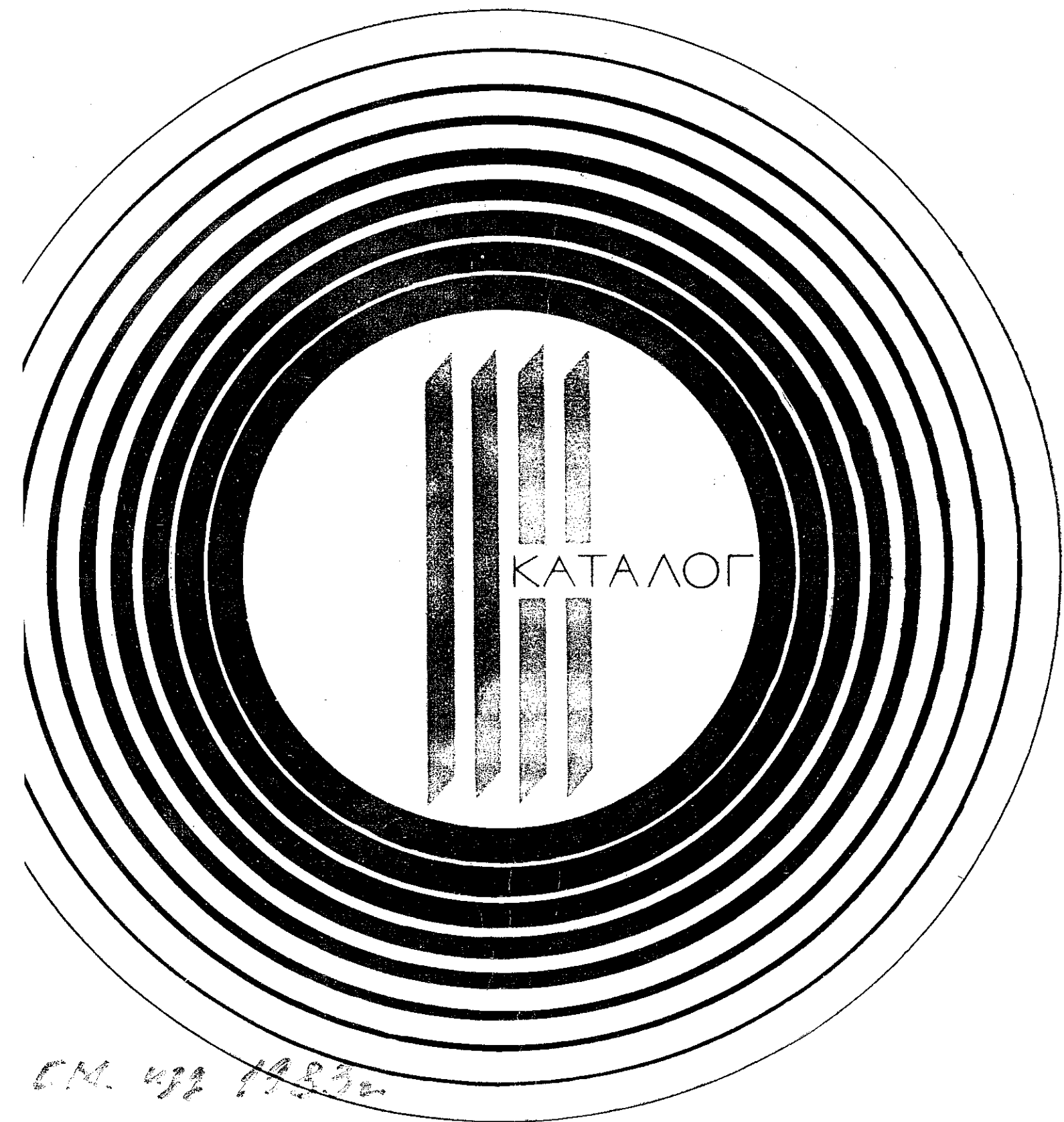


# пластинчатые теплообменники



СМ. 482 1983г.

ЗАМЕЧЕННАЯ ОПЕЧАТКА

Стр.	Колонка	Раздел	Строка	Напечатано	Должно быть
56	Правая	"Конструктивный расчет"	13-14-я сверху (п. 4)	$\dots F_{n_1} =$ $\dots F_{n_2} =$	$\dots F_{п_1}$ $\dots F_{п_2}$

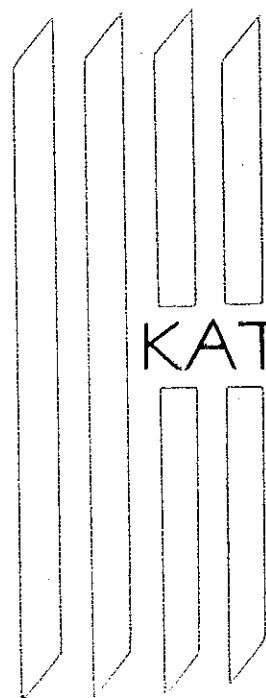
Заказ 2063/5217. Тираж 4500 экз.

УКРАИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ  
ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

**УКРНХИММАШ**

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ХИМИЧЕСКОМУ  
И НЕФТЯНОМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ

**Каталог взаимного теплообменника**



**КАТАЛОГ**

*(Издание второе, исправленное  
и дополненное)*

**Срок ввода в действие— 1 января 1975 г.**

**ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ**  
Москва 1974

В каталоге содержатся сведения о пластинчатых теплообменниках, серийно изготавливаемых заводами химического машиностроения.

Каталог предназначен для инженерно-технических работников проектных организаций, проектирующих предприятия, на которых применяют пластинчатые теплообменники, предприятий, изготавливающих эти теплообменники, а также работников плановых и сбытовых организаций.

Замечания по каталогу следует направлять по адресу: 310126, Харьков, Райсоветский пер., 2, УкрНИИхиммаш.

Составители Л. М. КОВАЛЕНКО, П. Е. МАНЖАЛЕИ

и И. Ф. ШИРОБОКОВ

## Введение

В каталоге приведены наименование, назначение, область применения, технические характеристики, краткое описание конструкций и принципа действия пластинчатых теплообменников, а также чертежи общих видов с габаритными и присоединительными размерами. Кроме того, в приложении I дан перечень формул для тепловых и гидромеханических расчетов пластинчатых теплообменников, пример расчета и выбора оптимального пластинчатого теплообменника.

Пластинчатые теплообменники применяют в химической, пищевой, нефте- и газоперерабатывающей, микробиологической и других отраслях промышленности, а также в силовых установках на транспорте.

Современные пластинчатые теплообменники — эффективный вид теплообменного оборудования. В теплообменниках использованы сложные формы теплопередающих поверхностей и образуемых ими каналов, в которых поток рабочей среды подвергается искусственной турбулизации при сравнительно малых затратах энергии; предусмотрены определяющие размеры каналов для рабочих сред и различные варианты оптимальной компоновки этих каналов. Разборку и сборку аппаратов можно осуществлять быстро при минимальных затратах труда на очистку теплопередающих поверхностей от загрязнений. Широко использованы коррозионностойкие материалы (титан, хромоникелевые стали, сплавы цветных металлов, защитные цинковые покрытия). При ремонте аппаратов не требуются большие затраты труда.

Пластинчатые теплообменники — аппараты, поверхность теплообмена которых образована из набора тонких штампованных теплопередающих пластин с гофрированной поверхностью. Теплообменники различают по степени доступности для механи-

ческой очистки и осмотра поверхности теплообмена. У разборных теплообменников пластины отделены одна от другой прокладками; у полуразборных — пластины попарно сварены и доступ к поверхности теплообмена возможен только со стороны хода одной из рабочих сред; у неразборных теплообменников пластины сварные.

Пластинчатые теплообменники — рекуперативные, они предназначены для передачи тепла от горячей рабочей среды к холодной через теплопередающую поверхность. Поверхность теплообмена разборных теплообменников 2—400 м<sup>2</sup> в одном аппарате, а сварных — 20—600 м<sup>2</sup>.

Для выбора теплообменника необходимо по имеющимся исходным данным (см. табл. 1—4) подобрать материал и тип пластин и произвести тепловой и гидромеханический расчеты теплообменника. По результатам расчета из табл. 5—30 следует выбрать требуемый типоразмер аппарата. В этих же таблицах приведены габаритные, присоединительные размеры и вес (масса) аппаратов. Затем надо составить условное обозначение теплообменника.

Опросный лист (см. приложение III) с исходными данными и результатами расчета и выбора теплообменника направляют на заключение в УкрНИИхиммаш.

Опросный лист с заключением УкрНИИхиммаша является основным документом при оформлении наряд-заказа и договора на поставку теплообменника. Оформление наряд-заказа и договора с заводом-изготовителем осуществляют в установленном порядке.

При отсутствии в настоящем каталоге сведений о пластинчатом теплообменнике необходимого типоразмера заказчик должен составить техническое задание и направить его в УкрНИИхиммаш на разработку.

## Общие сведения

Пластинчатые теплообменники разборные и полуразборные — аппараты общего применения; они предназначены для работы при давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  ( $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочей среды от  $-30^\circ\text{C}$  до  $120-180^\circ\text{C}$ . Сварные пластинчатые теплообменники могут работать при давлении до  $40 \text{ кг/см}^2$  ( $4 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочей среды от  $-150$  до  $+400^\circ\text{C}$ .

Теплообменники можно применять для охлаждения и подогрева, в качестве рекуператоров тепла, конденсаторов, дефлегматоров, а также для теплообмена между двумя, тремя и большим количеством рабочих сред в компактных аппаратах с минимальной теплопередающей поверхностью. Такие аппараты пригодны для теплообмена с двух- и трехфазными рабочими средами.

В пластинчатых теплообменниках можно осуществлять теплообмен между рабочими средами жидкость — жидкость, пар — жидкость, пар + газ — жидкость, газ — жидкость, газ — газ. Разборные теплообменники могут работать с рабочими средами, в которых размер твердых частиц не превышает  $4 \text{ мм}$ .

При отложении загрязнений на теплопередающих поверхностях можно периодически переключать каналы на такие рабочие среды, которые очищают поверхности от загрязнений без разборки аппарата.

Пластинчатые теплообменники наиболее эффективны при работе со средами малой вязкости, а также с высоковязкими растворами вязкостью до  $60 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Сварные пластинчатые теплообменники предназначены для работы с рабочими средами, не образующими на теплопередающих поверхностях трудно растворимых загрязнений, которые не поддаются химической промывке.

Теплопередающие пластины разборных теплообменников имеют по контуру паз, в котором закреплены уплотнительные прокладки из резины специальных теплостойких марок. Пластины устанавливаются на раму теплообменника, которая состоит из несущих штанг, подвижных и неподвижных плит с зажимным устройством. Неподвижная плита обычно прикреплена к полу, подвижная — на скобе подвешена к верхней штанге и может перемещаться по ней. На плитах имеются штуцера для присоединения технологических трубопроводов.

На неподвижной плите штуцера съемные; их можно устанавливать в верхнем или нижнем положении.

При однопакетной компоновке пластин допускается установка всех четырех штуцеров на неподвижной плите.

На теплообменнике может быть установлено более четырех штуцеров, например, при необходимости отвода неконденсировавшихся газов, слива продуктов и др.

В каталоге приведено описание теплообменников консольного типа (исполнение I), на двухопорной раме (исполнение II), на трехопорной раме с неподвижной опорой в середине рамы (исполнение III) и конденсаторов на двухопорной раме с

промежуточной плитой (исполнение IV), теплообменников и конденсаторов на двухконсольной раме (исполнение IV-A) — см. табл. 2.

Конденсаторы имеют однопакетную компоновку пластин по стороне хода пара. Теплообменники с промежуточными плитами могут быть многопоточными, т. е. могут работать с двумя рабочими средами и более.

Основная деталь разборного пластинчатого теплообменника — гофрированная штампованная пластина.

В каналах, составленных из пластин, имеются точки опоры, что позволяет выдерживать разность давлений по обе стороны пластины, а также повышенное внутреннее давление в каналах.

Группа пластин, образующая систему каналов, в которых рабочая среда движется только в одном направлении, составляет пакет.

Один или несколько пакетов, сжатых между неподвижной и подвижной плитой, называют секцией. Пластины располагают в пакете одна относительно другой под углом  $180^\circ$ , причем все резиновые прокладки обращены в сторону подвижной плиты. В каждой пластине по углам имеются четыре отверстия для прохода рабочих сред. Промежуточные и концевые пластины могут иметь одно, два или три отверстия, количество которых определяют в соответствии со схемой компоновки пластин в теплообменнике.

Каждая пластина омывается двумя рабочими средами: с одной стороны — охлаждаемой, а с другой — нагреваемой, в результате чего между средами происходит теплообмен. Среда, протекающая попеременно по гофрам, турбулизуется, что способствует усилению теплообмена.

Пространственная схема движения рабочих сред в однопакетном пластинчатом теплообменнике приведена на рис. 1.

Расчет показывает, что при формах и размерах гофров, принятых для промышленных пластинчатых теплообменников, уже при  $Re \geq 50-200$  стабилизация потока нарушается. Нарушение стабилизации пограничного подслоя способствует повышению интенсивности теплоотдачи.

При определенной компоновке пластинчатых разборных теплообменников можно получить оптимальное количество каналов в пакете и пакетов в секции для каждой рабочей среды.

Компоновку готового теплообменника можно изменить в соответствии с конкретным количеством каждой рабочей среды, имеющимся напором и заданным тепловым режимом. В таком случае гидромеханическую характеристику теплообменника можно приблизить к оптимальной.

Компоновку пластин в аппарате и направление движения рабочих сред изображают на схемах, составляемых в соответствии с тепловым и гидромеханическим расчетами. Схему простейшего пластинчатого теплообменника (см. рис. 1), состоящего из пяти пластин, формирующих по два параллельных канала для каждой рабочей среды, условно обозначают дробью  $S_x \frac{2}{2}$ .

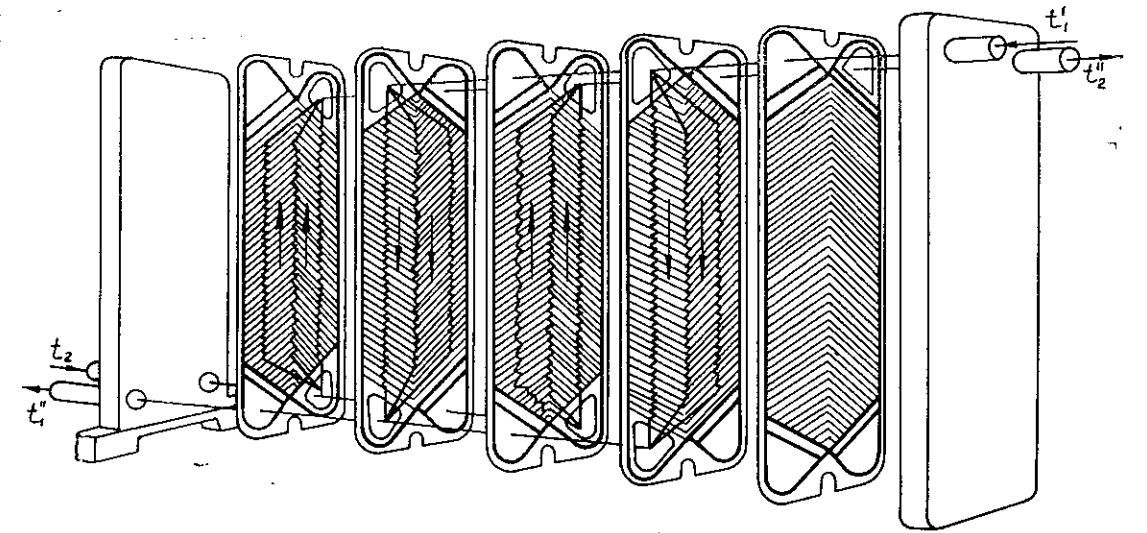


Рис. 1. Пространственная схема движения рабочих сред в однопакетном пластинчатом теплообменнике

Теплообменные аппараты промышленного назначения имеют более сложные схемы компоновки каналов и теплопередающих поверхностей, например:

$$S_x \frac{20+20+20+20+20}{21+20+20+20+20}$$

Количество чисел, приведенных в числителе, соответствует количеству последовательно соединенных пакетов (ходов) для охлаждаемой среды; знак + обозначает последовательное соединение; значение каждого числа (20) — количество параллельных межпластинных каналов в каждом пакете. В знаменателе приведены аналогичные условные обозначения для нагреваемой рабочей среды. Вертикальные стрелки показывают направление движения каждой рабочей среды в пакетах, горизонтальные стрелки — во всем аппарате.

В общем случае схема компоновки пластин обозначается:

$$\frac{m_1' + m_1'' + m_1''' \dots m_1^k}{m_2' + m_2'' + m_2''' \dots m_2^p}$$

$m_1$  — количество каналов в пакете для охлаждаемой среды;

$k$  — количество последовательно включенных пакетов (ходов) в аппарате для охлаждаемой среды;

$m_2$  — количество каналов в пакете для нагреваемой среды;

$p$  — количество последовательно включенных пакетов в аппарате для нагреваемой среды.

Общее количество пластин в аппарате можно определить сложением числа каналов для охлаждаемой и нагреваемой рабочих сред в теплообменниках:  $n = \sum m_1 + \sum m_2 + 1$  — без промежуточной плиты;  $n = \sum m_1 + \sum m_2 + 2$  — с промежуточной плитой.

Дополнительный канал по стороне хода нагреваемой рабочей среды в пакете, расположенном в начале либо в конце аппарата (в знаменателе дроби (см. пример выше) вместо числа 20 указано число 21), предназначен для охлаждения каналов, примыкающих к плитам рамы. Это позволяет за счет охлаждаемых каналов, расположенных в начале и в

конце аппарата, обеспечить тепловую защиту рамы и окружающей среды и эксплуатировать пластинчатые теплообменники без специальной тепловой изоляции аппарата.

На рис. 2 приведена схема компоновки пластин в два симметричных пакета для охлаждаемой и нагреваемой рабочих сред, т. е. при одинаковом количестве каналов в каждом пакете для каждой рабочей среды. Пластины для каждой рабочей среды можно компоновать и в других вариантах.

Рабочая среда через входной штуцер поступает в продольный коллектор, образуемый угловыми отверстиями и прокладками сжатых в пакет пластин, и движется по нему до пластины с непросеченным угловым отверстием. Из коллектора рабочая среда проходит в межпластинные каналы через участки, на которых отсутствуют уплотнительные прокладки. Эти участки в каждом коллекторе расположены через одну пластину, благодаря чему образуется система горячих и холодных каналов. Пройдя межпластинные каналы, рабочая среда (жидкость) скапливается в противоположном коллекторе.

При заданном расходе жидкости, проходящей через аппарат, можно установить требуемую скорость движения ее по межпластинным каналам. Оптимальная скорость достигается за счет уменьшения (или увеличения) числа каналов в пакете.

Пакет всегда ограничен пластиной, имеющей неполное количество угловых отверстий (пластины 4, 5 и 6 на рис. 2). Такие пластины называют граничными. Существует конструктивный вариант компоновки пластин, в котором пластины 4 и 6 имеют полное количество угловых отверстий, однако граничная пластина 5 всегда имеет непросеченное отверстие. Из первого пакета жидкость направляется по противоположному коллектору вдоль теплообменника до очередной граничной пластины, после чего распределяется по каналам второго пакета в направлении, противоположном ее движению в первом пакете.

