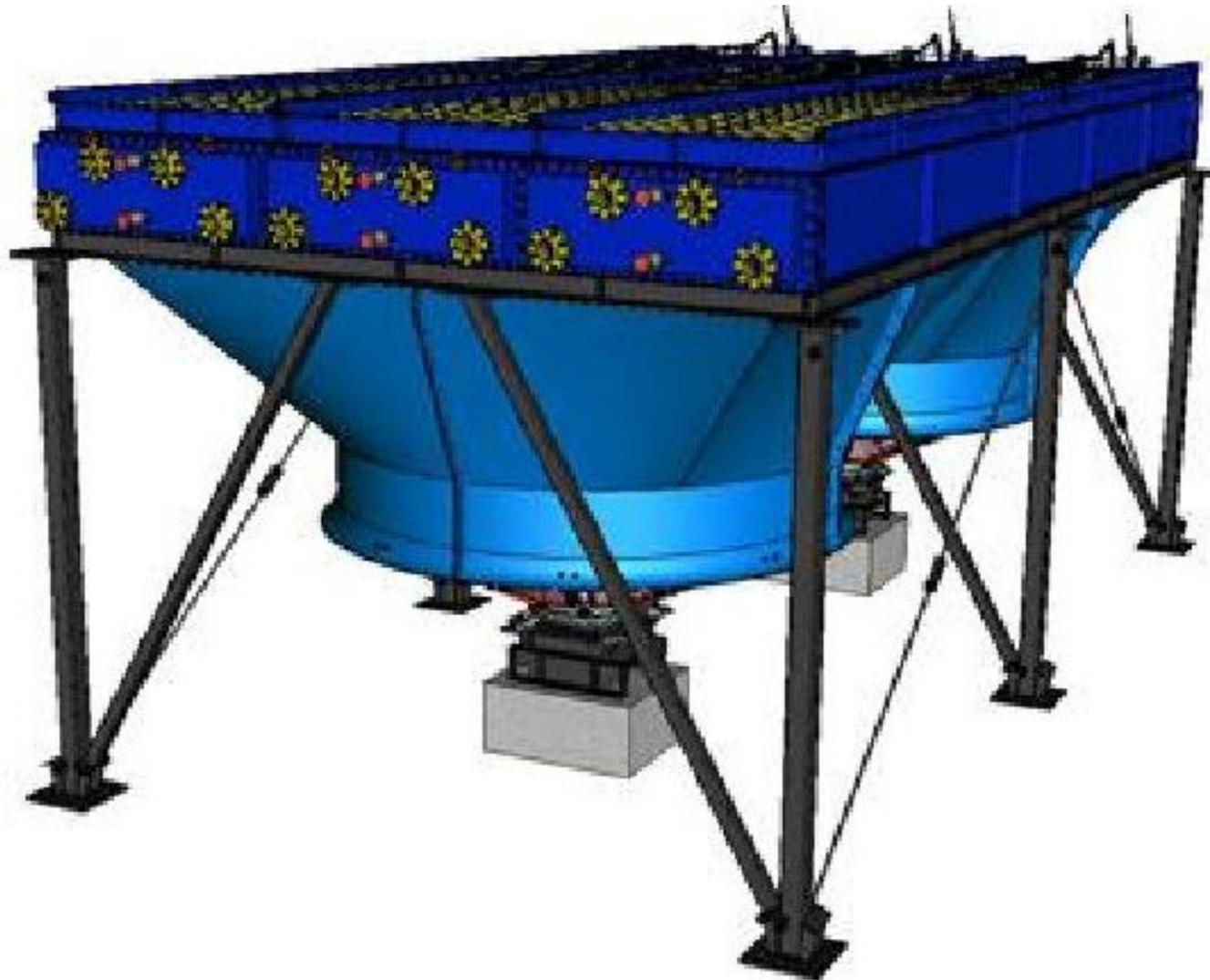
Г

Техническая характеристика

Площадь поверхности теплообмена:	м ²	
1АВГ		425-4760
2АВГ		765-4710
Давление условное	МПа	0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3
Диаметр вентилятора	м	2,8
Мощность тихоходного электродвигателя	кВт	22; 30
Количество колес вентиляторов в аппарате:	шт	
при длине теплообменных труб в секции 8м		2
при длине теплообменных труб в секции 4м		1
Скорость вращения колеса вентилятора	об/мин	428
Коэффициент оребрения труб (условный)		9; 20
Число рядов труб в секции		4; 6
Число ходов по трубам в секции:		
при числе рядов труб в секции 4		1;2;4
при числе рядов труб в секции 6		1;2;3;6
Длина труб в секции, м	м	4; 8
Материальное исполнение секции		Б1; Б2.1; Б3; Б4
Тип трубных секций		камерный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВГ-