Рабочие среды движутся в аппарате, как правило, противотоком.

Если расход одной рабочей среды значительно отличается от расхода другой среды, то для сохранения одинаковых гидравлических сопротивлений

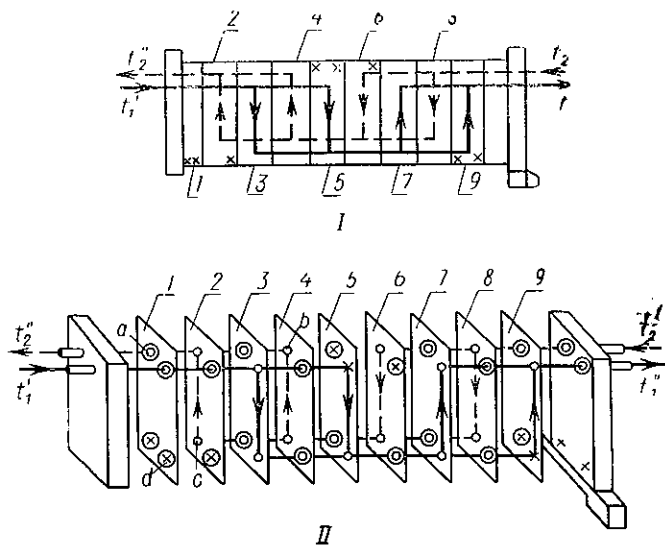


Рис. 2. Компоновка пластин в два симметричных пакета по схеме  $Sx \frac{2+2}{2+2}$ :

I — 1-9 — нумерация каналов; II — 1-9 — нумерация пластин; а — отверстие с уплотнительным резиновым кольцом; в — непросеченное место для отверстия без уплотнительного резинового кольца; с — отверстие без уплотнительного резинового кольца; d — непросеченное место для отверстия с уплотнительным резиновым кольцом

по стороне хода каждой среды и обеспечения оптимальных коэффициентов теплоотдачи применяют несимметричные схемы компоновок пластин (рис. 3). В этих схемах количество каналов в пакетах для первой и второй рабочих сред неодинаково.

При соответствующей компоновке пластин и использовании различных просечек угловых отверстий

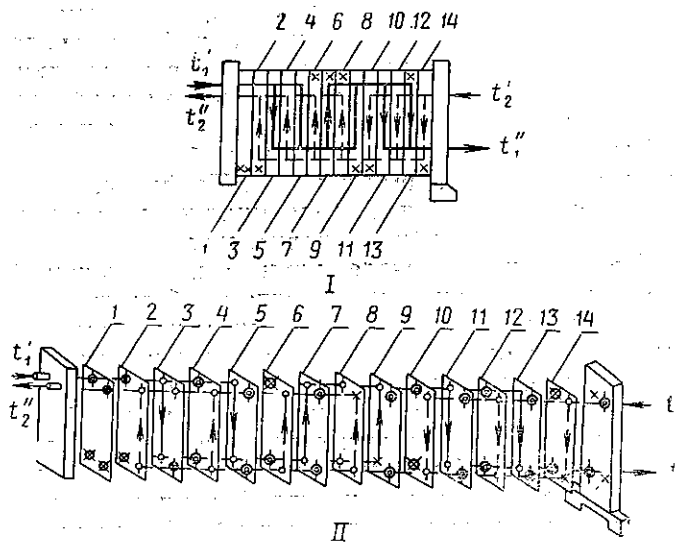


Рис. 3. Компоновка пластин в три пакета для горячей среды и в два пакета для холодной среды по схеме  $Sx \frac{2+2+2}{4+3}$

I — 1-14 — нумерация каналов; II — 1-14 — нумерация пластин

на них можно получить многосекционный аппарат (рис. 4). В нем теплообмен между одной рабочей средой и двумя другими рабочими средами происходит по зонам.

Для первой и третьей рабочих сред имеется четыре канала (по два для каждой среды); для второй рабочей среды — четыре канала.

Для конденсации паров из смеси при наличии в паре несконденсировавшихся газов применяют схему компоновки  $Sx \frac{m_1+m_1}{m_2}$  (рис. 5). Парогазовая смесь в пакете  $m_1'$  (каналы 8, 6) охлаждается и из нее выделяется конденсирующаяся фаза в виде жидкости. Несконденсировавшиеся газы из нижнего коллектора попадают в пакет  $m_1''$  (каналы 4, 2), охлаждаются в нем и отводятся через верхний штуцер на подвижной плите. Охлаждающая вода движется по каналам 1, 3, 5, 7, 9, скомпонованным в виде одного пакета  $m_2$ . Четыре штуцера расположены на неподвижной плите. Такие конденсаторы парогазовых смесей работают с более высоким коэффициентом теплопередачи, чем стандартные кожухотрубчатые конденсаторы.

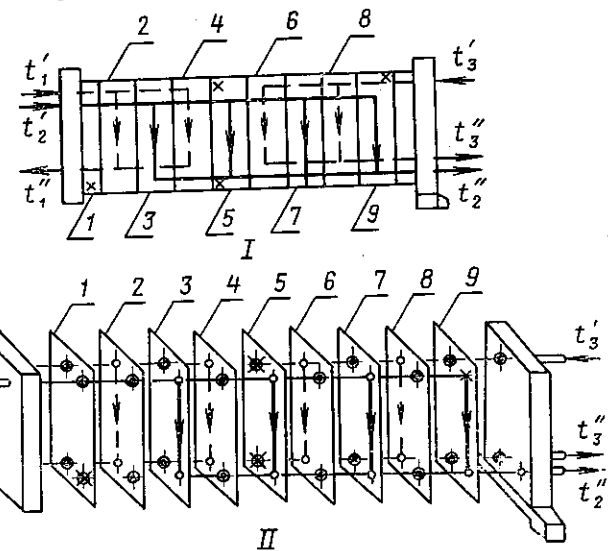


Рис. 4. Компоновка пластин для трех рабочих сред по схеме  $Sx \frac{2:2}{4}$ :

I — 1-9 — нумерация каналов; II — 1-9 — нумерация пластин

По расположению проходных отверстий для каждой рабочей среды различают пластины с диагональным расположением отверстий (пластины 0,5 с гофрами в «елку», приведенные на рис. 5) и с односторонним расположением отверстий (все остальные типы, приведенные на рис. 2, 3 и 4).

На рис. 6 приведено параллельное однопакетное соединение пластин с диагональным расположением проходных отверстий.

Для каждой рабочей среды имеется четыре канала. После сборки пластин образуются две системы каналов, изолированных одна от другой. Каждая система соединена с двумя угловыми отверстиями. Каналы обеих систем в пакете чередуются. Для этого пакет необходимо набирать из левых и правых пластин, отличающихся одна от другой расположением уплотнительных прокладок. Общий вид левой и правой пластин с односторонним направлением потока приведен на рис. 7.

В левой пластине поток первой рабочей среды входит в межпластинное пространство через верхнее или нижнее левое угловое отверстие, а выходит через другое отверстие. Правые отверстия изолированы от потока первой рабочей среды уплотнительной прокладкой.

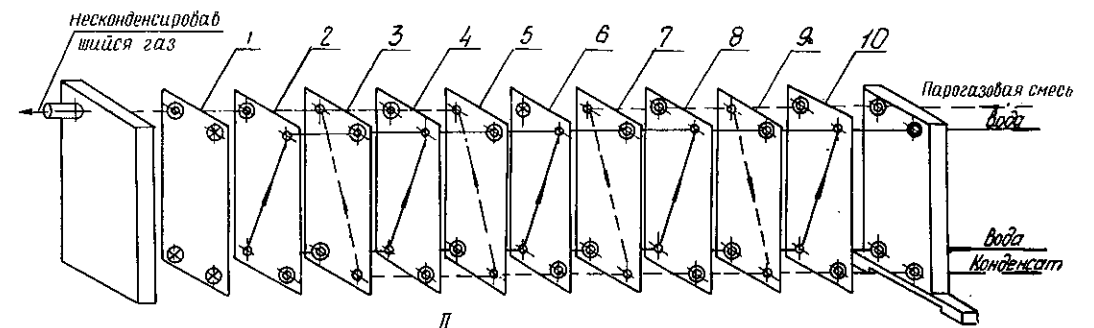
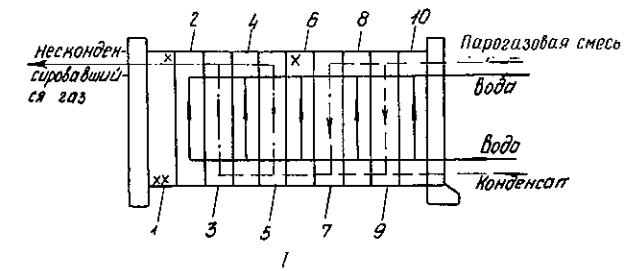


Рис. 5. Компоновка пластин в конденсаторе с пакетом для охлаждения несконденсировавшихся газов по схеме  $Sx \frac{m_1'+m_1''}{m_2}$  с диагональным расположением проходных отверстий:

I — 1-10 — нумерация каналов; II — 1-10 — нумерация пластин

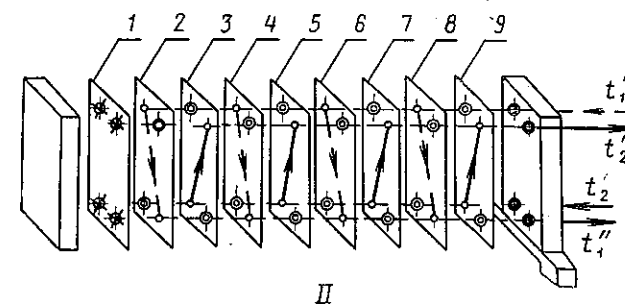
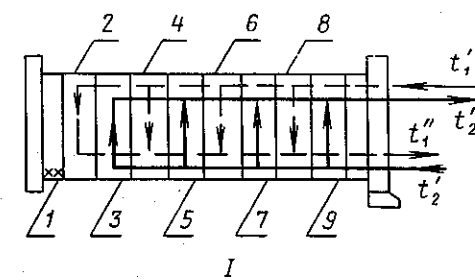


Рис. 6. Компоновка пластин типа 0,5E по схеме  $\frac{4}{4}$  с диагональным расположением отверстий и с выводом всех штуцеров на неподвижную плиту: I — 1-9 — нумерация каналов; II — 1-9 — нумерация пластин

Правые и левые пластины чередуются в пакете, а расположение большой и малой прокладок обеспечивает чередование каналов для потока горячей и холодной рабочих сред. При сборке пакетов все правые пластины располагают относительно левых под углом  $180^\circ$  в плоскости пластины.

Если большая уплотнительная прокладка охватывает два угловых отверстия, расположенных по диагонали пластины, то общее направление потока при движении жидкости в межпластинном канале будет диагональным (см. рис. 6).

Равномерно распределенное значительное гидравлическое сопротивление гофрированной части

межпластинного канала способствует выравниванию скорости потока. Поэтому оба варианта пластин (с односторонним и диагональным направлениями потока) практически равноценны.

При использовании пластин с односторонним направлением потока штуцера (входа и выхода) для первой рабочей среды расположены по одну сторону аппарата, а для второй рабочей среды — по другую сторону. При четной компоновке пакетов в секции оба штуцера расположены сверху или внизу, при нечетной компоновке — один сверху, а второй внизу.

При использовании пластин с диагональным направлением потока рабочая среда направляется с одной стороны аппарата к другой (см. рис. 6). Если количество пакетов в секции по линии движения потока рабочей среды четное, то штуцера входа среды

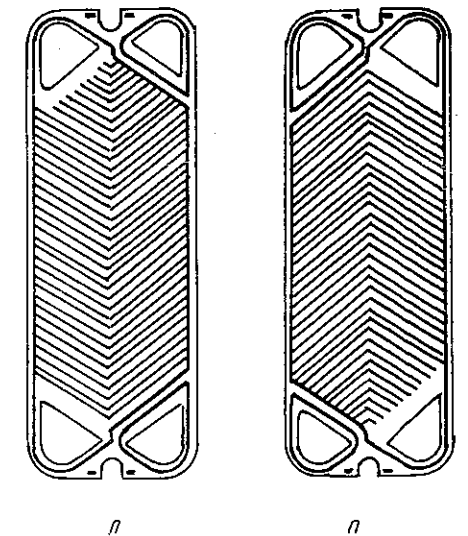


Рис. 7. Схема пластин с односторонним расположением проходных отверстий:

л — левая пластина; п — правая пластина

в аппарат и выхода из него расположены с одной стороны вдоль аппарата (рис. 8) (компоновка пластин типа 0,5Е с гофрами в «елку»). При нечетном количестве пакетов в секции штуцера входа и выхода расположены с разных сторон аппарата (см. рис. 6).

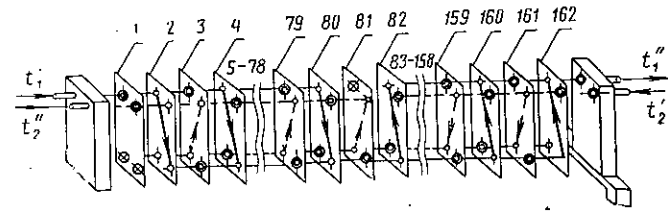


Рис. 8. Схема компоновки пластин при большом их количестве в аппарате, например, по схеме Сх 40+40/41+40  
1 — 162 — нумерация пластин

При заданном расходе рабочих сред, проходящих через теплообменник, в зависимости от схемы компоновки пластин изменяются скорости движения сред в межпластинных каналах. Следовательно, имеется возможность регулировать гидравлическое сопротивление и коэффициент теплопередачи в аппарате. В каждом случае при составлении схем компоновок пластин необходимо рассчитать оптимальную схему.

Тепловые и гидравлические расчеты проводят в соответствии с РТМ 26-01-36—70 «Теплообменники пластинчатые. Методы тепловых и гидромеханических расчетов». УкрНИИхиммаш, 1970.

В Приложении I приведен перечень формул, рекомендуемых для расчета пластинчатых теплообменных аппаратов, и пример расчета и выбора оптимального пластинчатого теплообменника.

Техническая характеристика и основные параметры пластинчатых теплообменников определяют

Таблица 1

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Показатель	Типы пластин											
	0,5Е	0,5М	0,5Г	0,63	0,3	0,2К	0,8	1,2	0,5×2	0,3П	0,1П	
Рабочая среда	Жидкая и парообразная					Высоковязкая и парообразная	Жидкая и газообразная		Жидкая, парообразная и газообразная			
Конструкция	Разборные					Сварные		Полуразборные				
Расход среды (не более), м³/ч	Жидкость	120	150	100	200	50	5 (высоковязкая)	250	300	200	30	10
	Газ	1500	2500	1000	3500	900	600	4500	7000	3000 (пар или газ)	5000 (пар или газ)	1000
Размеры пластины (длина × ширина), мм	1370 × 500	1380 × 550	1370 × 500	1375 × 660	1370 × 300	650 × 650	1370 × 640	1932 × 640	1380 × 640	Круглая диам. 626	900 × 160	
Поверхность теплообмена пластины, м²	0,5	0,5	0,5	0,63	0,3	0,2	0,8	1,2	0,5	0,3	0,1	
Поверхность теплообмена аппарата, м²	10—160	10—320	31,5—100	10—400	3—50	2—25	20—320	60—600	100—300	10—50	0,4—10	
Расчетное давление, кг/см² (Мн/м²)	до 10 (до 1)	до 6 (до 0,6)	до 6 (до 0,6)	до 10 (до 1)	до 10 (до 1)	до 16 (до 1,6)	до 25 (до 2,5)	до 40 (до 4)	до 16 (до 1,6)	до 16 (до 1,6)	до 16 (до 1,6)	
Эквивалентный диаметр канала, м	0,008	0,0096	0,0091	0,0074	0,008	0,0076	0,0093	0,0115	0,0096	0,0156	0,00885	
Площадь поперечного сечения канала, м²	0,0018	0,0024	0,002	0,00262	0,0011	0,0016	0,0033	0,00368	0,00288	0,00346	0,00064	
Приведенная длина канала, м	1,15	1	1,18	0,893	1,12	0,45	1,13	1,91	0,836	0,7	0,8	
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	150	150	100	200	65	100 и 150	250 и 300	до 800	200 и 300	65 и 40 (для жидкости); 200 и 400 (для газа)		

ся, в основном, конструкцией и размерами применяемых пластин и свойствами материалов, из которых они изготовлены.

В табл. 1 приведены типы пластин и изготавливаемых на их базе теплообменных поверхностей аппаратов.

В табл. 2 приведено конструктивное исполнение теплообменников.

По требованию заказчика пластины могут быть изготовлены из следующих черных, цветных металлов и сплавов: углеродистой оцинкованной стали 08 кп (ГОСТ 14918—69); углеродистой стали 08 кп (ГОСТ 1050—60), коррозионностойких сталей 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 06ХН28МДТ и Х18АН5 (ГОСТ 5632—72), титанового сплава ВТ1-00 (АМТУ 475-1—67), алюминия

стины, а также принятые в каталоге цифровые обозначения пластин¹.

В табл. 4 приведена характеристика прокладочного материала для пластин теплообменников и дано цифровое обозначение прокладок.

Прокладки приклеены к пластине клеем ГЭН-150 (в) ТУП 150-58 для работы с высоковязкими (масла) и агрессивными средами рабочей температурой от —70 до +150°С и для кратковременной работы при рабочей температуре +200°С. Для работы с водой и малоагрессивными средами рабочей температурой до 90°С применяют клей БЦС-78 (ТУ 38-5-227—67). Для силиконовых резин может быть применен только клей КТ-30. Для работы с водой рабочей температурой до 70°С (при ремонтных работах) применяют клей 88-Н (МРТУ 38-5-880—66).

Таблица 2

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Конструктивное исполнение	Тип теплообменника										
	Разборный			Сварной				Полуразборный			
	Тип пластины и поверхность теплообмена (м²)										
	0,5Е	0,5М	0,5Г	0,63	0,3	0,2К	0,8 (блочные)	1,2 (цельносварные)	0,5×2	0,3П	0,1П
	Поверхность теплообмена аппарата, м²										
I. На консольной раме	10; 12,5; 16; 20; 25	10; 12,5; 16; 20; 25	—	10; 12,5; 16; 20; 25	3; 4; 5; 6,3; 8; 10	—	20; 40; 60	—	—	10; 15; 20; 25; 31,5; 40; 50	0,4; 1; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6,3; 8; 10
II. На двухпортовой раме	31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 110; 125; 140; 150; 160	31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 110; 125; 140; 150; 160	31,5; 40; 50; 63; 80; 100	31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 110; 125; 140; 150; 160	12,5; 16; 20; 25	2; 3; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	80; 100; 120; 140; 160	60; 120; 180; 240; 300; 360; 480; 600	—	—	—
III. На трехпортовой раме	—	140; 150; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 300; 320	—	140; 160; 200; 220; 250; 280; 300; 320; 360; 400	31,5; 40; 50	—	120; 160; 200; 240; 280; 320	—	100; 120; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 300	—	—
IV. На двухпортовой раме с промежуточной плитой	100; 140	100; 140	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV-A. На двухконсольной раме	—	—	—	31,5; 40; 50; 63; 80; 100	12,5; 16; 20; 25	—	40—80*	—	—	—	—

\* По требованию заказчика теплообменники типа ТПБС с пластинами типа 0,8 на указанную поверхность теплообмена могут быть изготовлены на двухконсольной раме.

АМг-5 (АМТУ 443—59), мельхиора МНЖМц 30-0,8-1 (ГОСТ 492—52\*) и из других штампуемых металлов и сплавов.

В табл. 3 приведен перечень марок металлов и сплавов, из которых могут быть изготовлены пла-

¹ При оформлении заказа необходимо уточнить марку металла или сплава для штамповки пластин. Пластины сварных теплообменников могут быть изготовлены из металлов, имеющих обозначение 2—3—4—5 и 8. Сталь 08кп можно применять только для работы с нейтральными средами.

Таблица 3

Марка металла (или сплава)	Сталь							Титановый сплав	Алю- миний	Мельхиор
	08кп (одино- ванная)	12X18H10T	10X17H13M2T	10X17H13M3T	06XН28МДТ	X18AH6	08кп			
Обозначение пласти- ны	1	2	3	4	5*	6*	7	8*	9*	10*

\* Заказы на теплообменники с указанными пластинами оформляют после дополнительного согласования с заводом-изготовителем теплообменников.

Таблица 4

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОКЛАДОК ДЛЯ ПЛАСТИН

Обозначение прокладки	Марка и технические условия	Каучуковая основа	Рабочие среды	Темпера- тура рабочей среды в аппарате, °С	Обозначение прокладки	Марка и технические условия	Каучуковая основа	Рабочие среды	Темпера- тура рабочей среды в аппарате, °С
10	Резина СУ-359 (ТУ 38-10-5376— —72)	СКМС-30 и АРКМ-15 (бутадиен- метил-сти- рольный каучук)	Теплостойкая в воде и паре	От —30 до +140	14	Резина 51-3042 (ТУ 38-305-2—72)	СКЭПТ (этиленпро- пилендиено- вый каучук)	Уксусная кис- лота	До 118
			Разбавленные кислоты: соляная—азот- ная—до 28%	До 80				Уксусный ан- гидрид	До 90
			фосфор- ная — до 75%	До 90				Ацетальдегид	До 45
			растворы ми- неральных со- лей; алюми- ниатный ше- лол, гидролизат	До 120				Бутиловый спирт	До 120
							Пары воды с фурфуролом	До 150	
11	Резина 4326 (МРТУ 38-5-1166— —64. ТУ 38-10-5376— —72)	СКН-18 (бутадиен- нитрильный каучук)	Масло (бензо- стойкая среда), нефть, машин- ное масло, со- ляровое масло, керосин, бен- зин, дизельное топливо, фреон, метанол, мор- ская вода	От —30 до +100	15	Резина ИР-79 (ТР 51-20—617)	Пищевая (бутилкаучук)	Молоко, пище- вые жиры, ви- но, пиво и соки	До 120
12	Резина ИРП-1377 (ТУ 38-305-2—72)	СКЭП+ СКМС-10 (этиленпро- пиленовый и бутадиен- метил-сти- рольный каучук)	Повышенной теплостойко- сти: N-метил- пирроли- дон — ДМФА с парами во- ды	До 140	16	Резина ИРП-1401 (ВТР 30309)	СКТВ-1 (силиконо- вый каучук)	Повышенной теплостойкости: вода, молоко, пищевые жи- ры, пиво, ви- но и спирт	До 140
			пары воды с фурфуро- лом (5%)	До 150	17	Паронит* (ГОСТ 481—58)	Асбест, каучук и наполнитель	Агрессивные жидкости, пары и газы	До 300
			растворы минераль- ных солей	До 160	18	Резина ИРП-1225, ИРП-1287 (ТУ 6-07-6031—64, ВТР 20484)	СКФ-32 и СКФ-26 (фторирован- ный каучук)	Серная кислота 96%-ная	До 90
13	Резина 51-1481-2 (ТУ 38-305-2—72)	СКЭП (этиленпро- пиленовый каучук)	То же, что для резины ИРП-1377	То же, что для резины ИРП-1377				Керосин, бен- зин, техниче- ские масла, воздух, топливо Т-1	До 200
								Фенол, тетра- хлорэтан, хлор- бензол, фреон	До 100

\* Прокладки из паронита изготовляют после дополнительного согласования с заводом-изготовителем.

## Условное обозначение теплообменника

Первые буквы обозначают тип теплообменного аппарата: ТПР (теплообменник пластинчатый разборный), ТПБС (теплообменник пластинчатый блочный сварной), ТПС (теплообменник пластинчатый сварной), ТПП (теплообменник пластинчатый полуразборный); следующая цифра (с буквой или без буквы) — тип пластины; цифры после тире обозначают поверхность теплообмена аппарата, конструктивное исполнение, марку материала (металла или сплава) пластины и марку материала прокладки. Далее после условного обозначения приводится схема компоновки пластин.

Тип пластин, поверхность теплообмена, количество пластин в аппарате, размеры аппарата и вес (масса) приведены в табл. 5—30.

Пример условного обозначения пластинчатого разборного теплообменника:

пластинчатый разборный теплообменник (ТПР) с пластинами типа 0,5Е с гофрами в «елку», на расчетное давление до 10 кг/см<sup>2</sup> (до 1 Мн/м<sup>2</sup>), на консольной раме, поверхностью теплообмена 16 м<sup>2</sup>; материал пластин и патрубков — сталь 12Х18Н10Т; материал прокладки — теплостойкая резина СУ-359; схема компоновки  $\frac{4+4+4+4}{5+4+4+4}$ .

По каталогу принимают:

для пластин 0,5Е — величину поверхности теплообмена аппарата 16 м<sup>2</sup> (см. табл. 5); 1 — на консольной раме; обозначение марки металла для пластин (2) (см. табл. 3); индекс материала прокладки (10) (см. табл. 4).

Условное обозначение теплообменника будет иметь вид:

$$\text{ТПР } 0,5\text{E}-16-1-2-10; \text{ Сх } \frac{4+4+4+4}{5+4+4+4}$$

Комплект поставки. Теплообменники в сборе с секциями пластин, ослабленными против своего номинального положения. Запасные части.

По требованию заказчика могут быть поставлены контрольно-измерительные и регулирующие приборы, а также защитный кожух для пакетов пластин.

Заводы-изготовители: Уральский (г. Свердловск) и Павлоградский химического машиностроения.



## ТЕПЛООБМЕННИКИ ПЛАСТИНЧАТЫЕ РАЗБОРНЫЕ ТИПА ТПР

### Теплообменники с пластинами типа 0,5Е

Теплообменники — аппараты общего применения. Предназначены для работы с жидкими и паровыми средами (см. табл. 1). Работают при расчетном давлении до  $10 \text{ кг/см}^2$  (до  $1 \text{ Мн/м}^2$ ) — исполнения I и II, до  $6 \text{ кг/см}^2$  (до  $0,6 \text{ Мн/м}^2$ ) — исполнения II-A и IV\* и температуре рабочих сред от  $-30$  до  $+160^\circ\text{C}$  (в зависимости от марки резины для уплотнительных прокладок).

Общий вид пластины типа 0,5Е приведен на рис. 9.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

##### Пластина

Габаритные размеры (длина × ширина × толщина), мм	1370 × 500 × 1
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,5*
Вес (масса) пластины, кг	5,4
Целевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	16,2
Высота гофра, мм	4
Количество гофров	66
Эквивалентный диаметр канала, м	0,008
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,0018
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	0,9
Ширина канала, мм	450
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4
Приведенная длина канала, м	1,15
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,0173
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	150

\* Действительная поверхность теплообмена пластины 0,52 м<sup>2</sup>.

Пластины штампуют из листового металла (см. табл. 3). Гофры пластин имеют в сечении профиль равнобедренного треугольника основанием 14 мм, высотой 4 мм.

По контуру пластины расположен паз для резиновой уплотняющей прокладки.

Расположение угловых проходных отверстий в пластине диагональное. В правой пластине верхнее правое угловое отверстие не отделено двойной ре-

\* Теплообменники-конденсаторы с уплотнительными прокладками из резины марки ИРП-1225 могут работать при температуре рабочей среды до  $180^\circ\text{C}$  при указанном давлении.

зиновой прокладкой от внутренней поверхности пластины. При сборке аппарата вершины перегиба гофров на центральной оси симметрии правых пластин должны быть направлены вверх.

Угловые отверстия для прохода рабочих сред треугольные. Это обеспечивает снижение гидравлических сопротивлений на входе в канал и выходе из него, способствует уменьшению скорости отложения солей на этих участках и позволяет более рационально использовать всю площадь пластины для отдачи тепла.

Пластины подвешивают на скобах на верхнюю штангу. Нижняя штанга рамы, которая не несет на-

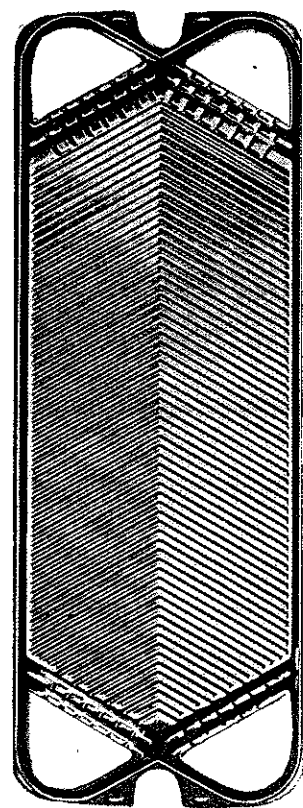
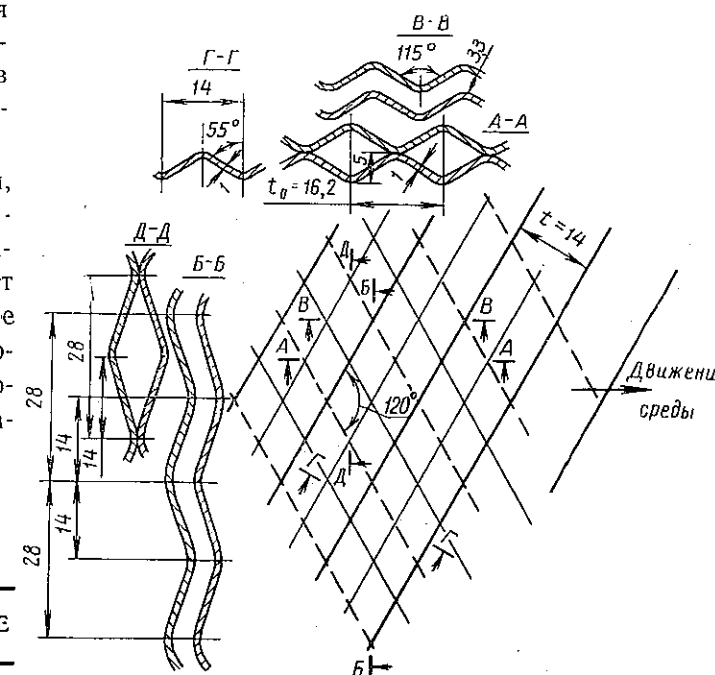


Рис. 9. Пластина типа 0,5Е с гофрами в «елку»

грузки от веса (массы) пластин, предназначена для фиксации их в заданном положении. Каждую пластину можно легко вынуть из пакета или вставить в него без снятия подвижной плиты и остальных пластин.

Между каждой парой пластин образуется канал, по которому протекает рабочая среда. Сечения, формы и размеры канала приведены на рис. 10. Каналы — сетчато-поточные. Жидкость в них совершает извилистое, пространственное, трехмерное движение и при этом турбулизуется. Суммарная площадь поперечного сечения межпластинных каналов постоянная во всех сечениях, перпендикулярных к направлению движения потока рабочей среды.

Рис. 10. Сечение канала, образуемого парой пластин типа 0,5Е



### Теплообменники на консольной раме (исполнение I)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 5 и на рис. 11 и 12.

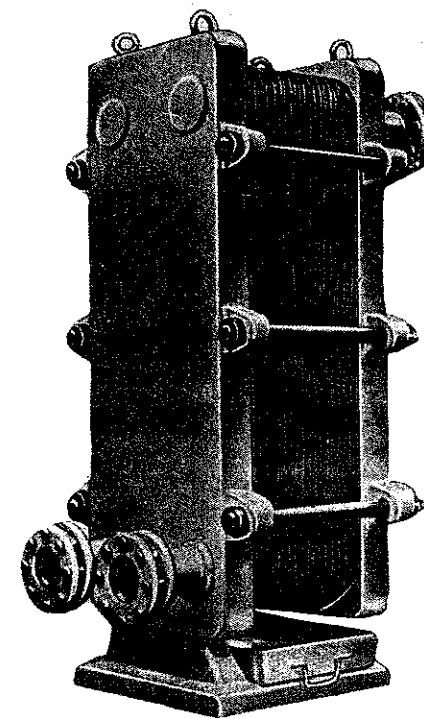


Рис. 11. Теплообменник с пластинами типа 0,5Е, установленными на консольной раме (исполнение I)

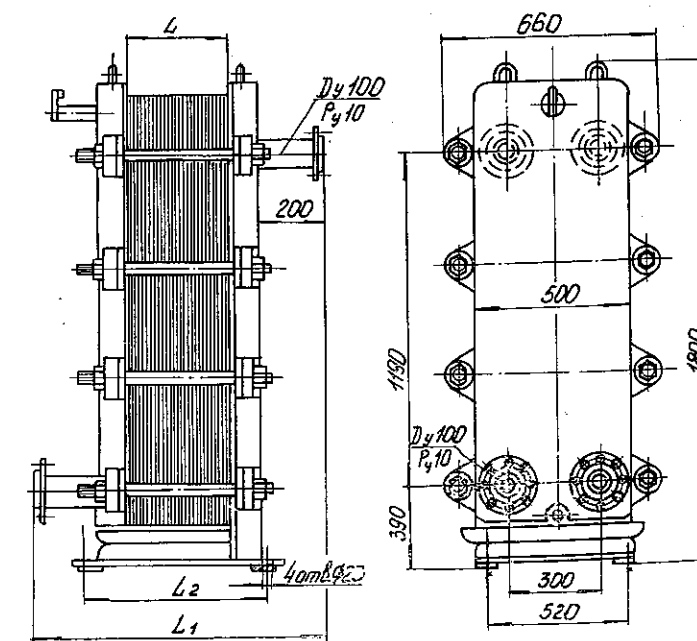


Рис. 12. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

Таблица 5

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L*	
0,5E	10	20	730		100	618
	12,5	24	760	500	140	645
	16	32	795		170	690
	20	40	835	570	210	750
	25	48	890		250	816

\* Здесь и далее размер L указан для предельно сжатого пакета пластин (отклонение размера допускается в пределах ±5%).

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами 0,5E из стали 10X17H13M2T, на консольной раме, поверхностью теплообмена 16 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{15}{16}$ :

ТПР 0,5E-16-I-3-10; Cx  $\frac{15}{16}$ .

### Теплообменники на двухопорной раме с дополнительными стяжками (исполнение II)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 6 и на рис. 13 и 14.

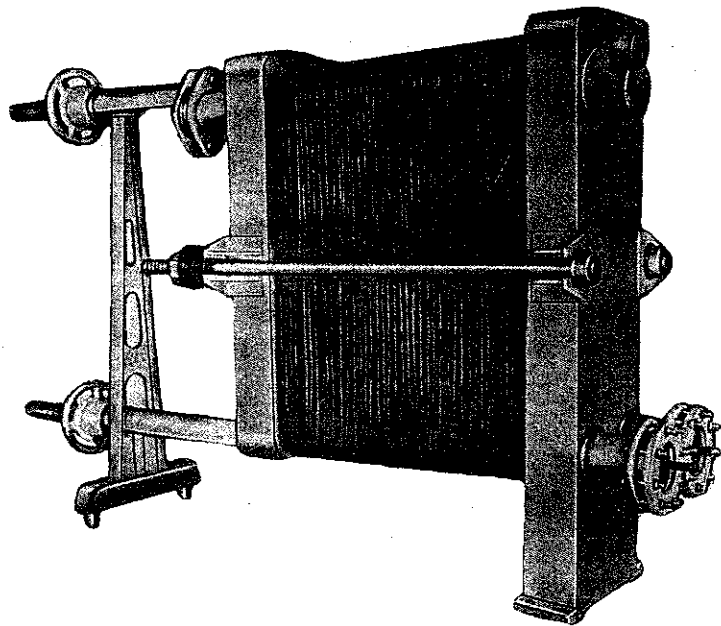


Рис. 13. Теплообменник с пластинами типа 0,5E, установленными на двухопорной раме с дополнительными стяжками (исполнение II)

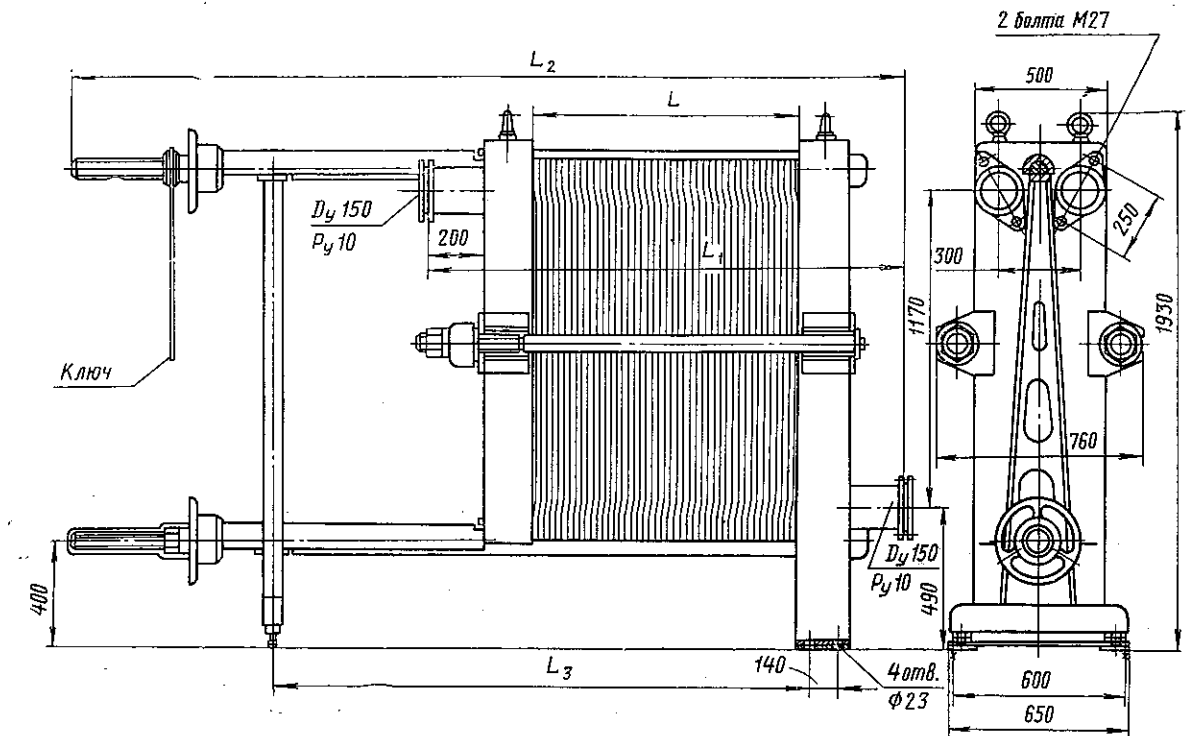


Рис. 14. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 6

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5E	31,5	62	300	1080	1850	1050	1385
	40	78	400	1180	2020	1180	1520
	50	98	500	1290	2310	1320	1690
	63	122	605	1385	2380	1470	1820
	80	154	810	1590	2840	1750	2110
	100	194	960	1740	3100	1950	2500
	110	212	1060	1890	3295	2090	2570
	125	242	1250	2030	3460	2330	2660
	140	270	1350	2190	3785	2490	2750
	150	290	1450	2290	3985	2650	2920
	160	310	1560	2340	4070	2750	3050

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами 0,5E из стали 10X17H13M2T, на двухопорной раме с дополнительными стяжками, поверхностью теплообмена 80 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки ПРП-1225, со схемой компоновки  $\frac{20+19+19+19}{21+19+19+19}$ :

ТПР 0,5E-80-II-3-18; Cx  $\frac{20+19+19+19}{21+19+19+19}$ .