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

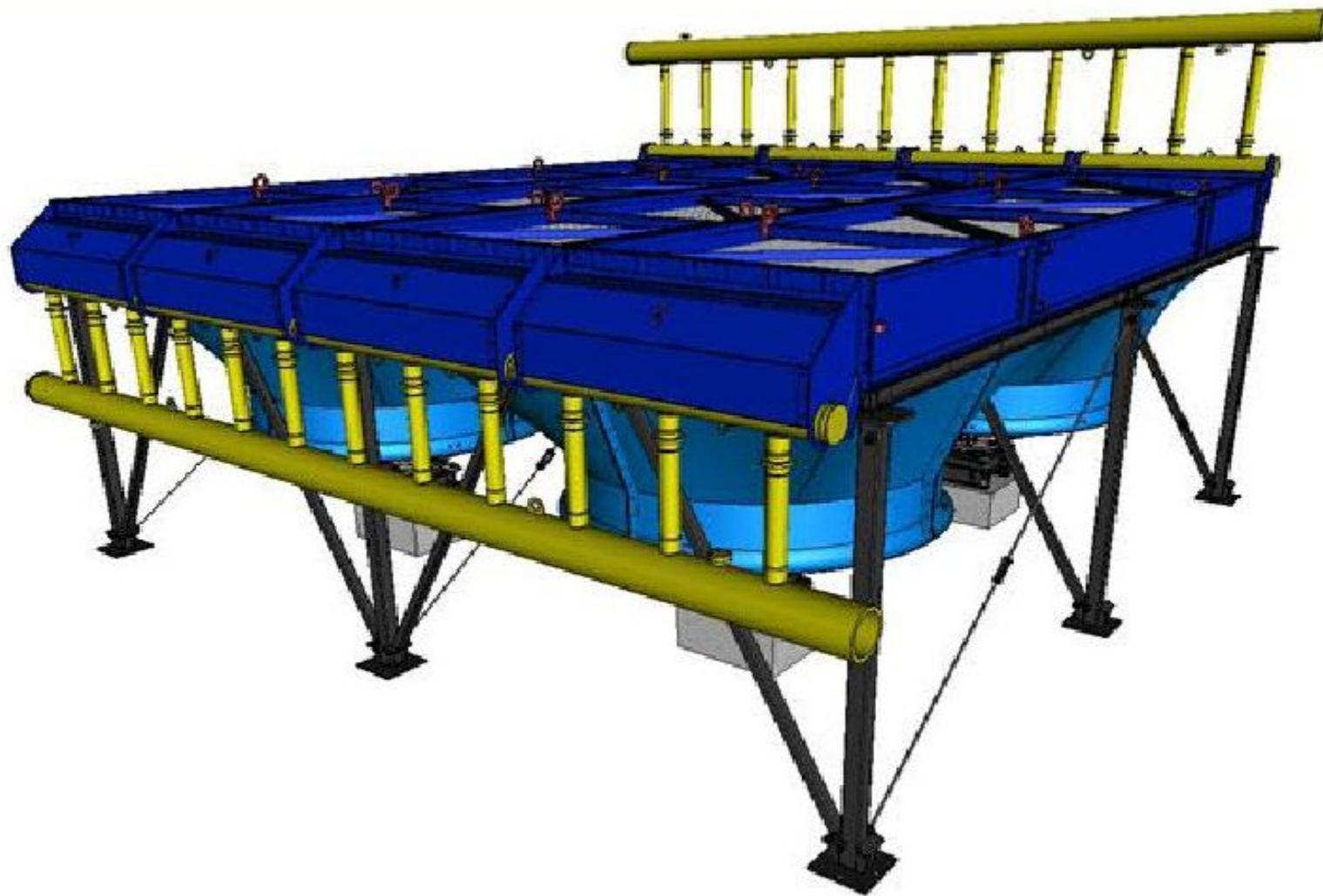
АВГ-В, АВГ-

Техническая характеристика

Площадь поверхности теплообмена:	м ²	
при длине теплообменных труб в секции 8м		890-1760
при длине теплообменных труб в секции 4м		1805-3590
Давление условное	МПа	0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3
Количество секции в аппарате	шт	3
Диаметр колеса вентилятора	м	2,8
Мощность тихоходного электродвигателя	кВт	22; 30; 37
Количество колес вентиляторов в аппарате:	шт	
при длине теплообменных труб в секции 8м		2
при длине теплообменных труб в секции 4м		1
Скорость вращения колеса вентилятора	об/мин	428
Коэффициент оребрения труб (условный)		7,8
Число рядов труб в секции		4; 6; 8
Число ходов по трубам:		
при числе рядов труб в секциях 4		1;2;4
при числе рядов труб в секциях 6		1;2;5;6
при числе рядов труб в секциях 8		1;2;4;8
Длина труб в секции	м	4; 8
Материальное исполнение секции		Б1; Б2.1
Тип трубных секций		крышечный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВГ-16



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

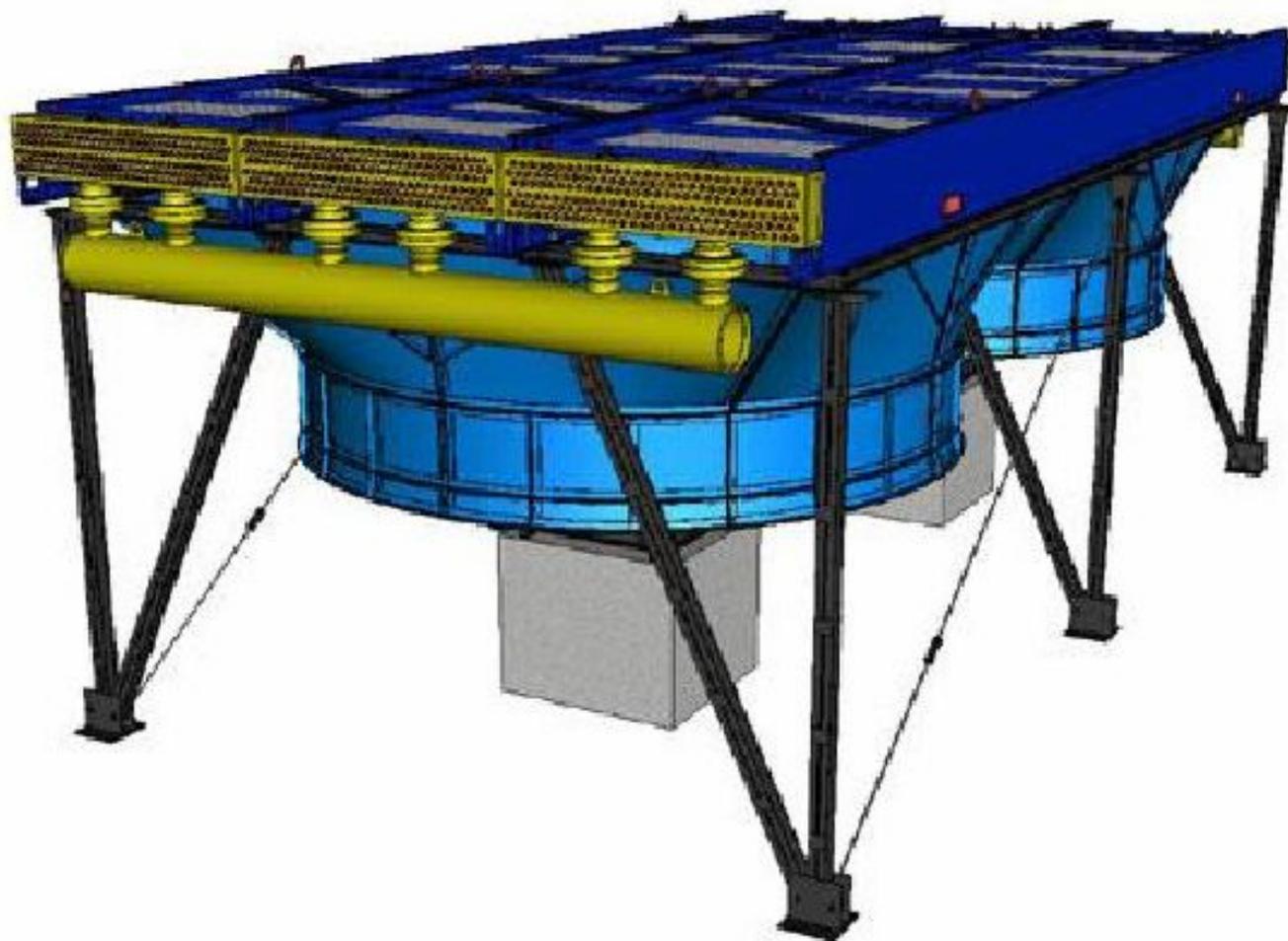
АВГ-16

Техническая характеристика

Поверхность теплообмена аппарата, м ²	9940
Коэффициент оребрения труб	14,6 и 20
Длина оребренных труб, м	8
Число рядов труб	6
Число ходов по трубному пространству	3
Условное давление, Мпа	16(160)
Материальное исполнение	Б1 и Б3
Вентилятор	осевой
-диаметр колеса вентилятора, мм	2800
-частота вращения, об/мин	428
-количество вентиляторов в аппарате, шт	4
Привод вентиляторов от электродвигателей ВАСО4	
-исполнение двигателей по взрывозащите	1ExdIIBT4
-номинальная мощность одного электродвигателя, кВт	30