**Теплообменники на двухопорной раме  
без дополнительных стяжек  
(исполнение II-A)**

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 7 и на рис. 15. Теплообменники работают при расчетном давлении до  $3 \text{ кг/см}^2$  (до  $0,3 \text{ Мн/м}^2$ ).

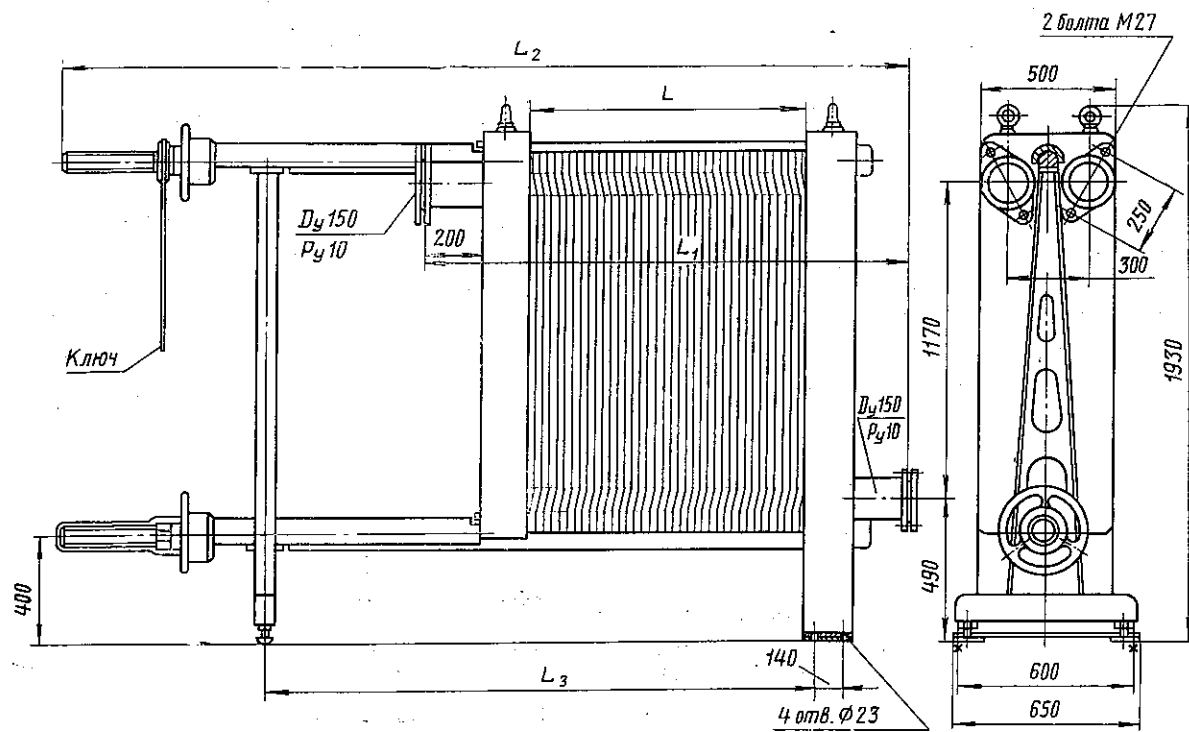


Рис. 15. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II-A)

Таблица 7

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5E	31,5	62	300	1080	1850	1050	1300
	40	78	400	1180	2020	1180	1450
	50	98	500	1290	2310	1320	1550
	63	122	605	1385	2380	1470	1680
	80	154	810	1590	2840	1750	1950
	100	194	960	1740	3100	1950	2190
	110	212	1060	1890	3295	2090	2320
	125	242	1250	2030	3460	2330	2530
	140	270	1350	2190	3785	2490	2740
	150	290	1450	2290	3985	2650	2800
160	310	1560	2340	4070	2750	2930	

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами 0,5E из стали 10X17H13M2T, на двухопорной раме без дополнительных стяжек, поверхностью теплообмена 140 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326, со схемой компоновки  $\frac{68+67}{68+68}$ :

ТПР 0,5E-140-II-A-3-11; Сх  $\frac{68+67}{68+68}$

**Двухсекционные теплообменники-конденсаторы  
с промежуточной плитой (исполнение IV)**

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 8 и на рис. 16 и 17. Теплообменники работают при расчетном давлении до  $6 \text{ кг/см}^2$  (до  $0,6 \text{ Мн/м}^2$ ).

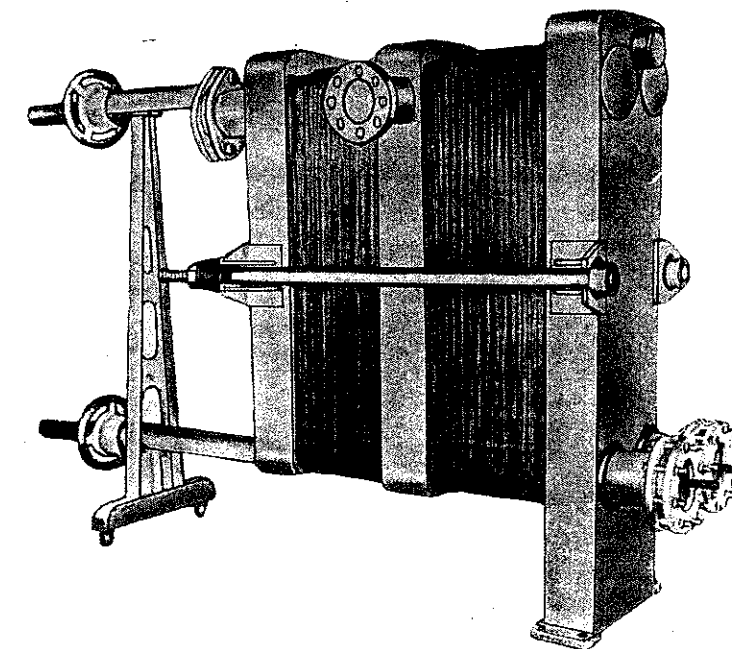


Рис. 16. Теплообменник-конденсатор с пластинами типа 0,5E на двухопорной раме с промежуточной плитой (исполнение IV)

# Теплообменники с пластинами типа 0,5М

(ГОСТ 15518—70)

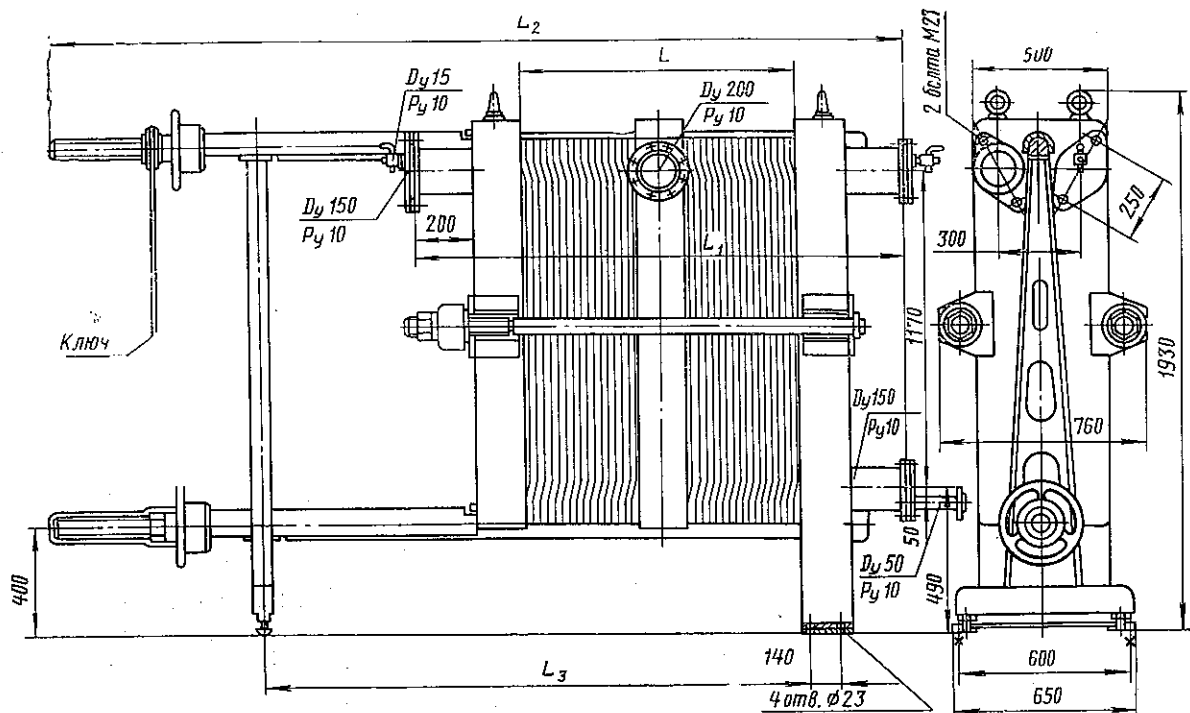


Рис. 17. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение IV)

Таблица 8

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5E	100	196	1180	1990	3235	2155	2630
	140	280	1600	2380	3810	3005	3210

Пример условного обозначения конденсатора с пластинами 0,5E из стали 12X18H10T, на двухпорной раме, с промежуточной плитой, поверхностью теплообмена 100 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки ИРП-1225, с несимметричной схемой компоновки (пар вводится через штуцер на промежуточной плите и распределяется по двум секциям)  $\frac{48 \parallel 48}{25+24+25+24}$ :

КПР 0,5E-100-IV-2-18; Сх  $\frac{48 \parallel 48}{25+24+25+24}$

В качестве конденсаторов могут быть использованы пластинчатые теплообменники других типоразмеров при однопакетной компоновке их по стороне хода пара. При однопакетной компоновке и по стороне хода воды все четыре штуцера удобнее установить на неподвижной плите, что облегчает разборку и сборку аппарата.

Конденсаторы поверхностью теплообмена 50 м<sup>2</sup> изготавливают без промежуточной плиты.

Теплообменники с пластинами типа 0,5М отличаются от теплообменников с пластинами других типов, в основном, материалом, из которого изготовлены поверхности теплообмена. В данном случае это трудноштампуемые металлы (титан, сплавы алюминия, мельхиор и др.). В этих аппаратах улучшена конструкция входных коллекторов. Поэтому их гидравлическое сопротивление при разных скоростях движения рабочей среды в канале намного меньше, а коэффициенты теплоотдачи наиболее высокие. Теплообменники работают при расчетном давлении до 6 кг/см<sup>2</sup> (до 0,6 Мн/м<sup>2</sup>) при температуре рабочей среды от -30 до +120°С (в зависимости от марки резины для уплотнительных прокладок). Их применяют для работы с жидкими и парообразными средами (см. табл. 1).

Общий вид пластины типа 0,5М приведен на рис. 18.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина×ширина× толщина), мм	1380×550×1
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,5
Вес (масса), кг	5,6
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	20,8
Высота гофра, мм	5
Количество гофров	48
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0096
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,0024
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	1
Ширина канала, мм	485
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	5
Приведенная длина канала, мм	1
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,017
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	150

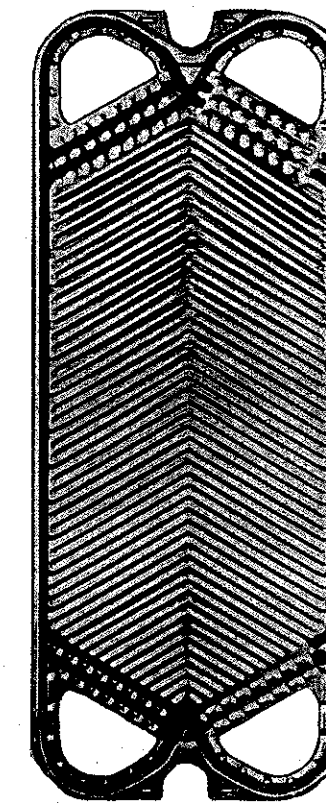
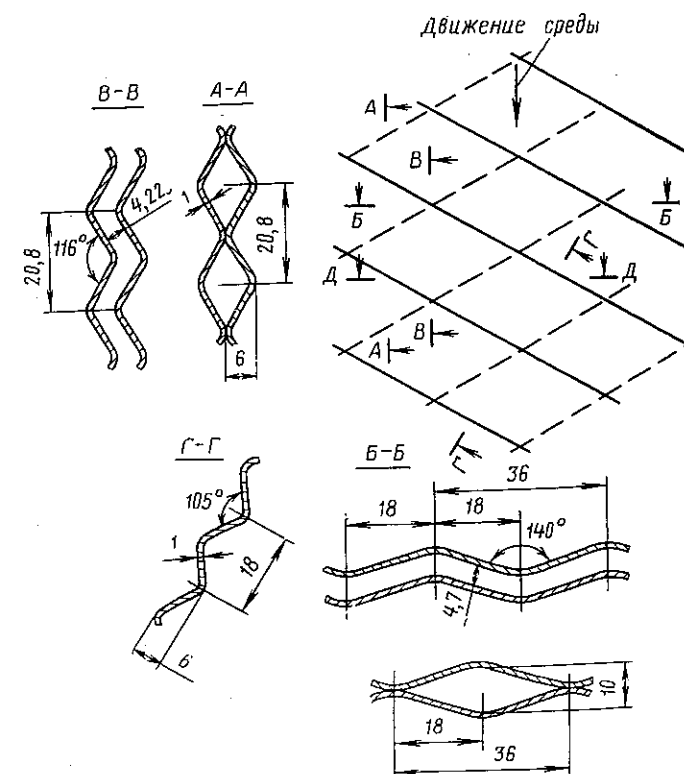


Рис. 18. Пластина типа 0,5М с гофрами в «елку»



Межпластинные каналы сетчато-поточные (рис. 19). Гидравлическое сопротивление их при одинаковой скорости движения рабочей среды на 50% меньше, чем у каналов пластин типа 0,5E.

По контуру пластины имеется паз для резиновой уплотнительной прокладки. Расположение угловых проходных отверстий в пластине одностороннее.

Рис. 19. Сечение канала, образуемого парой пластин типа 0,5М

## Теплообменники на консольной раме (исполнение I)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 9 и на рис. 20 и 21.

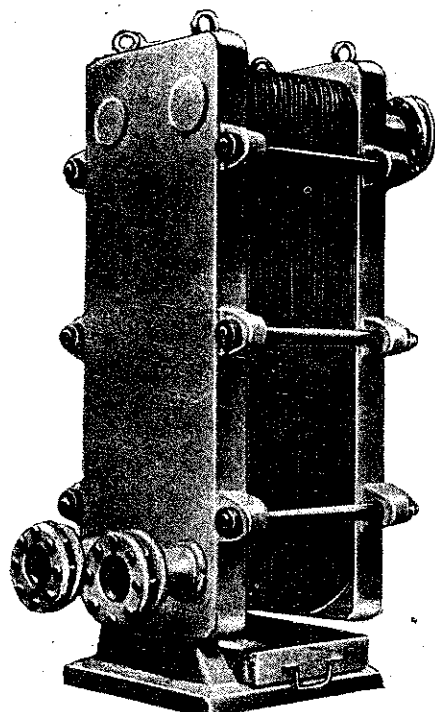


Рис. 20. Теплообменник с пластинами типа 0,5М, установленными на консольной раме (исполнение I)

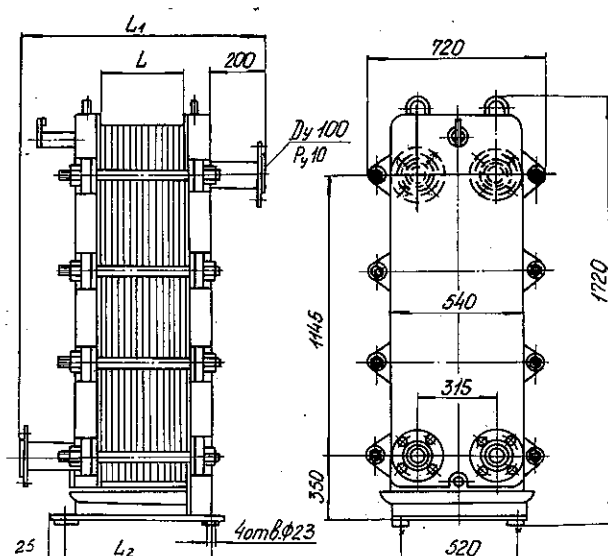


Рис. 21. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

Таблица 9

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	
0,5М	10	22	130		735	615
	12,5	28	170	500	770	652
	16	34	200		795	695
	20	42	250	570	855	750
	25	52	310		915	800

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,5М из стали 10Х17Н13М2Т, на консольной раме, поверхностью теплообмена 16 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{16}{17}$ :

ТПР 0,5М-16-1-3-10; Сх  $\frac{16}{17}$ .

## Теплообменники на двухопорной раме (исполнение II)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 10 и на рис. 22 и 23.