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВГ-10



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВГ-10

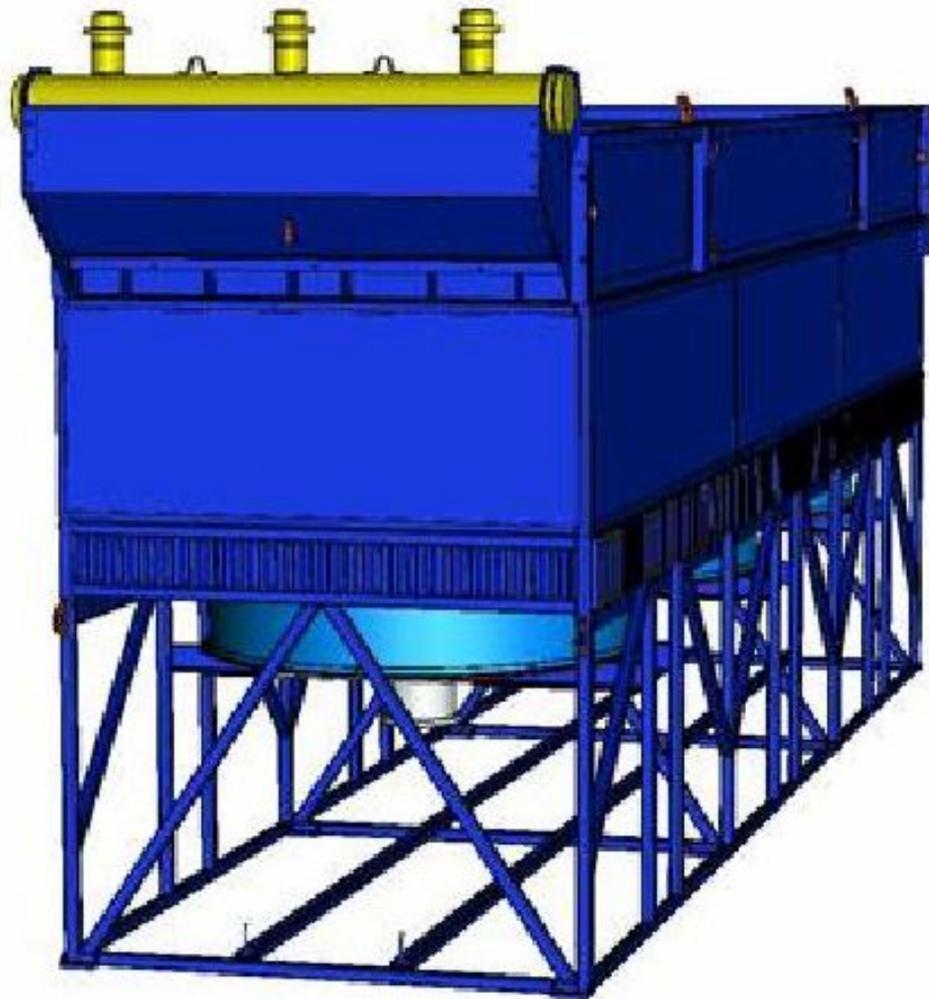
п

Техническая характеристика

Площадь поверхности теплообмена	м ²	9930
Давление расчетное	МПа	7,5
Количество секции в аппарате	шт	3
Диаметр колеса вентилятора	м	5
Мощность тихоходного электродвигателя	кВт	37
Количество колес вентиляторов в аппарате	шт	2
Скорость вращения колеса вентилятора	об/мин	250
Коэффициент оребрения труб (условный)		20
Число рядов труб в секции		6
Число ходов по трубам в секции		1
Длина труб в секции	м	12
Материальное исполнение секции		Б1
Тип трубных секций		камерный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВГ-



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

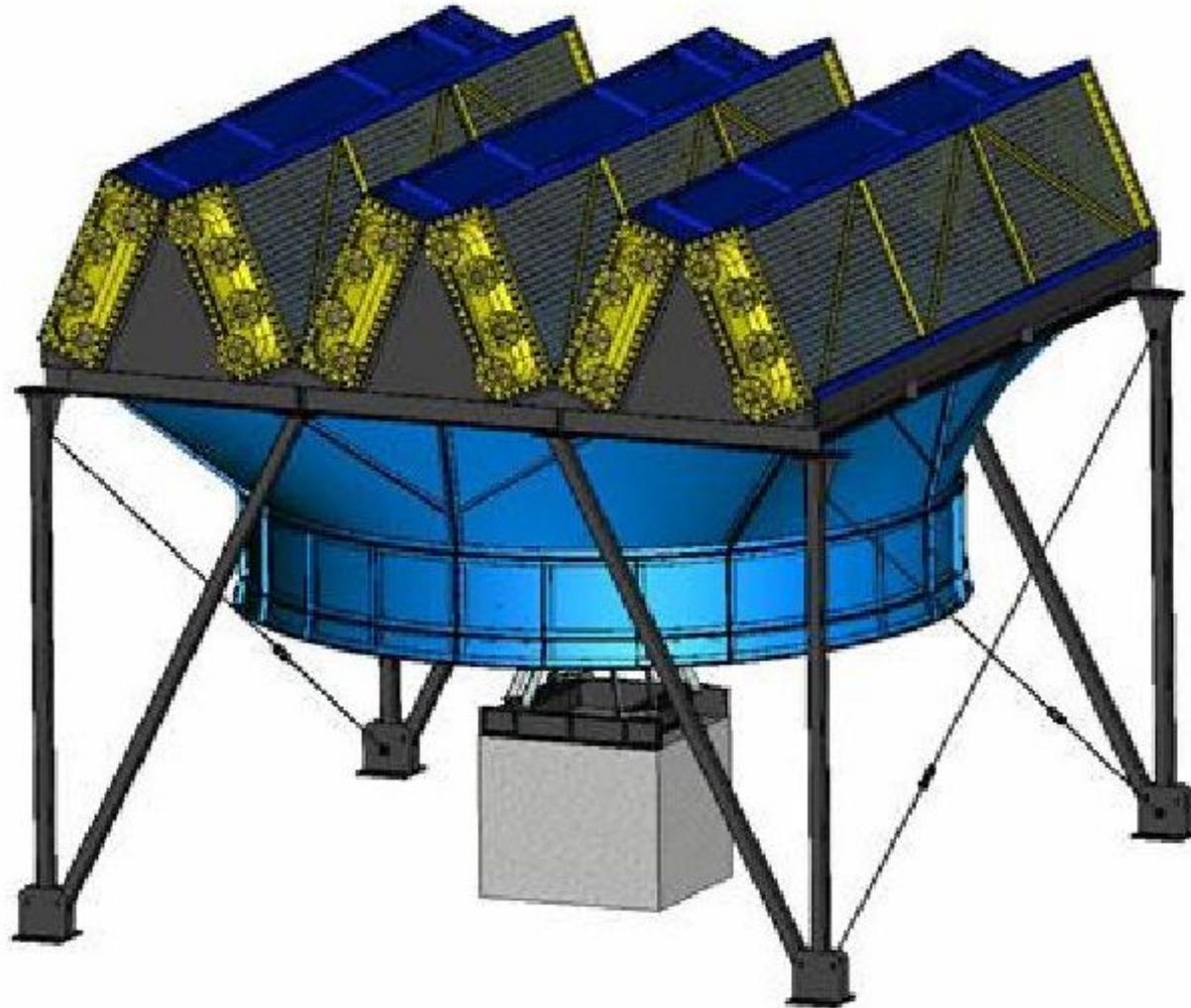
АВГ-

Техническая характеристика

Коэффициент оребрения труб	9; 14,6; 20
Условное давление, МПа (кгс/см ²)	25 (250); 32 (320)
Количество рядов труб в секции	4, 6
Число ходов по трубам	2, 3
Длина труб, м	6; 8; 12
Площадь поверхности теплообмена, м ²	
Диаметр колеса вентилятора, мм	2,25; 2,5
Электродвигатель:	
тип	ВАСО
Мощность, кВт	13,0
Количество	2, 3
Материальное исполнение	Углеродистая сталь, нержавеющая сталь

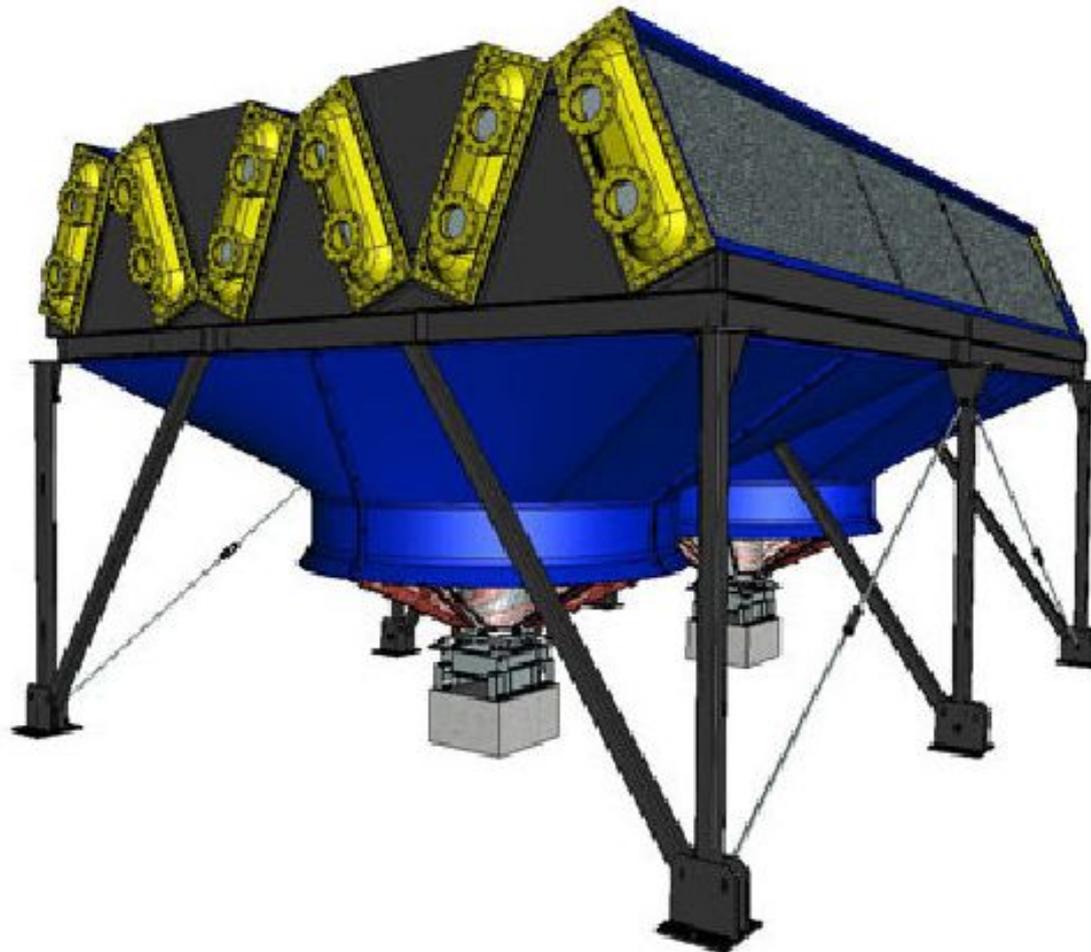
Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

1АВ



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВ



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

2АВ

2

Техническая характеристика

Площадь поверхности теплообмена:	м ²	3450-11400
Давление условное	МПа	0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3
Количество секции в аппарате	шт	6
Диаметр колеса вентилятора	м	2,8
Мощность тихоходного электродвигателя	кВт	22; 30; 37
Количество колес вентиляторов в аппарате:	шт	2
Скорость вращения колеса вентилятора	об/мин	428
Коэффициент оребрения труб (условный)		9; 14,6; 20
Число рядов труб в секции		4; 6; 8
Число ходов по трубам в секции:		1;2;2а;4;4а;8
Длина труб в секции	м	8
Материальное исполнение секции		Б1; Б2.1; Б3; Б4; Б5
Тип трубных секций		крышечный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВ



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

АВ

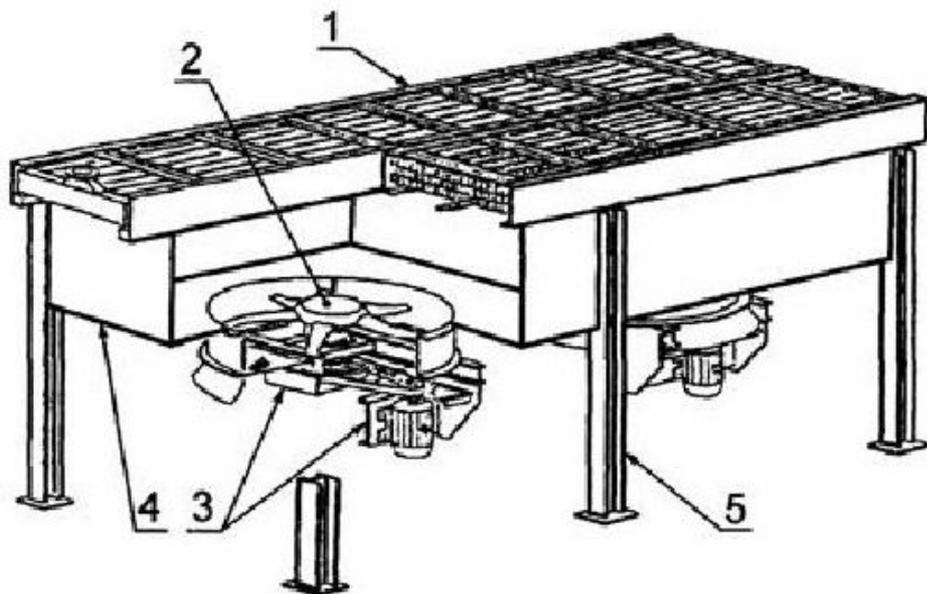
..

Техническая характеристика

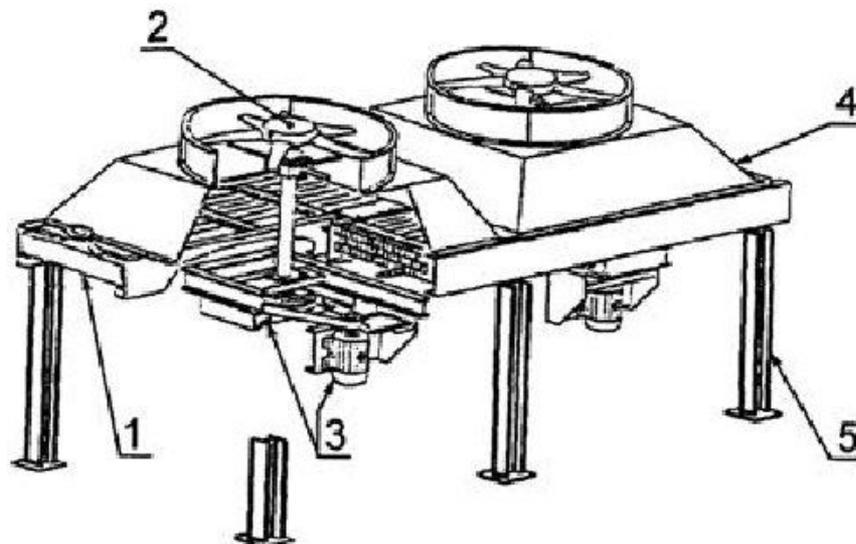
Площадь поверхности теплообмена:	м ²	
при длине теплообменных труб 1,5 м		105-375
при длине теплообменных труб 3 м		220-775
Давление условное	МПа	0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3
Тип электродвигателя		АИМ 100 S4
Мощность электродвигателя	кВт	3
Количество колес вентиляторов в аппарате:	шт	
при длине теплообменных труб 1,5 м		1
при длине теплообменных труб 3 м		2
Коэффициент оребрения труб (условный)		9; 14,6; 20
Число рядов труб в секции		4; 6; 8
Число ходов по трубам в секции:		
при числе рядов труб 4		1; 2; 4
при числе рядов труб 6		1; 2; 3; 6
при числе рядов труб 8		1; 2; 4; 8
Длина труб	м	1,5; 3
Материальное исполнение секции		Б1; Б2; Б2.1; Б3; Б4; Б5
Масса аппарата:	кг	
при коэффициенте оребрения 9		1160-4210
при коэффициенте оребрения 14,6; 20		1130-42-30
Тип трубных секций		крышечный