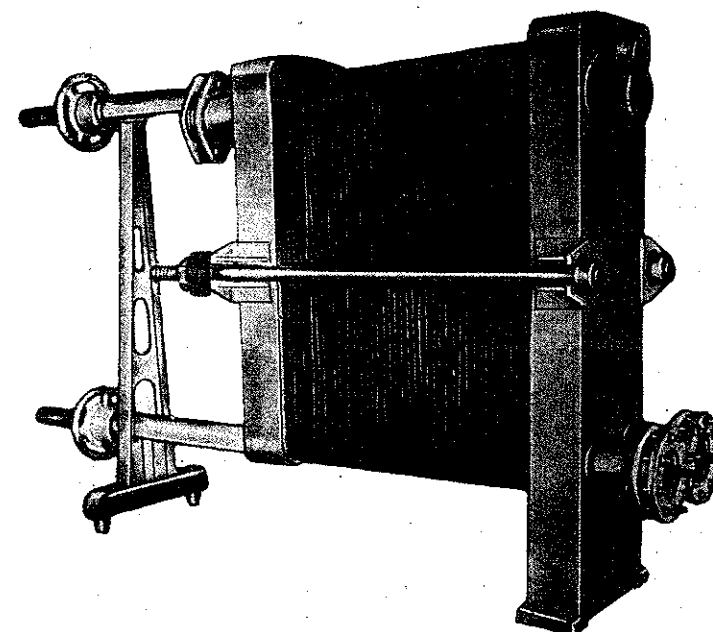


Рис. 22. Теплообменник с пластинами типа 0,5М, установленными на двухопорной раме с дополнительными стяжками (исполнение II)

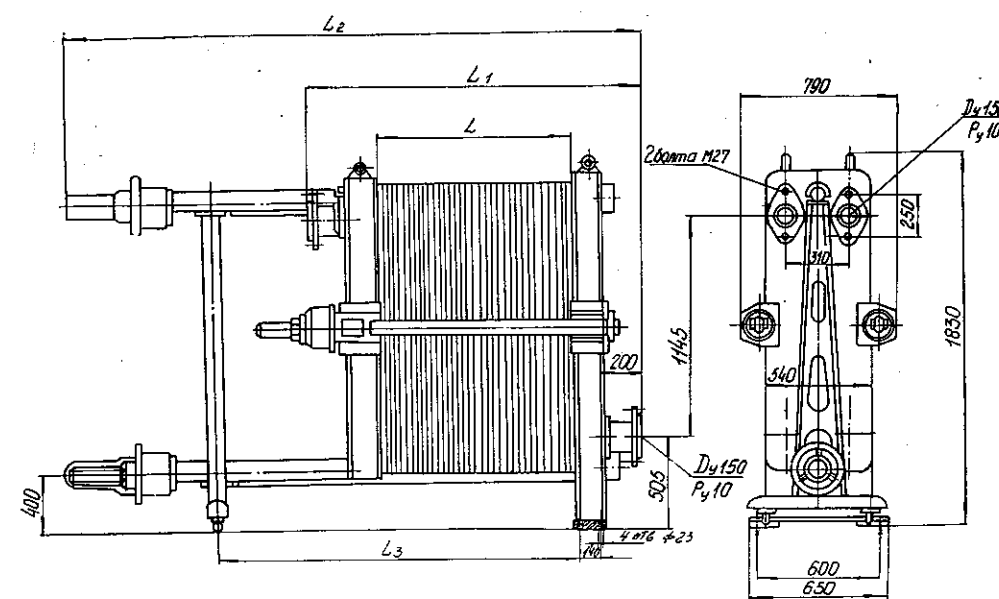


Рис. 23. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 10

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5М	31,5	66	330	1160	1940	1145	1463
	40	82	410	1250	2030	1260	1573
	50	102	510	1370	2225	1400	1718
	63	128	640	1530	2445	1595	1908
	80	162	810	1730	2740	1845	2156
	100	202	1010	2050	3140	2135	2447
	110	222	1110	2090	3255	2280	2595
	125	252	1260	2280	3515	2500	2815
	140	282	1410	2450	3770	2720	3033
	150	302	1510	2570	3945	2865	3177
160	322	1610	2690	4115	3010	3320	

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,5М из стали 10Х17Н13М2Т, на двухпорной раме с дополнительными стяжками, поверхностью теплообмена 140 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326, со схемой компоновки 70+70 : 70+70 :

ТПР 0,5М-140-II-3-11; Сх  $\frac{70+70}{70+70}$

### Двухсекционные теплообменники на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III)

Теплообменники с пластинами типа 0,5М работают при расчетном давлении сред до 6 кг/см<sup>2</sup> (до 0,6 Мн/м<sup>2</sup>) и температуре от -30 до +120°С и выше (в зависимости от марки резины уплотнительной прокладки).

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников на трехпорной раме с пластинами типа 0,5М приведены в табл. 11 и на рис. 24.

Таблица 11

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
0,5М	140	284	3930	2820	1400	4300
	150	304	4830	2930	1865	4425
	160	324	5070	3050	1925	4600
	180	364	5410	3380	2070	4975
	200	404	5760	3690	2215	5200
	220	444	6100	3770	2360	5525
	250	504	6620	4150	2580	5950
	280	564	7130	4490	2800	6475
	300	604	7480	4730	2945	6700
	320	644	7820	4970	3090	7050

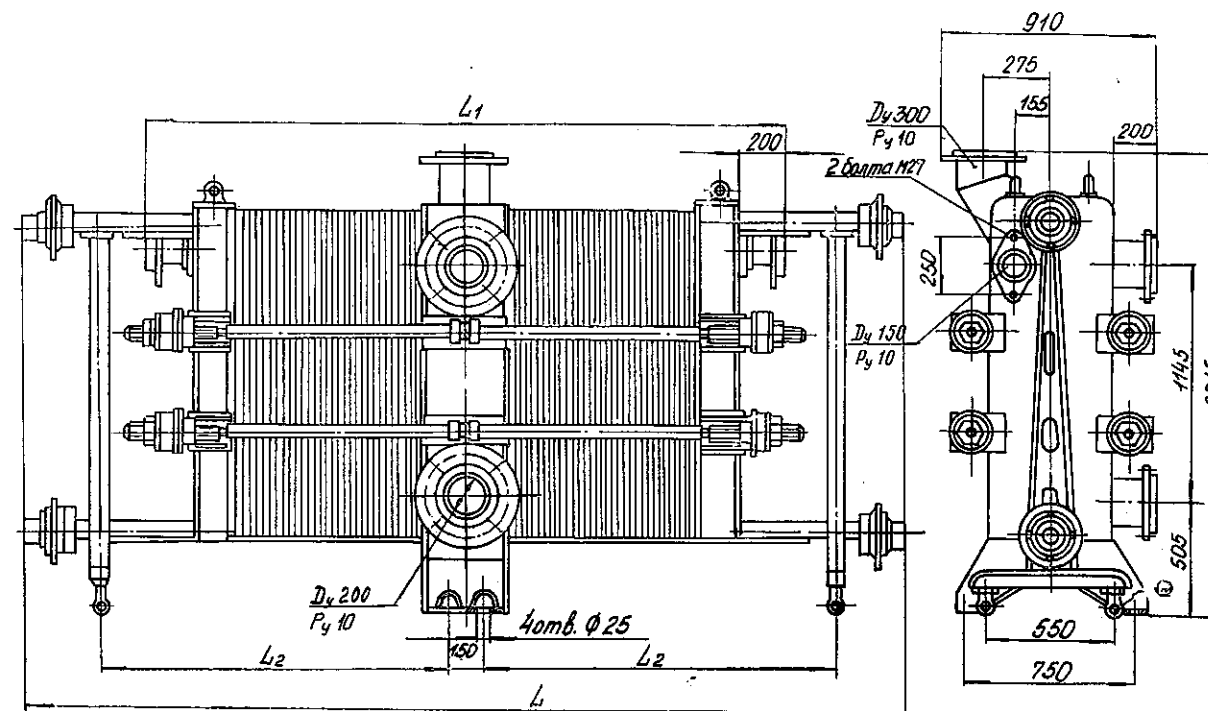


Рис. 24. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение III)

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,5М из стали 12Х18Н10Т, на трехпорной раме с промежуточной плитой, поверхностью теплообмена 140 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326, со схемой компоновки  $\frac{35+35}{35+36} \parallel \frac{35+35}{35+36}$  :

ТПР 0,5М-140-III-2-11; Сх  $\frac{35+35}{35+36} \parallel \frac{35+35}{35+36}$

### Двухсекционные теплообменники-конденсаторы на двухпорной раме с промежуточной плитой (исполнение IV)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников-конденсаторов приведены в табл. 12 и на рис. 25 и 26.

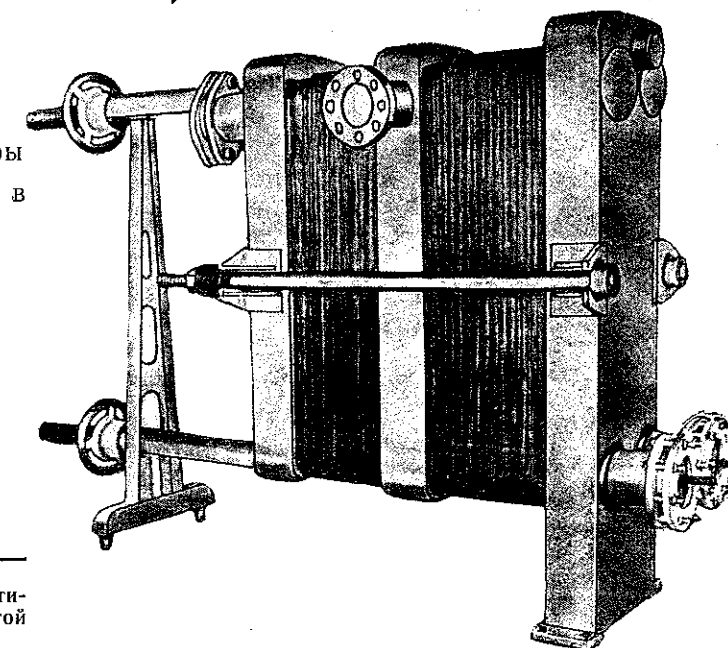


Рис. 25. Двухсекционный теплообменник-конденсатор с пластинами типа 0,5М на двухпорной раме с промежуточной плитой (исполнение IV)

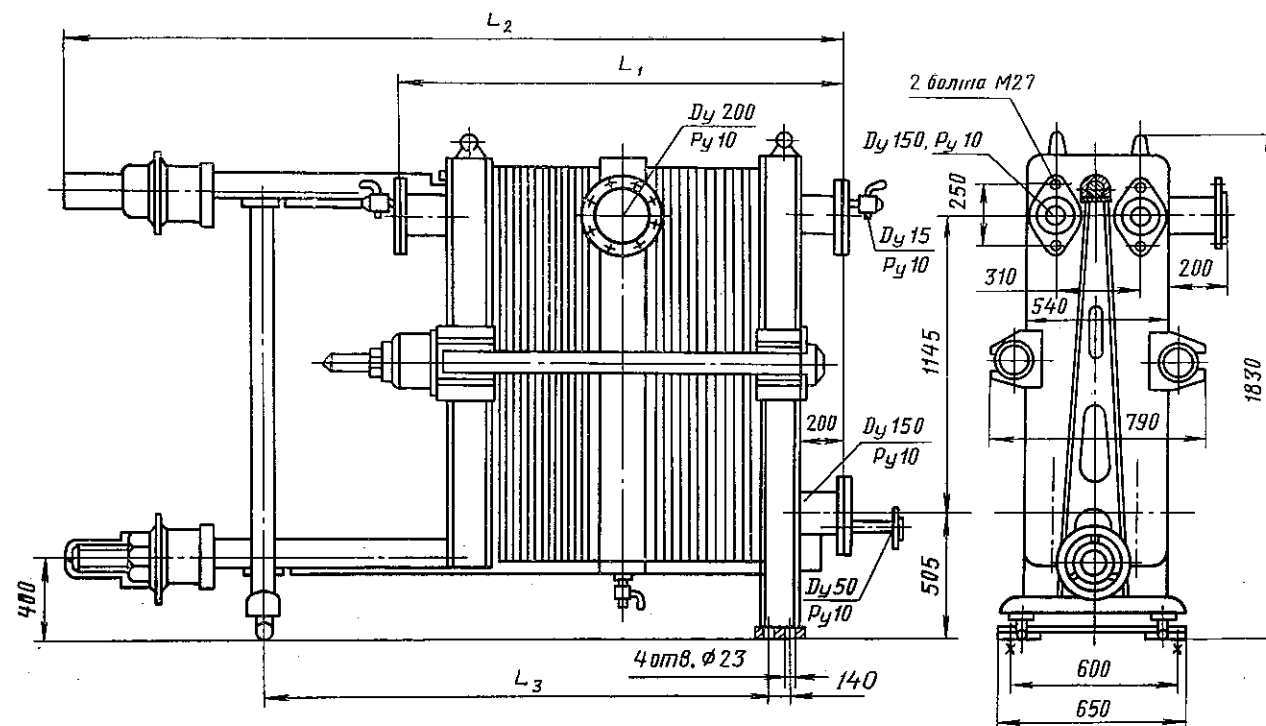


Рис. 26. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение IV)

Таблица 12

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5M	100	200	2300	3485	2385	2950
	140	284	2700	4170	2970	3550

Пример условного обозначения теплообменника-конденсатора с пластинами типа 0,5M из стали 12X18H10T, на двухпорной раме с промежуточной плитой, поверхностью теплообмена 100 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки ИРП-1225, со схемой компоновки  $\frac{50 \parallel 50}{26+25+25+26}$  (пар вводится в штуцер на промежуточной плите):

КПР 0,5M-100-IV-2-18; Сх  $\frac{50 \parallel 50}{26+25+25+26}$

## Теплообменники с пластинами типа 0,5Г (с горизонтальными гофрами)

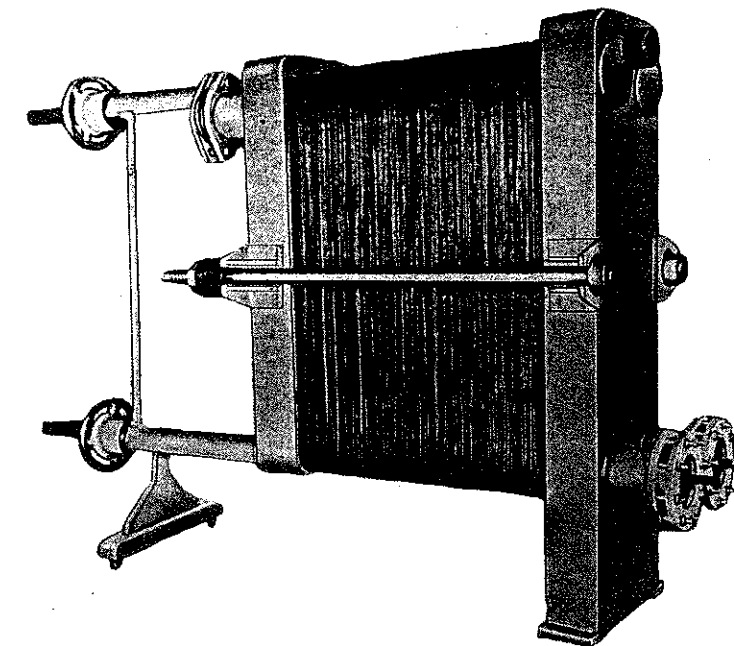


Рис. 27. Теплообменник с пластинами типа 0,5Г на двухпорной раме (исполнение II)

Теплообменники — с ленточно-поточными пластинами (рис. 27), отличающимися от сетчато-поточных пластин всех остальных типов меньшей степенью турбулизации потока в каналах и меньшими гидравлическими сопротивлениями (см. приложение I).

Такие пластины применяют, в основном, для работы с загрязненными средами повышенной вязкости, когда необходима еженедельная разборка аппарата для чистки каналов от загрязнений. Теплообменники работают с жидкими и парообразными средами при расчетном давлении до 6 кг/см<sup>2</sup> (до 0,6 Мн/м<sup>2</sup>) и температуре рабочих сред от —30 до +160°С.

Общий вид пластины приведен на рис. 28.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина × ширина × толщина), мм	1370 × 500 × 1,2
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,5
Вес (масса), кг	6,55
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	30
Высота гофра, мм	7
Количество гофров	31
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0091
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,002
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	0,9
Ширина канала, мм	445
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4,3
Приведенная длина канала, м	1,18
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,01
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	100

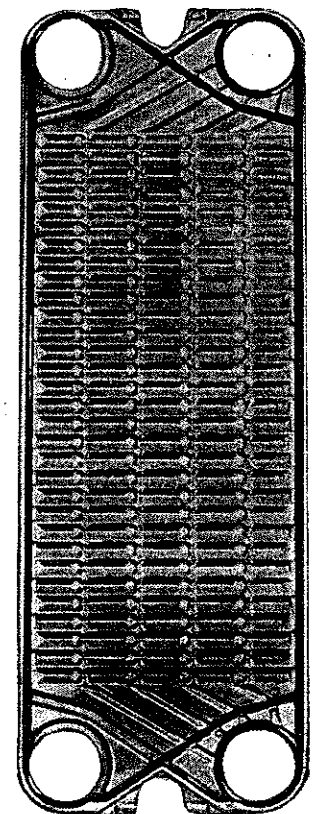


Рис. 28. Пластина типа 0,5Г (с горизонтальными гофрами)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 13 и на рис. 29.

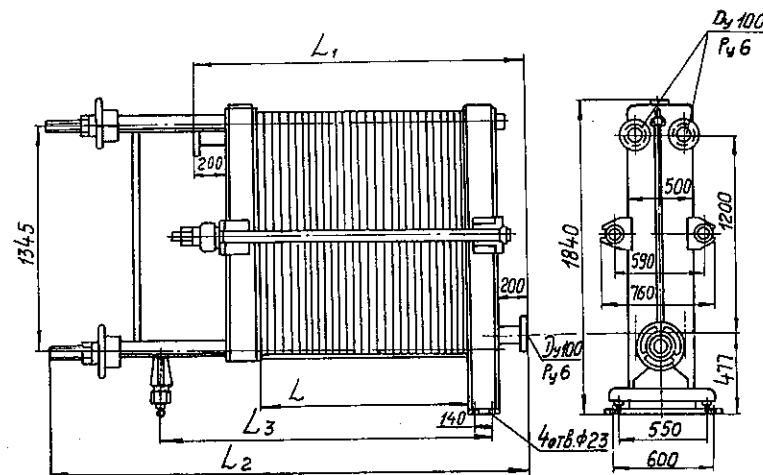


Рис. 29. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 13

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,5Г	31,5	62	400	1180	1670	1200	1540
	40	82	535	1315	1950	1400	1670
	50	102	670	1450	2210	1580	1730
	63	122	805	1585	2350	1750	1960
	80	162	1085	1865	2700	1950	2250
	100	202	1265	2045	3130	2360	2440

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,5Г из стали 10Х17Н13М2Т, на двухопорной раме, поверхностью теплообмена 50 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326 и пятипакетной симметричной схемой компоновки пластин

$$\frac{10+10+10+10+10}{11+10+10+10+10} \cdot$$

$$\text{ТТР 0,5Г-50-II-3-11; Сх } \frac{10+10+10+10+10}{11+10+10+10+10} \cdot$$

## Теплообменники с пластинами типа 0,3 (ГОСТ 15518—70)

Теплообменники предназначены для работы с жидкими и парообразными средами при малых расходах сред (см. табл. 1). Они относятся к типоразмерному ряду малых поверхностей теплообмена. Работают при расчетном давлении до 10 кг/см<sup>2</sup> (до 1 Мн/м<sup>2</sup>) и температуре рабочих сред от -30 до +160°С (в зависимости от марки резины для уплотнительных прокладок).

Общий вид пластины типа 0,3 приведен на рис. 30.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина×ширина×× толщина), мм	1370×300×1
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,3
Вес (масса), кг	3,2
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	20,8
Высота гофров, мм	4
Количество гофров	50
Эквивалентный диаметр канала, м	0,008
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,0011
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	0,55
Ширина канала, мм	250
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4
Приведенная длина канала, м	1,12
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,0045
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	65

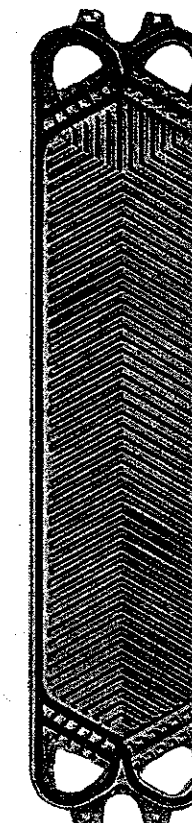


Рис. 30. Пластина типа 0,3

Пластинки штампуют из листового металла (см. табл. 3). Профиль гофров пластин в сечении представляет собой равнобедренный треугольник с основанием 18 мм, высотой 4 мм.