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип



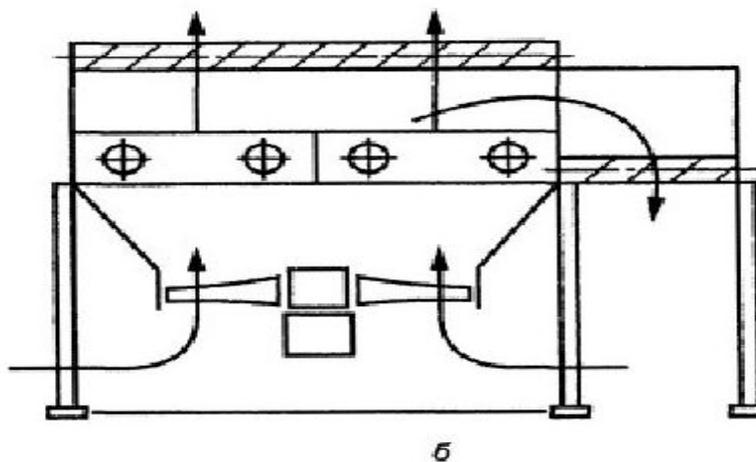
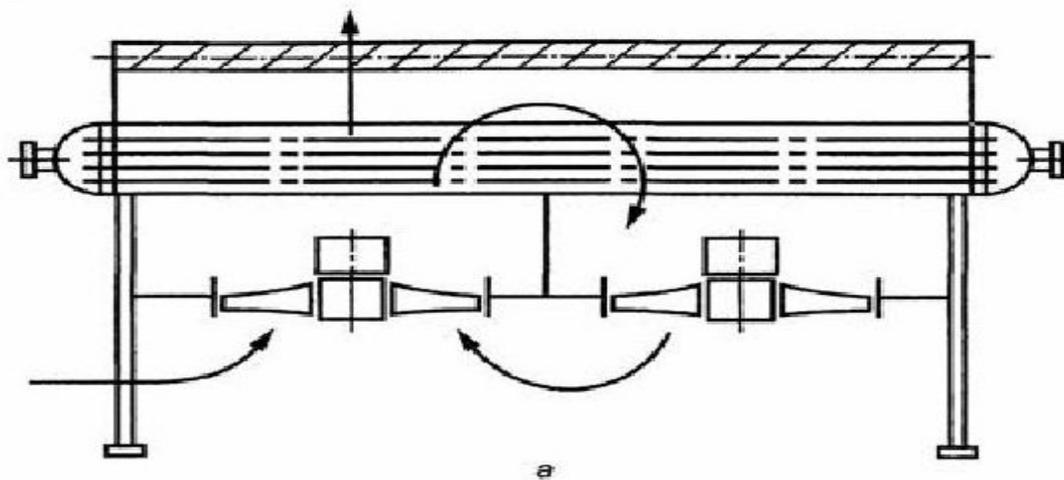
а



б

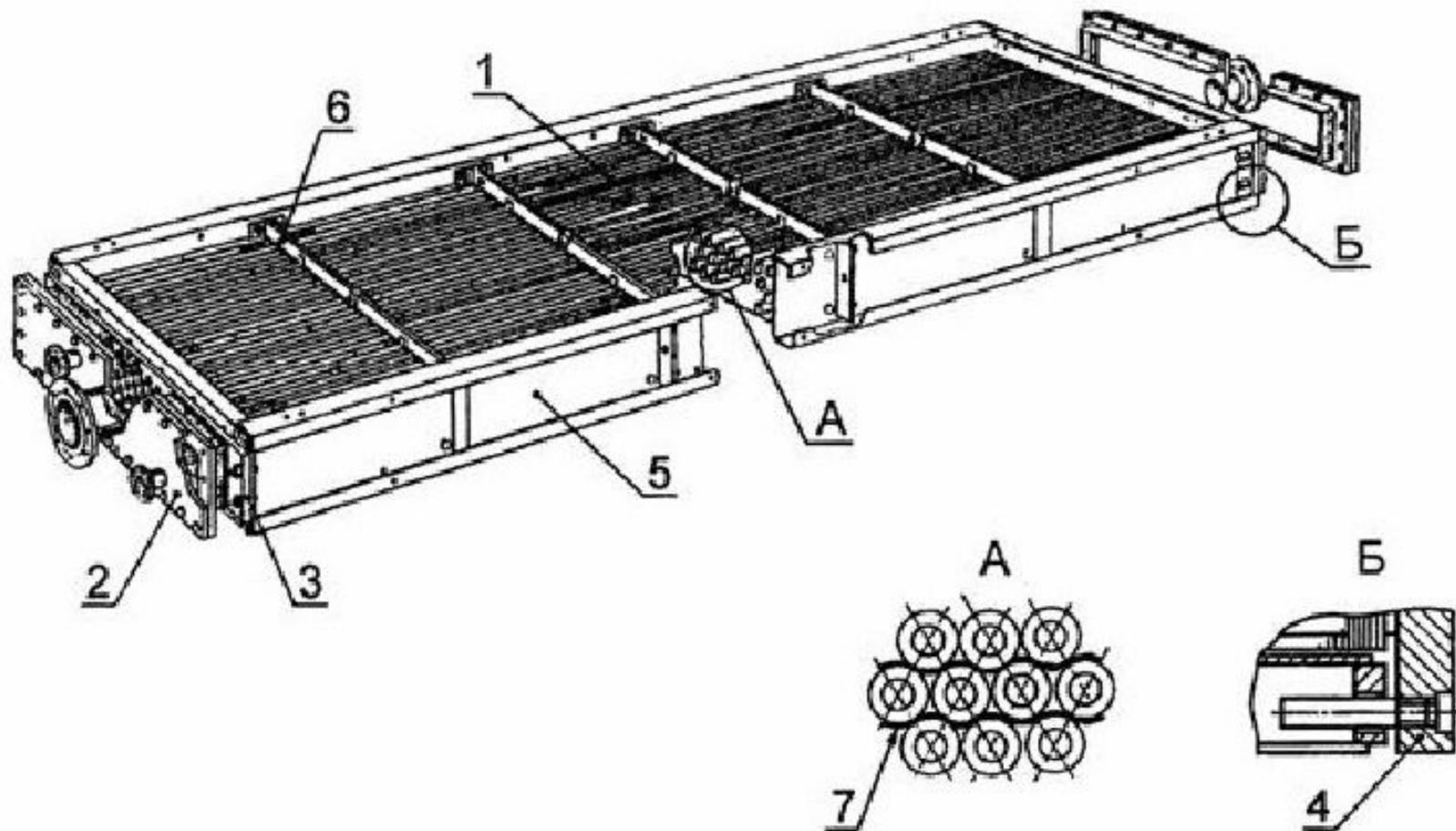
Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип работы



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип ра



Многоходовая секция АВО с цельносварными камерами с пробками

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип раб



Секция АВО из нержавеющей стали с литыми крышками

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип работы



Биметаллические оребренные трубы для теплообменного оборудования.

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) Конструкции, устройство, принцип работы



Одноходовая секция АВО со снятой крышкой распределительной камеры

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип работы

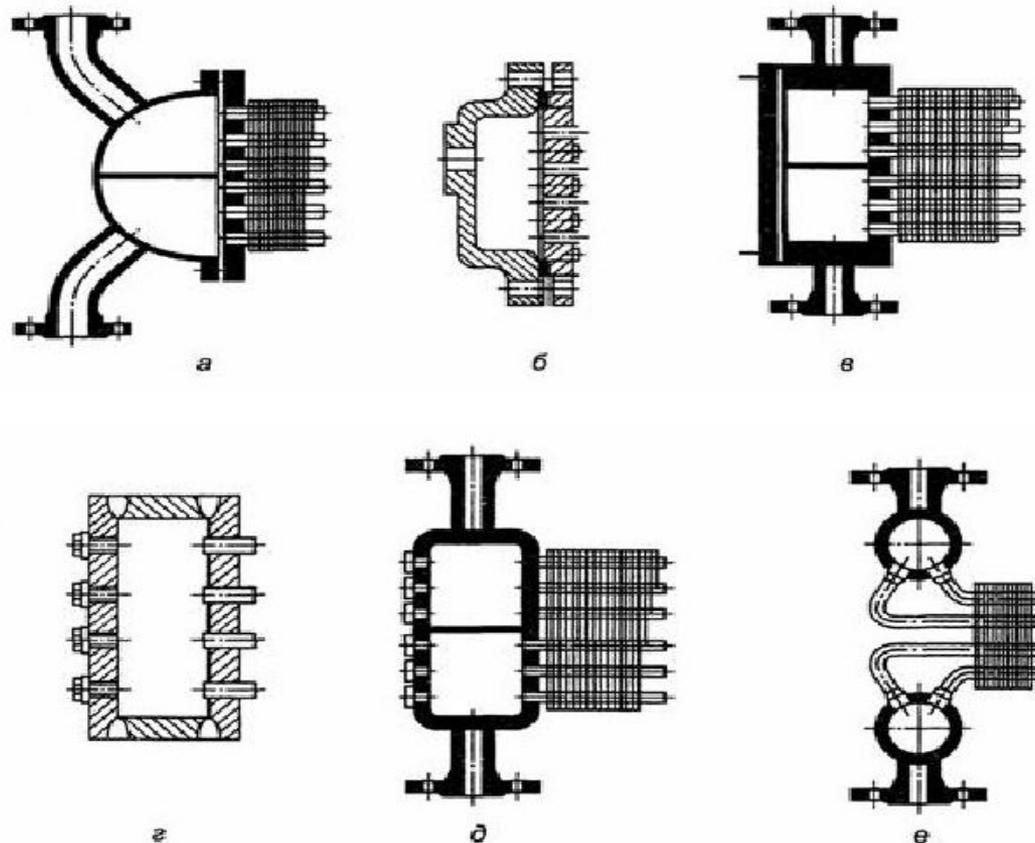


Рис. 1.5.16 Основные типы камер теплообменных секций:
а, б, в - разъемные камеры на давление до 6,3 МПа;
г, д - цельносварные камеры с пробками на давление до 10,0 МПа;
е - трубчатые камеры на давление свыше 10,0 МПа