По контуру пластины имеется паз для резиновой уплотняющей прокладки.

Пластинки в теплообменнике собраны с таким расчетом, чтобы все прокладки были направлены в сторону подвижной плиты.

Угловые отверстия для прохода рабочих сред сложной формы (сочетание части окружности с

прямоугольником), что способствует уменьшению гидравлических потерь на входе рабочих сред в каналы пластины и при выходе из них.

Пластинки на верхней штанге консольной или двухопорной рамы теплообменника подвешены на скобах вертикально. Каждую пластину можно легко вынуть из пакета и вставить в пакет.



### Теплообменники на консольной раме (исполнение I)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 14 и на рис. 31 и 32.

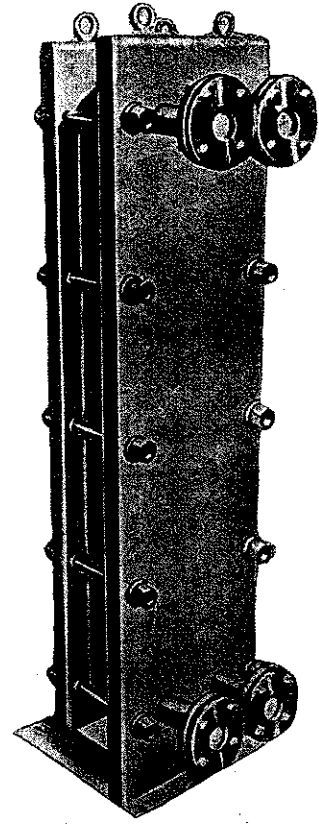


Рис. 31. Теплообменник с пластинами типа 0,3, установленными на консольной раме (исполнение I)

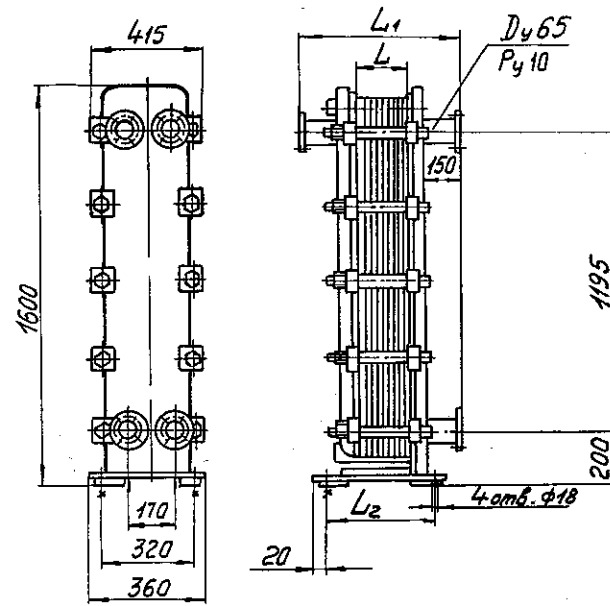


Рис. 32. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

Таблица 14

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
0,3	3	12	60	525	360	305
	4	16	80	545	375	320
	5	20	100	565	405	340
	6,3	24	120	585	450	355
	8	30	150	615	460	380
	10	36	180	645	500	405

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,3 из стали 12Х18Н10Т, на консольной раме, поверхностью теплообмена 5 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{3+3+3}{4+3+3}$ :

$$\text{ТПР 0,3-5-1-2-10; Сх } \frac{3+3+3}{4+3+3}$$

### Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 15 и на рис. 33.

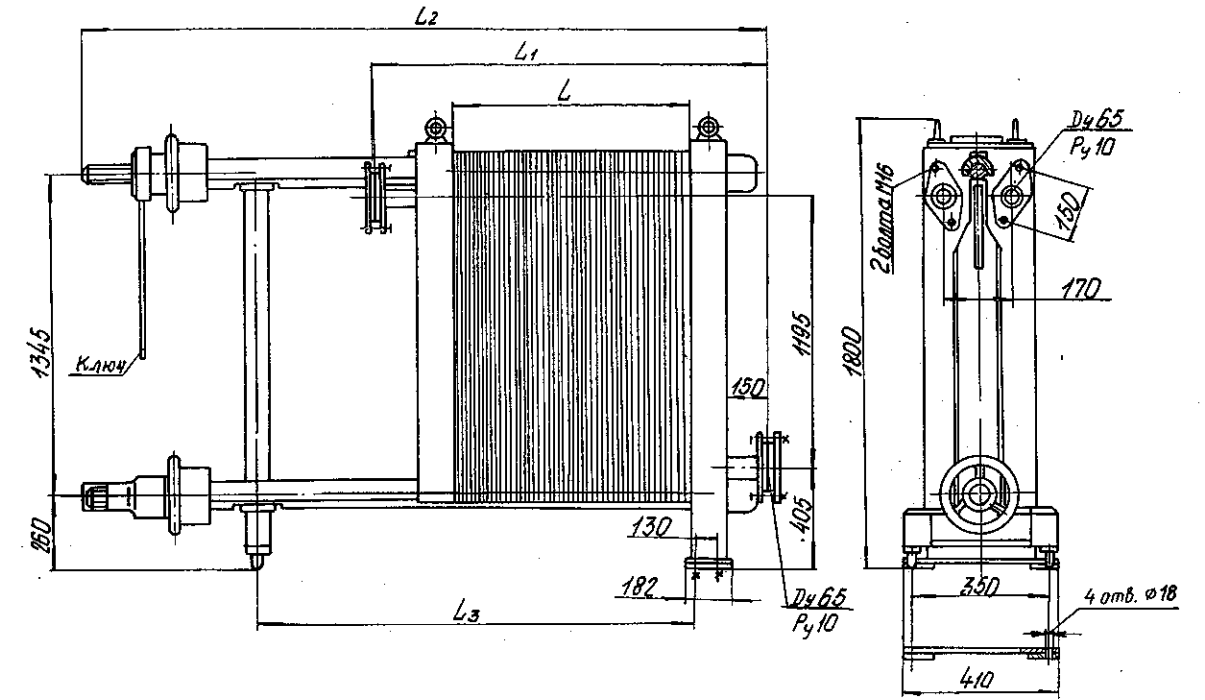


Рис. 33. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 15

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,3	12,5	44	220	800	1565	965	604
	16	56	280	860	1650	1035	648
	20	70	350	930	1745	1120	702
	25	86	430	1010	1860	1215	764

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,3 из стали 0,8 кп (оцинкованная), на двухпорной раме, поверхностью теплообмена 25 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{14+14+14}{15+14+14}$ :

$$\text{ТПР 0,3-25-II-1-10; Сх } \frac{14+14+14}{15+14+14}$$

### Теплообменники на трехопорной раме с промежуточной плитой (исполнение III)

Теплообменники рекомендуется применять при необходимости частой разборки и сборки аппарата для чистки пластин.  
Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 16 и на рис. 34.

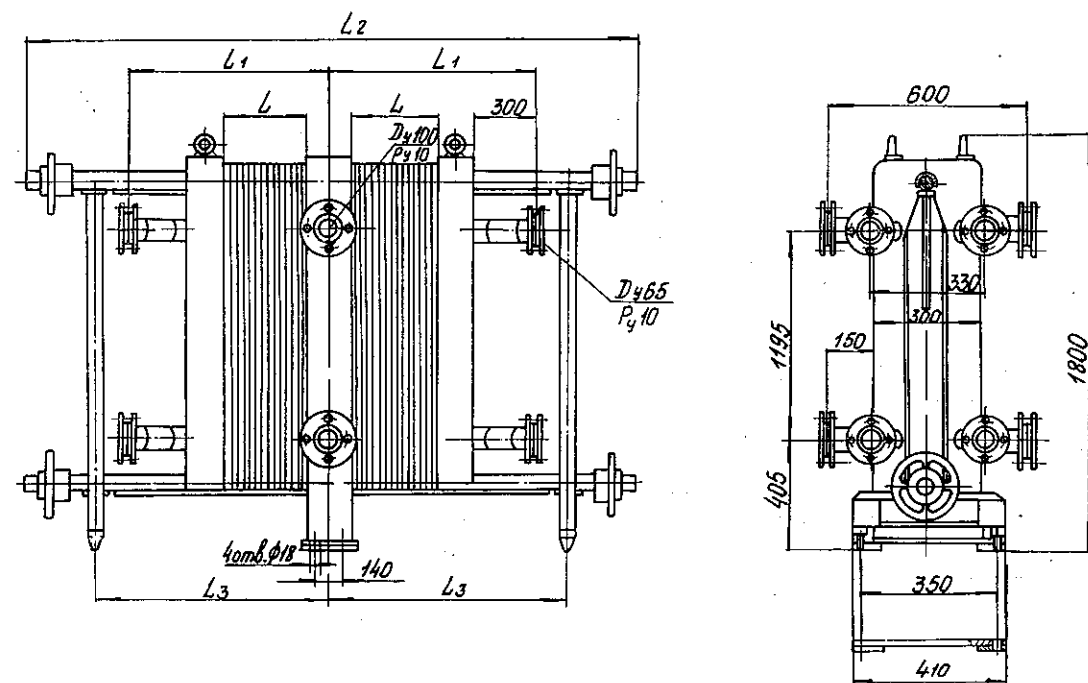


Рис. 34. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение III)

Таблица 16

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,3	31,5	108	270	800	2980	1095	1234
	40	136	340	870	3250	1190	1337
	50	170	420	950	3560	1305	1470

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,3 из стали 12X18H10T, на трехопорной раме, поверхностью теплообмена 40 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки Сх  $\frac{33}{34} \parallel \frac{33}{34}$ :

ТПР 0,3-40-III-2-10; Сх  $\frac{33}{34} \parallel \frac{33}{34}$ .

### Теплообменники на двухконсольной раме (исполнение IV-A)

Теплообменники применяют в тех случаях, когда расход одной рабочей среды значительно превосходит расход другой среды, либо когда требуется теплообмен между тремя рабочими средами. Конструкция этих теплообменников более компактна, чем конструкция теплообменников II и III исполнений, но они менее приспособлены к частой разборке и сборке для чистки пластин.  
Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 17 и на рис. 35.

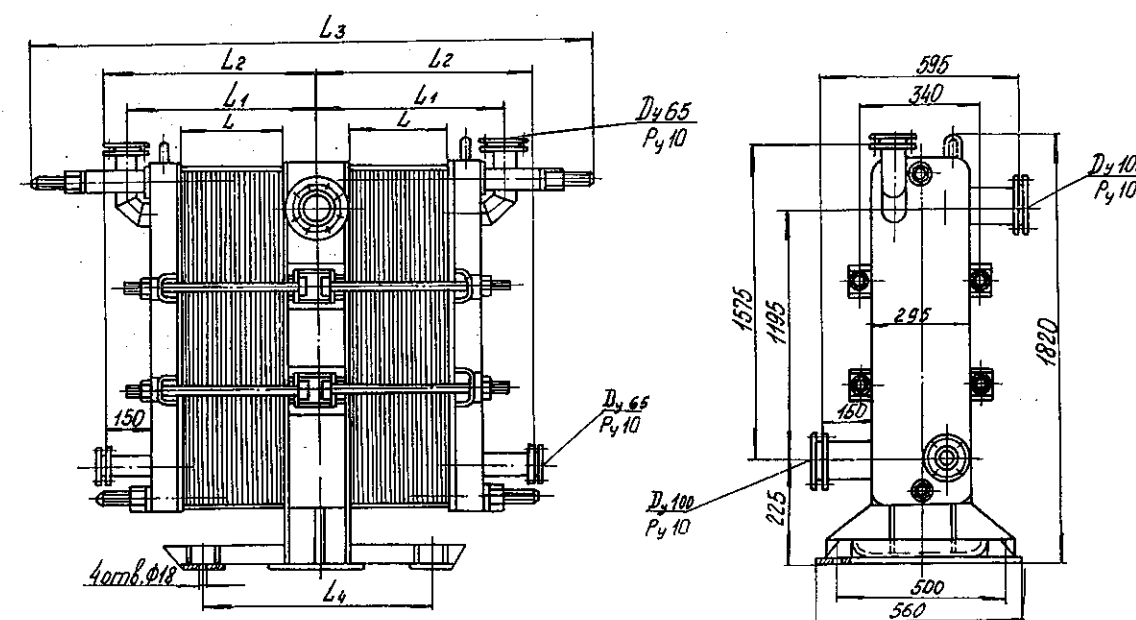


Рис. 35. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение IV-A)

Таблица 17

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм					Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	
0,3	12,5	46	120	485	435	960	500	620
	16	58	150	515	465	1090	500	650
	20	72	180	545	495	1200	600	700
	25	88	220	585	535	1340	600	760

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами 0,3 из стали 12X18H10T, поверхностью теплообмена 20 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{17}{18} \parallel \frac{17}{18}$ :

ТПР 0,3-20-IV-A-2-10; Сх  $\frac{17}{18} \parallel \frac{17}{18}$ .

## Теплообменники с пластинами типа 0,2К

Теплообменники предназначены для работы с высоковязкими (жидкими) средами, а также для конденсации паров и теплообмена между газовыми потоками (см. табл. 1). Работают при расчетном давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочих сред до  $200^\circ \text{C}$ .

Рама теплообменника может быть изготовлена в двух исполнениях:

- исполнение I (рис. 36) — на давление до  $10 \text{ кг/см}^2$  (до  $1 \text{ Мн/м}^2$ );
- исполнение II (рис. 37) — на давление до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ).

Общий вид пластины типа 0,2К приведен на рис. 38.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина×ширина×толщина), мм	650×650×1,2
Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	0,2
Вес (масса), кг	3,8
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	42 и 75
Высота гофра, мм	3,8
Количество гофров	15
Эквивалентный диаметр канала, мм	0,0076
Площадь поперечного сечения канала, $\text{м}^2$	0,0016
Смачиваемый периметр в сечении канала, м	0,87
Ширина канала, мм	430
Средний зазор для прохода теплоносителя в канале, мм	3,8
Приведенная длина канала, м	0,45
Площадь поперечного сечения коллектора, $\text{м}^2$	0,0082
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	100 и 150
Угол наклона гофров, град	60 и 30

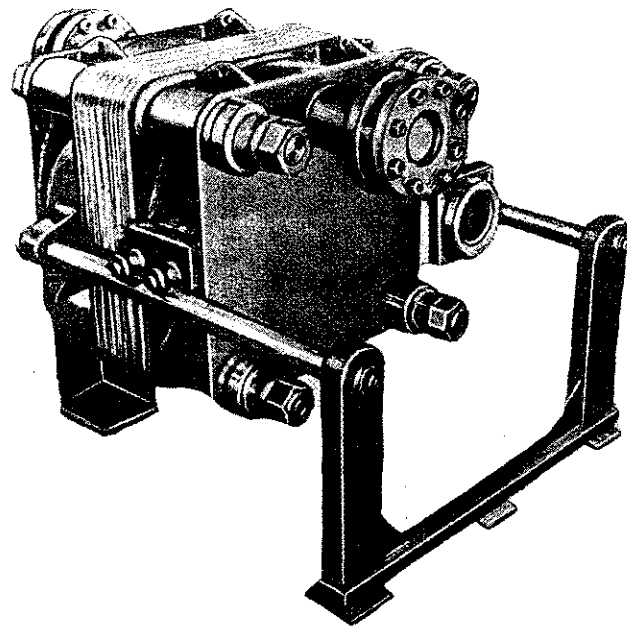


Рис. 36. Теплообменник с пластинами типа 0,2К на двухопорной раме (исполнение I)

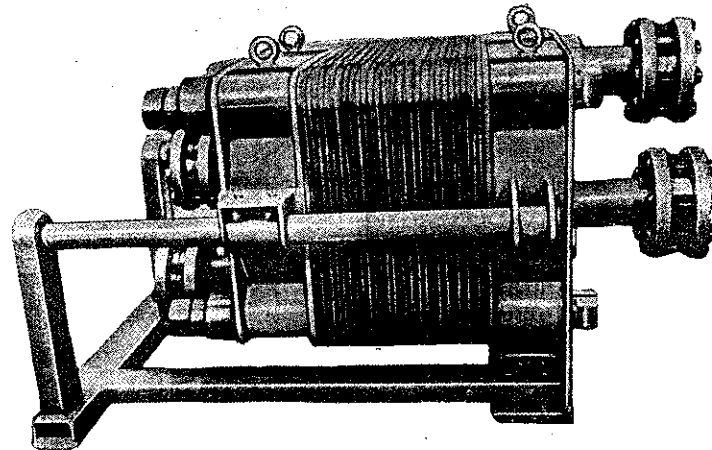


Рис. 37. Теплообменник с пластинами типа 0,2К на двухопорной раме (исполнение II)

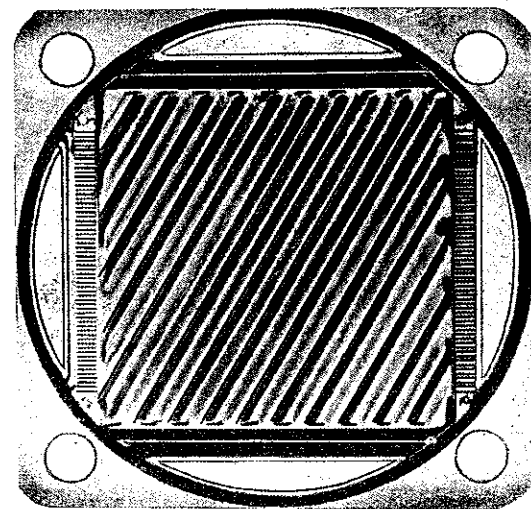


Рис. 38. Пластина типа 0,2К

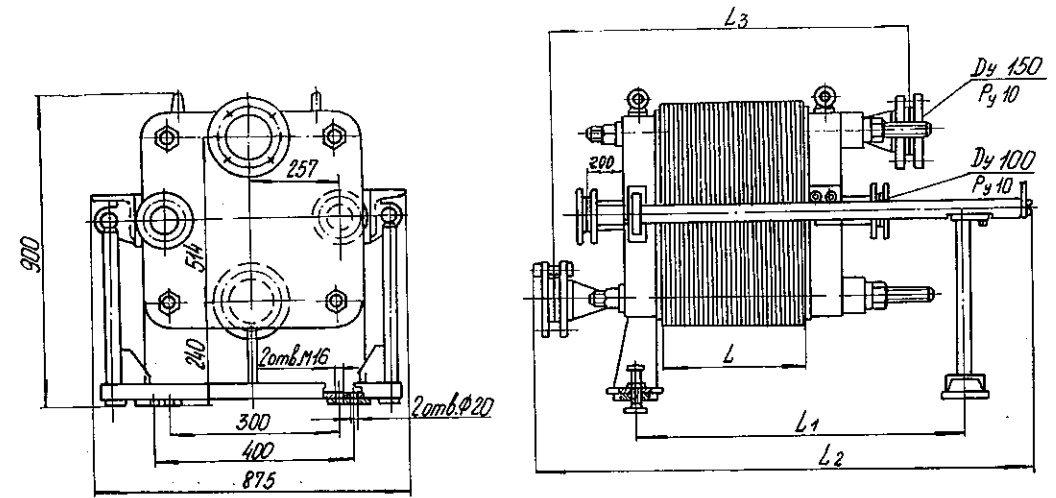


Рис. 39. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

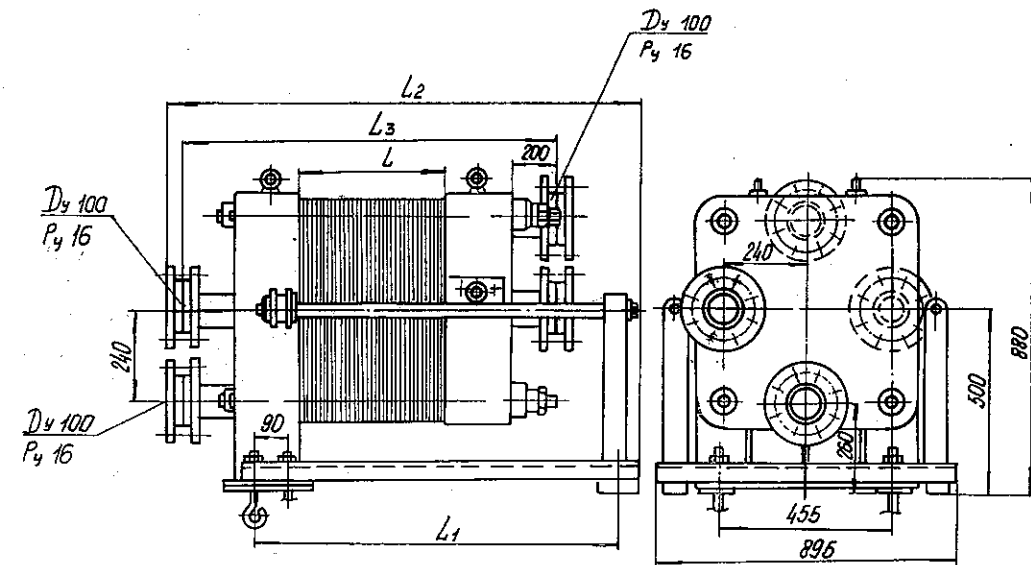


Рис. 40. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Пластины штампуют из листового металла (см. табл. 3). Профиль гофров пластин в сечении представляет собой равнобедренный треугольник с основанием  $36 \text{ мм}$ , высотой  $4,5 \text{ мм}$ .