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

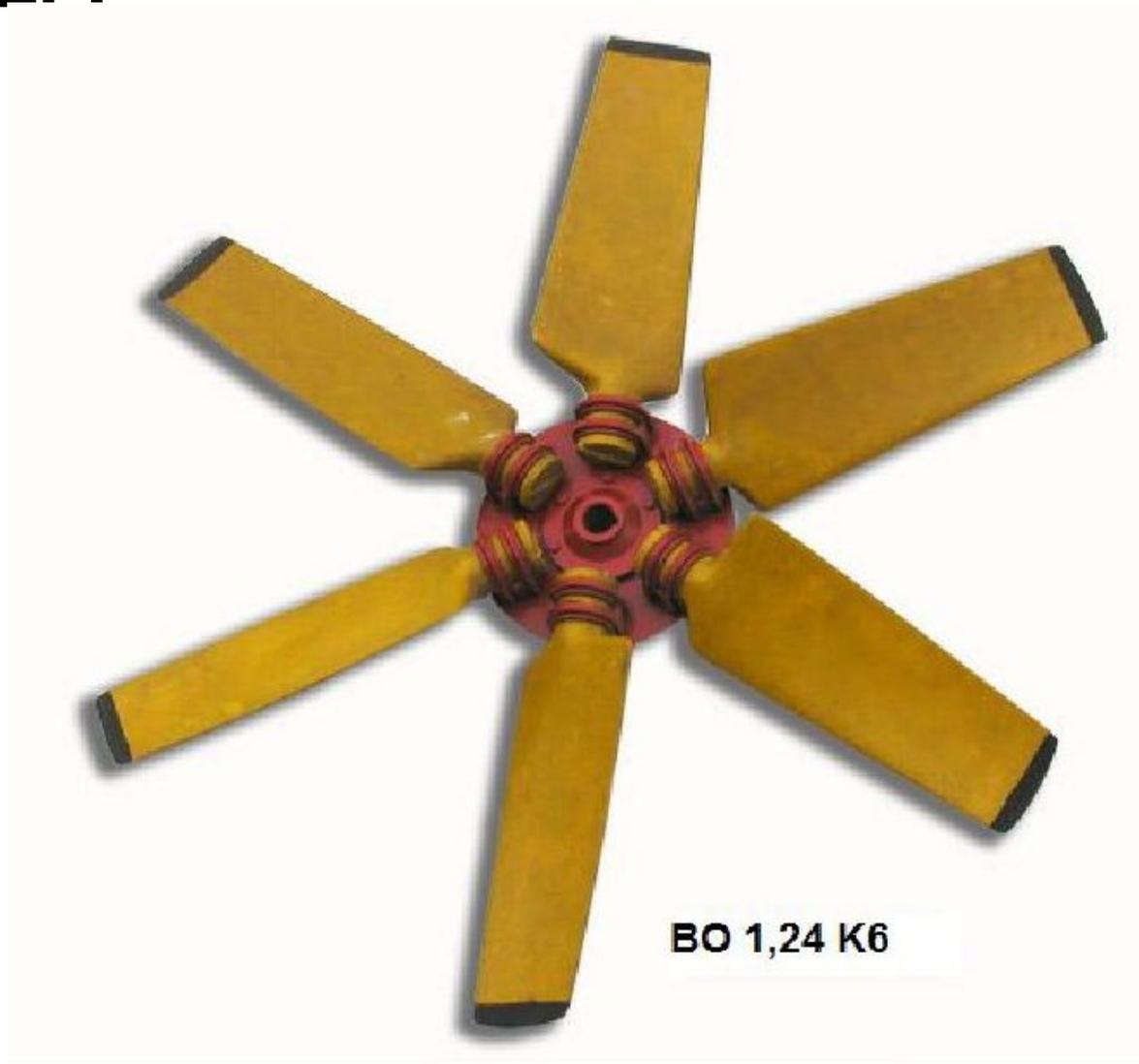
Конструкции, устройство, принцип работы



Общий вид колеса вентилятора АВО с приводом

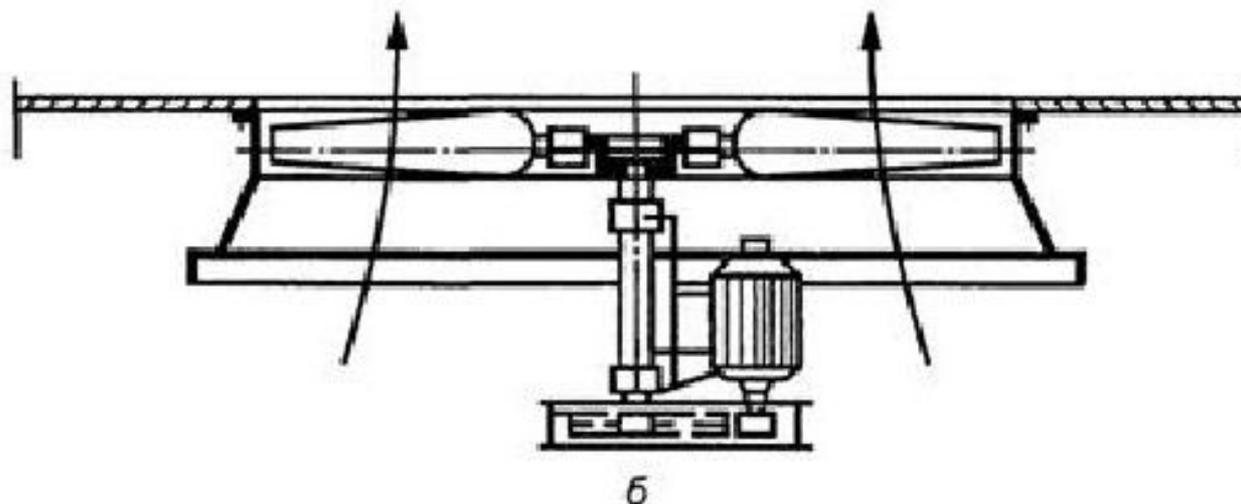
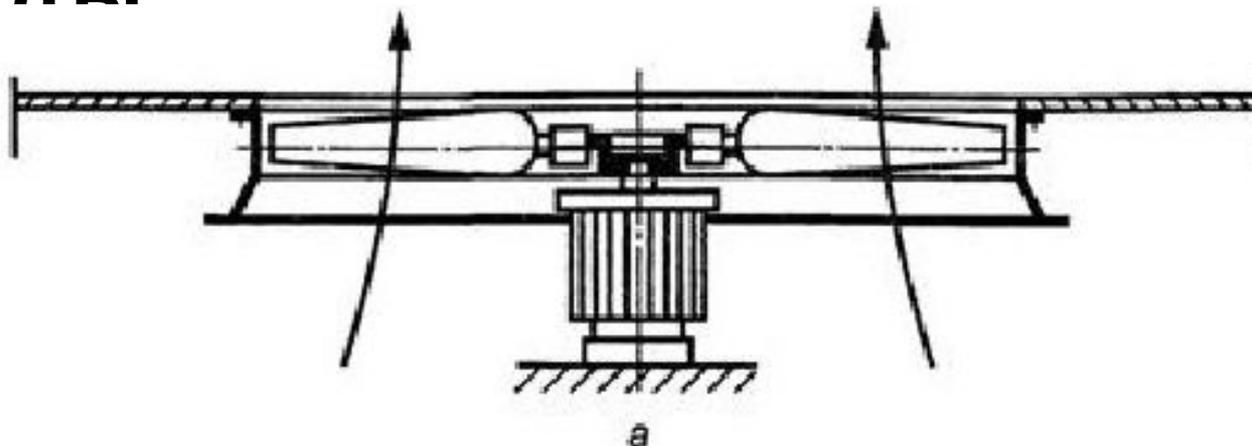
Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип работы



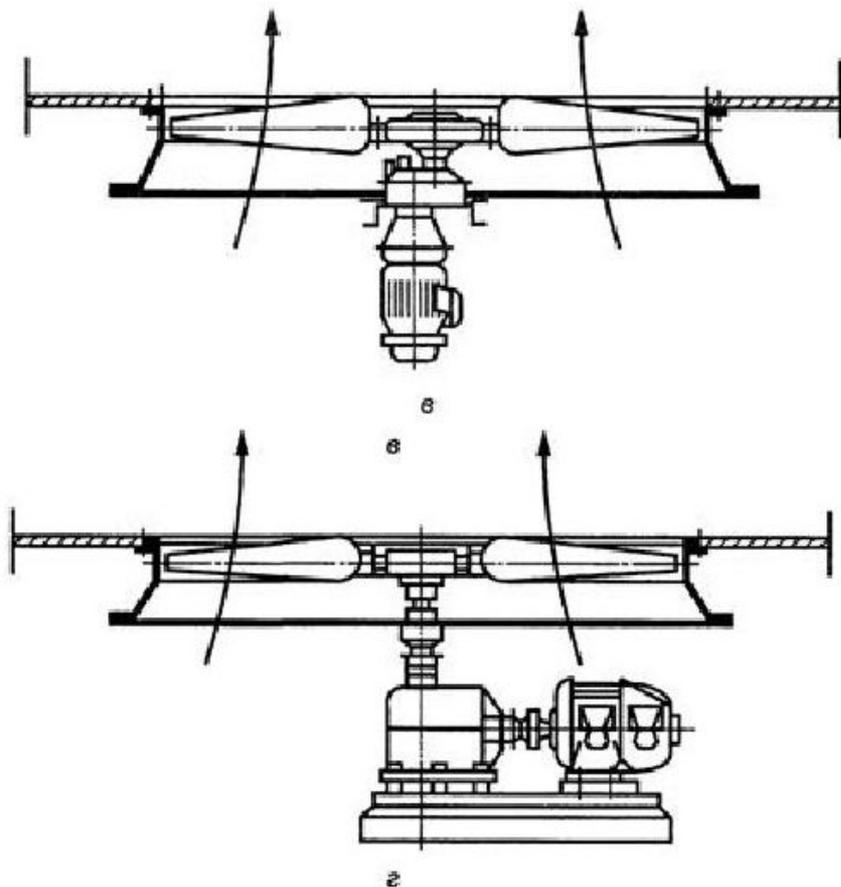
Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип работы



Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

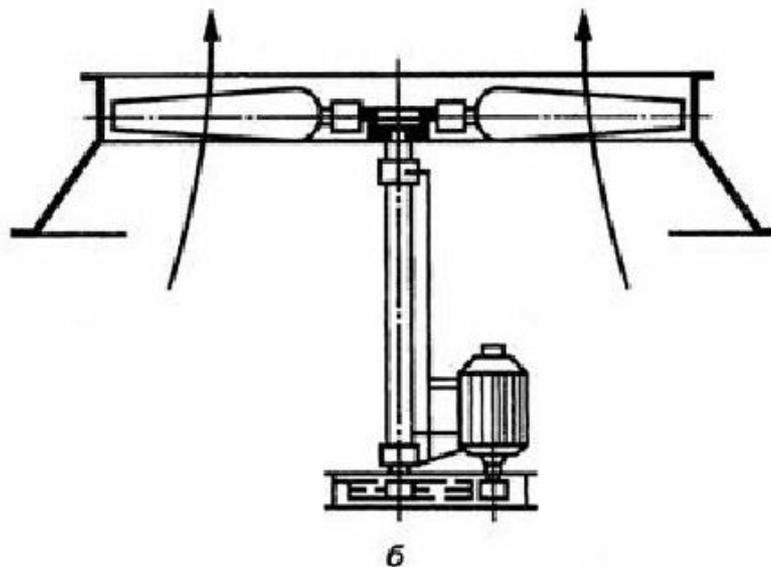
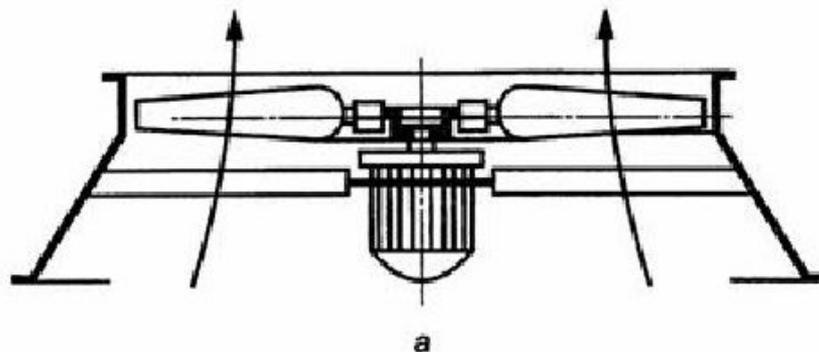
Конструкции, устройство, принцип работы



- а* Прямые приводы аппаратов нагнетательного вида: *а* - непосредственный;
б - клиноременный; *в* - редуктор с параллельными валами;
г - редуктор с перпендикулярными валами