По контуру пластины имеется паз для резиновой или паронитовой уплотняющей прокладки.

На пластине с четырех сторон расположены сегментные проходные отверстия. Два отверстия отделены уплотнительной прокладкой, другие два отверстия имеют ребра жесткости.

Пластины надевают на штанги рамы. Каждая пластина повернута в своей плоскости относительно другой пластины на  $90^\circ$ .

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 18 и на рис. 39 и 40

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,2К из стали 10Х17Н13М3Т, поверхностью теплообмена  $10 \text{ м}^2$ , с уплотнительными прокладками из резины СУ-359, на давление до  $10 \text{ кг/см}^2$  (до  $1 \text{ Мн/м}^2$ ), со схемой компоновки пластин  $\frac{27}{28}$ :

Исполнение I:

ТПР 0,2К-10-I-3-10;  $C_x \frac{27}{28}$ .

Исполнение II:

ТПР 0,2К-10-II-3-10;  $C_x \frac{27}{28}$ .

Таблица 18

Тип пластины	Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм						Вес (масса) по исполнению, кг		
			L	L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>		L <sub>3</sub>		I	II
				I	II	I	II	I	II		
0,2К	2	12	60	320	870	795	1215	720	830	445	750
	3	18	90	360	900	835	1250	750	860	480	785
	4	22	110	385	920	860	1270	770	880	495	825
	5	28	140	425	955	900	1305	800	915	525	865
	6,3	34	170	465	990	940	1340	830	945	550	900
	8	44	220	530	1040	1005	1390	880	1000	600	975
	10	56	280	615	1110	1090	1445	940	1070	655	1050
	12,5	64	320	670	1150	1145	1500	980	1110	695	1145
	16	82	410	790	1250	1265	1600	1070	1210	775	1230
	20	102	510	930	1360	1405	1710	1170	1320	870	1380
	25	126	630	1090	1490	1565	1840	1290	1455	980	1570

## Теплообменники с пластинами типа 0,63

Теплообменники — аппараты общего применения. Предназначены для работы с жидкими и парообразными (или газообразными) средами при значительных расходах сред (см. табл. 1). Работают при расчетном давлении до  $10 \text{ кг/см}^2$  (до  $1 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочих сред от  $-30$  до  $+180^\circ\text{C}$  (в зависимости от марки резины для уплотнительных прокладок).

Общий вид пластины типа 0,63 приведен на рис. 41.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина × ширина × толщина), мм	1375 × 660 × 1
Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	0,63
Вес (масса), кг	6,5
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	20,8
Высота гофра, мм	4,5
Количество гофров	72
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0074
Площадь поперечного сечения канала, $\text{м}^2$	0,00262
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	1,41
Ширина канала, мм	600
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4,5
Приведенная длина канала, м	0,893
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластинах), $\text{м}^2$	0,0324
Наибольший диаметр условного прохода присоединительного штуцера, мм	200

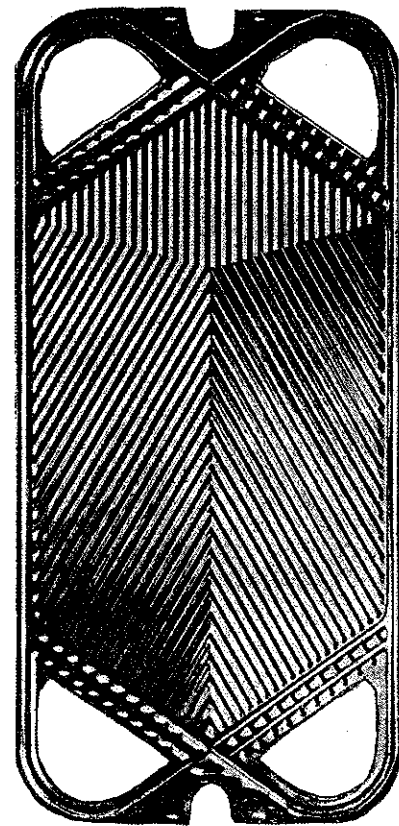


Рис. 41. Пластина типа 0,63

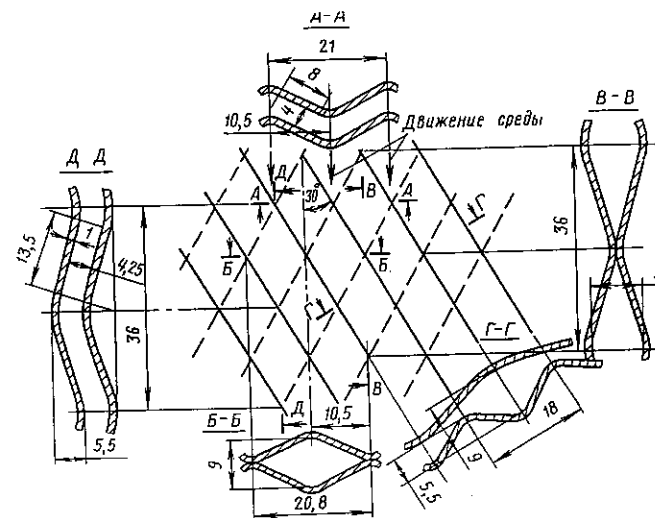


Рис. 42. Сечение канала, образуемого парой пластин типа 0,63

## Теплообменники на консольной раме (исполнение I)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 19 и на рис. 43 и 44.

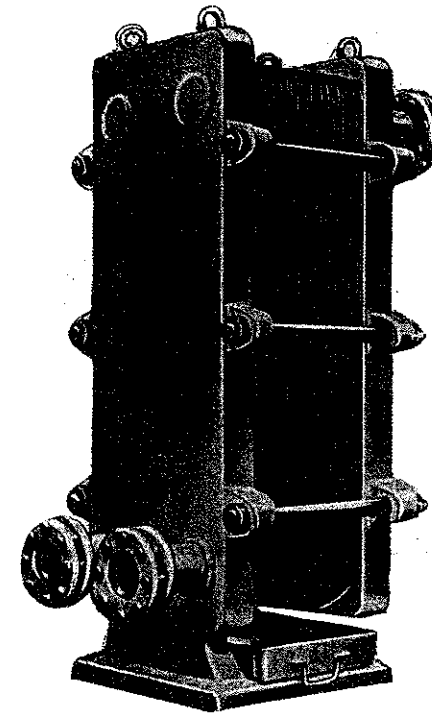


Рис. 43. Теплообменник с пластинами типа 0,63, установленными на консольной раме (исполнение I)

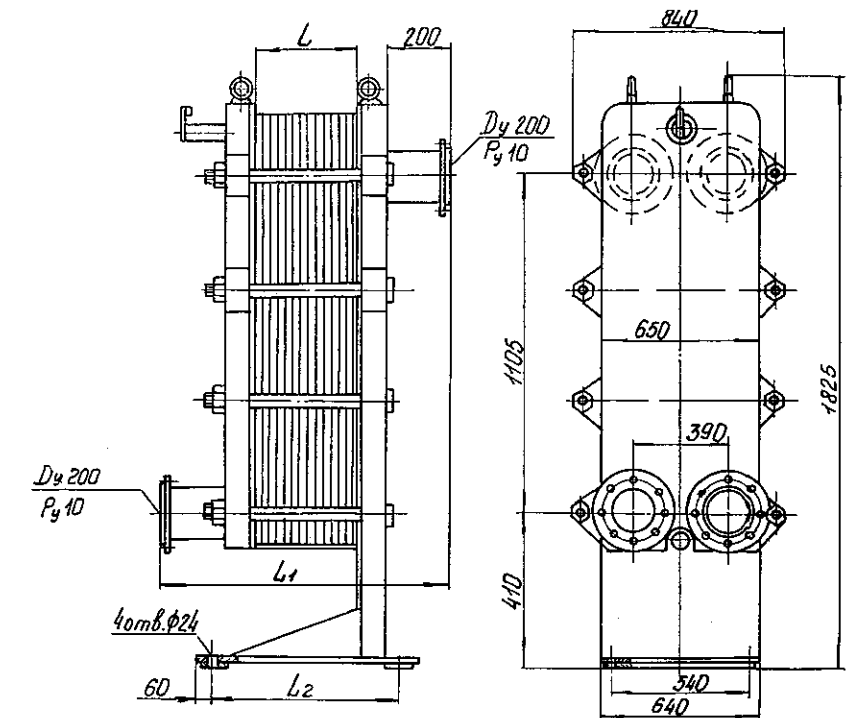


Рис. 44. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

Таблица 19

Тип пластины	Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
0,63	10	18	100	860	450	1185
	12,5	22	120	880	450	1210
	16	28	150	920	650	1255
	20	34	185	945	650	1295
	25	42	230	990	950	1350

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,63 из стали 12X18H10T, на консольной раме, поверхностью теплообмена  $16 \text{ м}^2$ , с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $\frac{4+4+5}{4+4+5}$ :

ТПР 0,63-16-I-2-10; Сх  $\frac{4+4+5}{4+4+5}$

## Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 20 и на рис. 45.

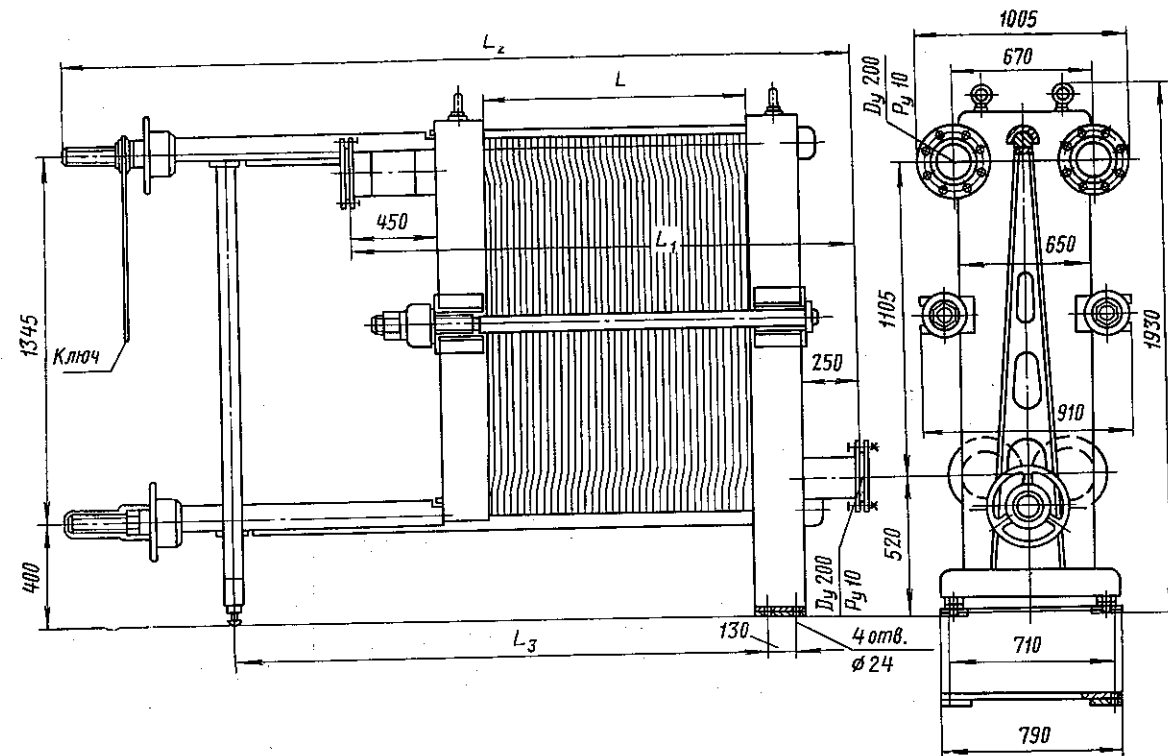


Рис. 45. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 20

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,63	31,5	52	290	1350	1980	1105	1740
	40	66	370	1430	2100	1200	1850
	50	82	455	1520	2240	1315	1960
	63	102	565	1625	2410	1455	2150
	80	130	720	1780	2645	1650	2370
	100	162	890	1950	2920	1875	2620
	110	178	980	2040	3050	1985	2750
	125	202	1120	2180	3210	2155	2940
	140	224	1270	2290	3445	2310	3120
	150	240	1340	2380	3580	2420	3250
160	256	1420	2470	3710	2530	3380	

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами 0,63 из стали 10X17H13M2T, на двухпорной раме, поверхностью теплообмена 160 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки 4326, со схемой компоновки  $\frac{32+32+32+31}{32+32+32+32}$ :

ТПР 0,63-160-II-4-18; Сх  $\frac{32+32+32+31}{32+32+32+32}$

## Теплообменники на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 21 и на рис. 46 и 47.

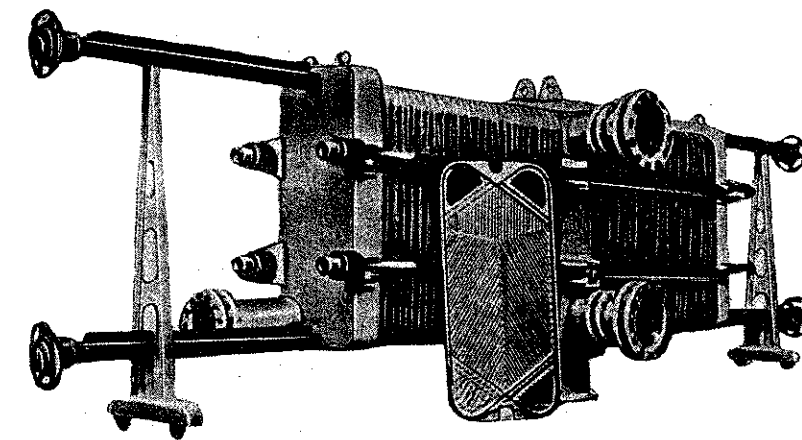


Рис. 46. Теплообменник с пластинами типа 0,63, установленными на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III)

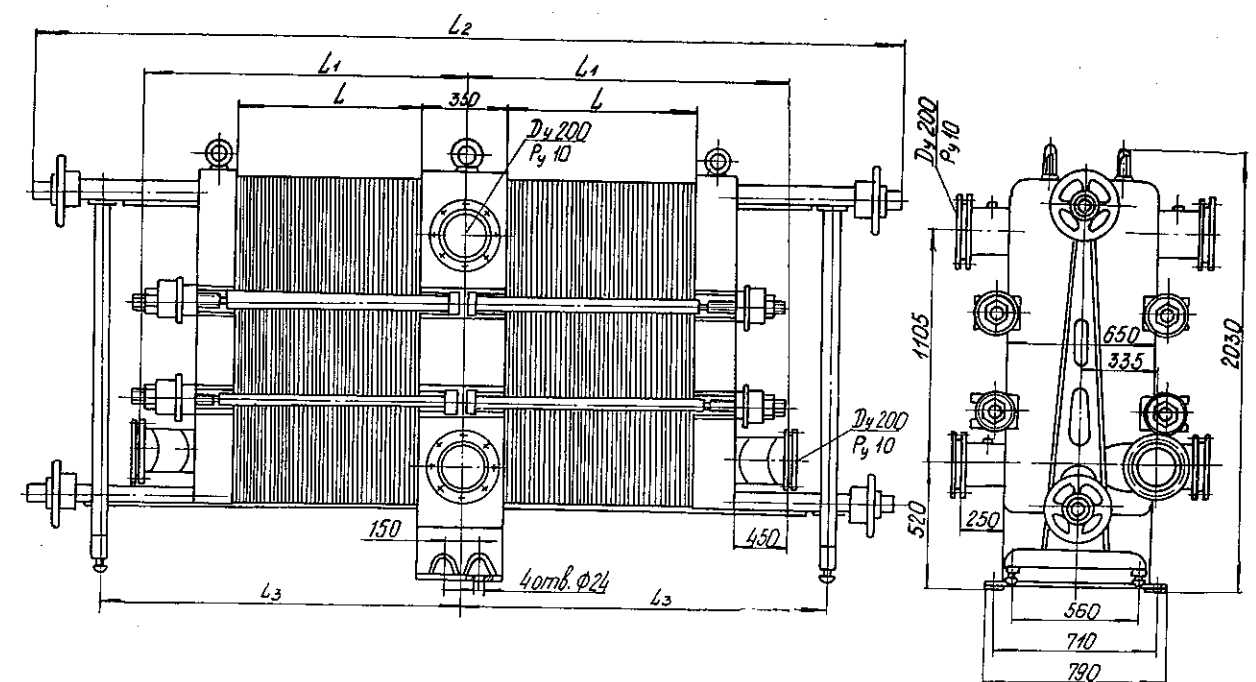


Рис. 47. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение III)

Таблица 21

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,63	140	226	620	1425	4220	1660	4520
	160	258	710	1515	4490	1800	4800
	200	320	880	1685	5020	2020	5300
	220	352	965	1770	5300	2120	5570
	250	400	1100	1905	5700	2290	5970
	280	448	1230	2035	6120	2460	6370
	300	480	1320	2125	6380	2570	6950
	320	510	1400	2205	6635	2675	7270
	360	574	1570	2375	7180	2900	7450
	400	638	1750	2555	7720	3120	7990

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,63 из стали 12X18H10T, на трехпорной раме, поверхностью теплообмена 300 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки пластин  $Cx \frac{39+40+40}{40+40+40} \parallel \frac{40+40+39}{40+40+40}$ ;

ТПР 0,63-300-III-2-10;  $Cx \frac{39+40+40}{40+40+40} \parallel \frac{40+40+39}{40+40+40}$

### Теплообменники на двухконсольной раме (исполнение IV-A)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 22 и на рис. 48.