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

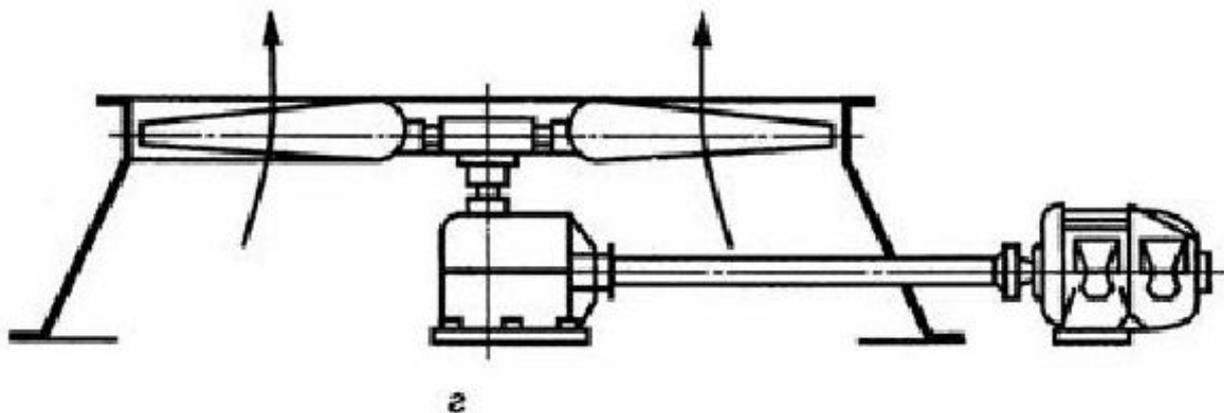
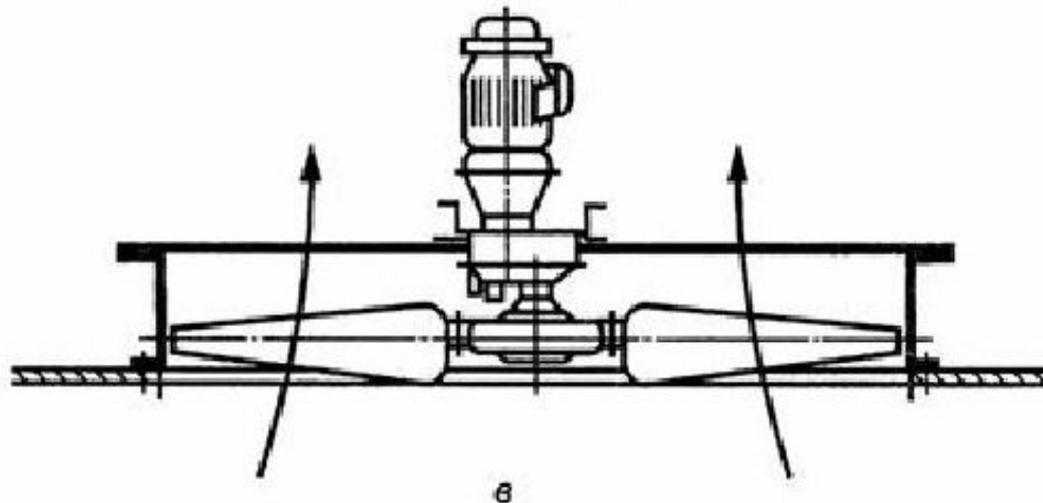
Конструкции, устройство, принцип работы



*Приводы аппаратов вытяжного вида: а - непосредственный;
б - клиноременный;*

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Конструкции, устройство, принцип рабс



в - редуктор с параллельными валами; г - редуктор с перпендикулярными валами

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

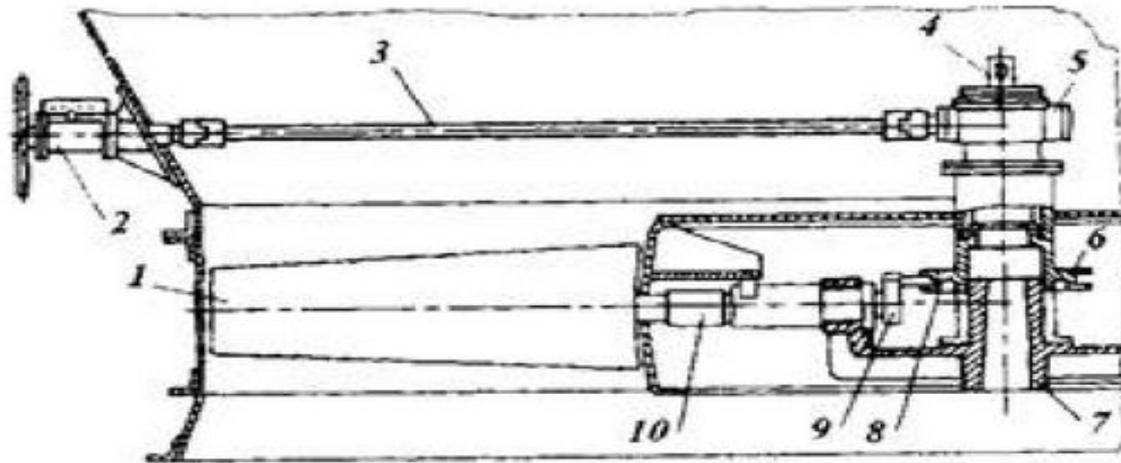
Повышение эффективности

Для повышения эффективности аппарата в его конструкции предусмотрены распыливающие водяные форсунки, устанавливаемые в диффузоре вентилятора, автоматически включающиеся при повышенной температуре окружающей среды в летний период. При низких температурах (зимой) можно отключать электродвигатель и вентилятор; при этом конденсация и охлаждение происходят естественной конвекцией.

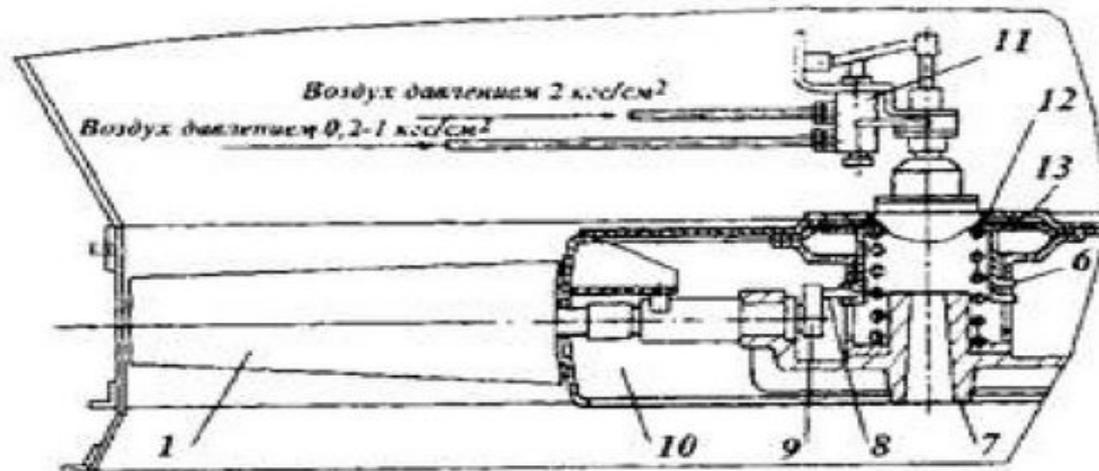
Кроме того, интенсивность теплосъема можно регулировать, меняя расход прокачиваемого воздуха путем изменения угла наклона лопастей вентилятора. Для этого в аппаратах воздушного охлаждения предусмотрены механизм дистанционного поворота лопастей с ручным или пневматическим приводом и жалюзийные заслонки, установленные над теплообменными секциями и поворачиваемые вручную или автоматически посредством пневмопривода.

Аппараты воздушного охлаждения (АВО)

Повышение эффективности



a)



б)