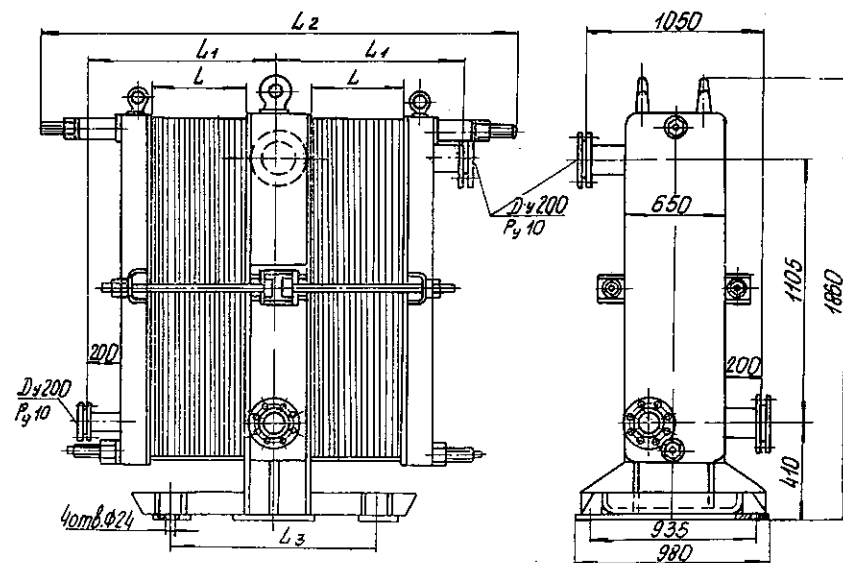


Рис. 48. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение IV-A)

Таблица 22

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество пластин в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,63	31,5	54	150	705	1620	750	2720
	40	68	190	745	1740	750	2810
	50	84	230	785	1960	900	2900
	63	104	285	840	2150	900	3070
	80	132	365	920	2415	1050	3235
	100	164	450	1005	2720	1050	3420

Пример условного обозначения теплообменника с пластинами типа 0,63 из стали 12X18H10T, на двухконсольной раме, поверхностью теплообмена 100 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359, со схемой компоновки  $Cx \frac{40}{41} \parallel \frac{40}{41}$ ;

ТПР 0,63-100-IV-A-2-10;  $Cx \frac{40}{41} \parallel \frac{40}{41}$

На двухконсольной раме изготавливают также конденсаторы (исполнение IV-A). В отличие от теплообменников в конденсаторах штуцеры расположены на центральной неподвижной плите.

Поверхность теплообмена и основные размеры конденсатора приведены в табл. 22 и на рис. 49.

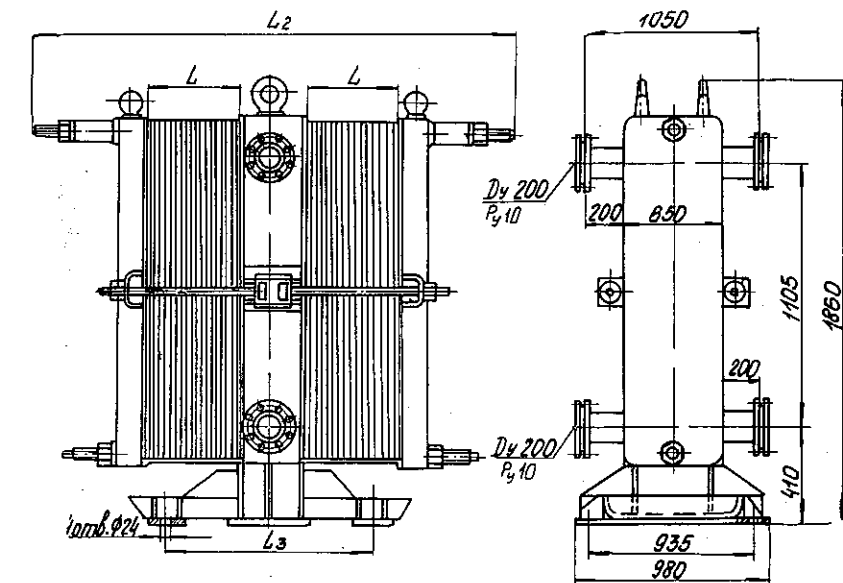


Рис. 49. Общий вид конденсатора с габаритными и присоединительными размерами (исполнение IV-A)

# ТЕПЛООБМЕННИКИ ПЛАСТИНЧАТЫЕ БЛОЧНЫЕ СВАРНЫЕ ТИПА ТПБС С ПЛАСТИНАМИ ТИПА 0,8

## Теплообменники на консольной раме (исполнение I)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 23 и на рис. 50.

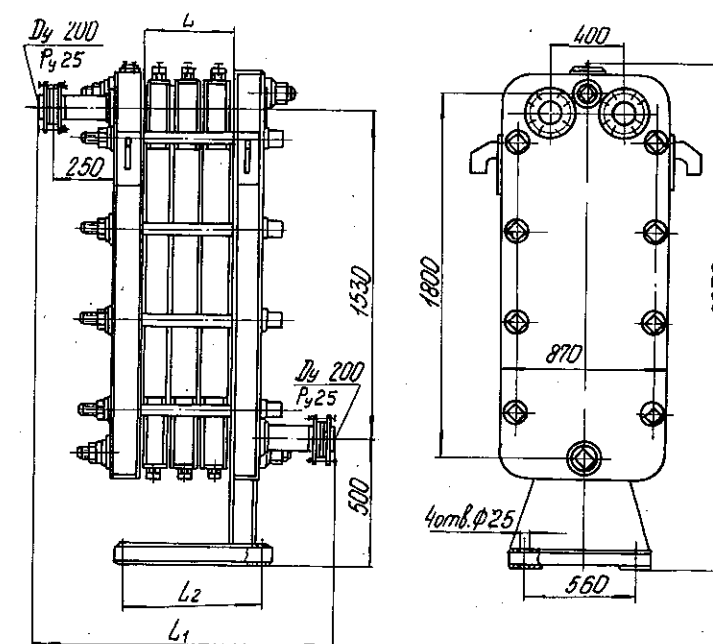


Рис. 50. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

Таблица 23

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество блоков в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
0,8	20	1	235	1275	620	2010
	40	2	460	1500	850	2710
	60	3	680	1720	1080	3345

Примечание. Размеры и вес (масса) даны ориентировочно.

Пример условного обозначения сварного блочного теплообменника исполнения I, поверхностью теплообмена 40 м<sup>2</sup>, с пластинами типа 0,8 из стали 12X18H10T, со схемой компоновки  $Sx \frac{25}{25}$ :

ТПБС 0,8-40-I-2;  $Sx \frac{25}{25}$

Расшифровка схемы компоновки: количество блоков в теплообменнике 2, общее количество межпластинных каналов  $25 \cdot 2 = 50$ .

В числителе указано количество каналов для горячей (охлаждаемой) среды, в знаменателе — количество каналов для холодной (нагреваемой) среды.

Теплообменники предназначены для подогрева и охлаждения жидких и газообразных сред (см. табл. 1), а также для конденсации паров. Их применяют для работы в условиях, при которых рабочие среды не образуют на поверхностях теплообмена труднорастворимых солей, для удаления которых требуется разборка аппарата.

Теплообменники могут работать при расчетном давлении до 25 кг/см<sup>2</sup> (до 2,5 Мн/м<sup>2</sup>) и температуре рабочей среды от -120 до +400°С\*.

Теплообменник состоит из сварных блоков, установленных на раме между неподвижной и подвижной плитами. Блоки соединены между собой втулками с кольцевыми уплотнительными прокладками. Блоки сжаты в общий пакет стяжными винтами.

Поверхность теплообмена одного блока 20 м<sup>2</sup>, количество пластин в блоке 26; количество каналов в блоке 25, схема компоновки  $Sx \frac{12}{13}$ . Каналы — сетчато-поточные.

Процесс теплообмена можно автоматически регулировать и контролировать.

Блоки могут быть скомпонованы последовательно или параллельно.

Пластины блоков штампуют из листового металла (см. табл. 3 и примечание к ней).

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

#### Пластина

Габаритные размеры (длина × ширина × толщина), мм	1370 × 640 × 1 (или 2)
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,8
Вес (масса), кг	12,8
Щелевые каналы	
Шаг гофров, мм:	
вдоль потока	36
по нормали к гофрам	18
Высота гофра, мм	5
Количество гофров	46
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0093
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,0033
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	1,415
Ширина канала, м	0,61
Зазор для прохода рабочей среды в канале (средний), мм	5,5
Приведенная длина одного канала, м	1,13
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,0314
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	200
Угол наклона гофров к продольной оси симметрии пластины, град	30

\* Для водяного пара и сухих нейтральных и инертных газов.

## Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II)

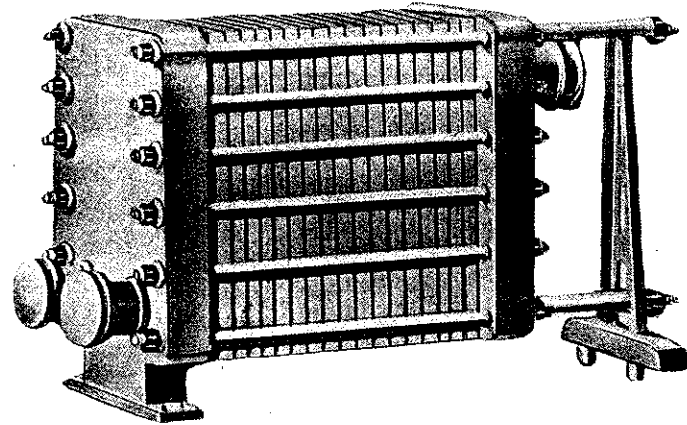


Рис. 51. Теплообменник пластинчатый блочный сварной с пластинами типа 0,8, установленными на двухпорной раме (исполнение II)

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 24 и на рис. 51 и 52.

Теплообменник состоит из сварных блоков, установленных на двухпорной раме между неподвижной и подвижной плитами, стойки, двух основных стяжных винтов на концах верхней и нижней штанг и 10 боковых винтов, затягиваемых основными винтами после предварительного уплотнения секций.

Блоки соединены между собой втулками с кольцевыми уплотнительными прокладками. Поверхность теплообмена одного блока  $20 \text{ м}^2$ .

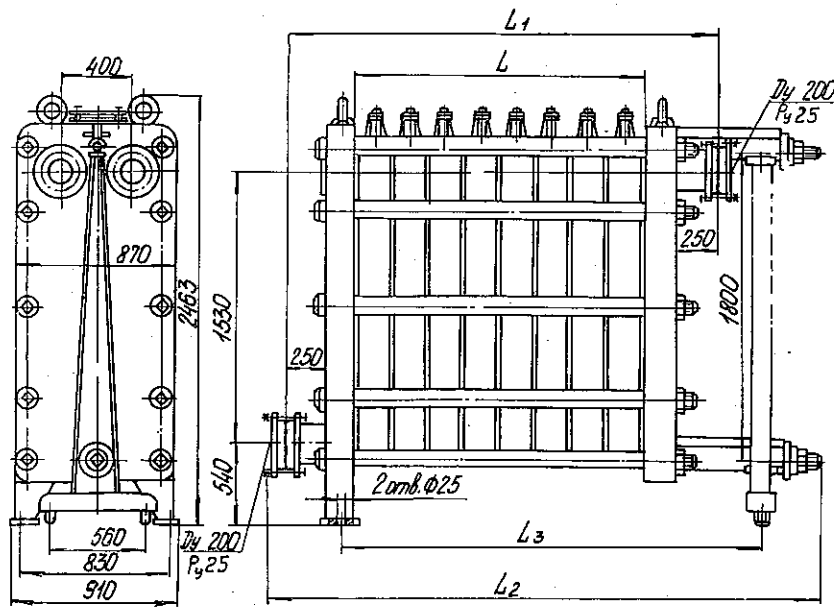


Рис. 52. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 24

Тип пластины	Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество блоков в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,8	80	4	905	1830	2530	1870	4000
	100	5	1130	2050	2740	2090	4700
	120	6	1355	2275	2975	2315	5375
	140	7	1680	2500	3205	2545	6080
	160	8	1800	2725	3435	2765	6615

Примечание. Размеры и вес (масса) даны ориентировочно.

Пример условного обозначения сварного блочного теплообменника исполнения II, поверхностью теплообмена  $120 \text{ м}^2$ , с пластинами типа 0,8 из стали 10X17H13M2T, со схемой компоновки  $\frac{25+25+25}{25+25+25}$ :

ТПБС 0,8-120-II-3; Сх  $\frac{25+25+25}{25+25+25}$

Расшифровка схемы компоновки: количество блоков в теплообменнике 6; общее количество межпластинных каналов  $25 \cdot 6 = 150$ .

В числителе указано количество каналов  $25 \cdot 3 = 75$  для горячей (охлаждаемой) среды, в знаменателе — количество каналов  $25 \cdot 3 = 75$  для холодной (нагреваемой) среды.

## Теплообменники на трехпорной раме (исполнение III)

Теплообменник состоит из сварных блоков, которые установлены на трехпорной раме.

Рама состоит из неподвижной центральной плиты, двух подвижных концевых плит, двух стоек, четырех штанг и боковых винтов. Блоки соединены между собой втулками с кольцевыми уплотнитель-

0,8 из стали 12X18H10T, со схемой компоновки  $\frac{25+25+5}{25+25+25} \parallel \frac{25+25+25}{25+25+25}$

ТПБС 0,8-240-III-2; Сх  $\frac{25+25+25}{25+25+25} \parallel \frac{25+25+25}{25+25+25}$

Расшифровка схемы компоновки: количество блоков в теплообменнике 12 (по шесть с

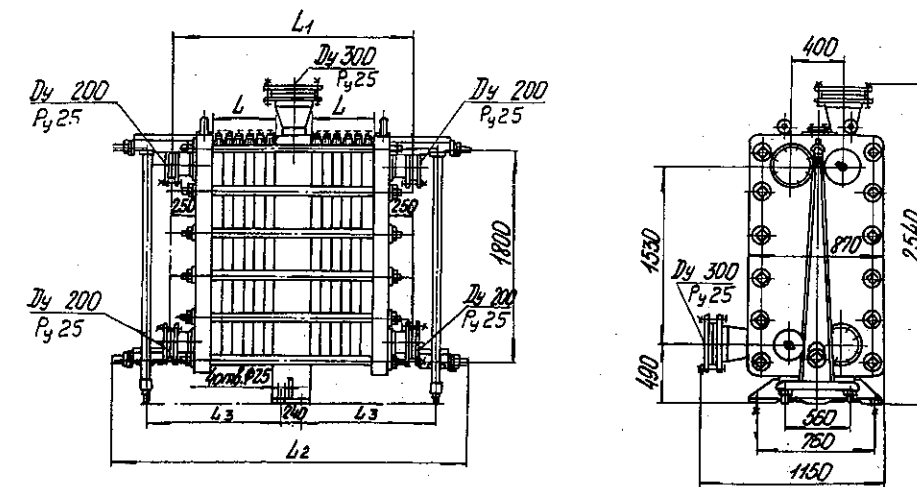


Рис. 53. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение III)

Таблица 25

Тип пластины	Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество блоков в аппарате	Размеры, мм				Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	
0,8	120	6	680	2600	3930	1565	7270
	160	8	905	3055	4385	1790	8510
	200	10	1130	3500	4830	2020	9745
	240	12	1355	3950	5280	2245	10970
	280	14	1570	4380	5710	2455	12210
	320	16	1800	4840	6170	2505	13470

Примечание. Размеры и вес (масса) даны ориентировочно.

ными прокладками. На неподвижной плите установлены штуцера  $D_y 300 \text{ мм}$ , на подвижных плитах — штуцера  $D_y 200 \text{ мм}$ .

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 25 и на рис. 53.

Пример условного обозначения сварного блочного теплообменника исполнения III, поверхностью теплообмена  $240 \text{ м}^2$ , с пластинами типа

каждой стороны неподвижной плиты). Потoki охлаждаемой и охлаждающей среды входят через штуцера на неподвижной плите и разделяются каждый на два потока, которые, пройдя через межпластинные каналы, выходят через штуцера на подвижных плитах. Общее количество межпластинных каналов  $25 \cdot 12 = 300$  ( $150$  — для первой среды и  $150$  — для второй).

В числителе указано количество межпластинных каналов для горячей (охлаждаемой) среды, в знаменателе — для холодной (нагреваемой).



# ТЕПЛООБМЕННИКИ НЕРАЗБОРНЫЕ ЦЕЛЬНОСВАРНЫЕ ТИПА ТПС С ПЛАСТИНАМИ ТИПА 1,2

Теплообменники работают при расчетных давлениях до  $40 \text{ кг/см}^2$  (до  $4 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочих сред от  $-150$  до  $+400^\circ\text{C}$ . Их применяют для работы с жидкими и газообразными средами (см. табл. 1).

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 26 и на рис. 54, 56 и 57.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина $\times$ ширина $\times$ толщина), мм	1932 $\times$ 640 $\times$ 2
Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	1,2
Вес (масса), кг	19,4

### Щелевые каналы

Шаг гофров, мм:	
вдоль потока	23
по нормали к гофрам	20
Высота гофра, мм	6
Количество гофров	87
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0115
Площадь поперечного сечения канала, $\text{м}^2$	0,00368
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	1,28
Ширина канала, мм	610
Зазор для прохода рабочей среды в канале (средний), мм	6
Приведенная длина одного канала, м	1,91
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	200*
Угол наклона гофров, град	60

\* Может быть увеличен до 800 мм.

Сечения каналов, образуемых двумя смежными пластинами, приведены на рис. 55. Каналы—сетчатопоточные.

Теплообменники состоят из сварных блоков поверхностью теплообмена  $60 \text{ м}^2$  каждый. Блок состоит из трех сварных пакетов поверхностью теплообмена по  $20 \text{ м}^2$ . Пакет состоит из 19 гофрированных пластин; количество образуемых в пакете каналов 18; количество пластин в блоке 57; количество каналов в блоке 54 (по 27 каналов для каждой среды). Пакеты сварены между собой в блок по конфигуру. С торцовых сторон блока приварены распределительные камеры со штуцерами. Через камеры рабочие среды подводятся и отводятся от каналов пластин. Сварные блоки сжаты концевыми плитами три помощи стяжных болтов. На плитах имеются опорные устройства, при помощи которых секции устанавливаются и закрепляются на общей раме аппарата.

Пример условного обозначения теплообменника сварного блочного, поверхностью теплообмена  $180 \text{ м}^2$ , с блоками из пластин типа 1,2, из стали 12X18H10T, установленными между нажимными плитами (см. рис. 56). Схема компоновки (распределение каналов блоков между рабочими

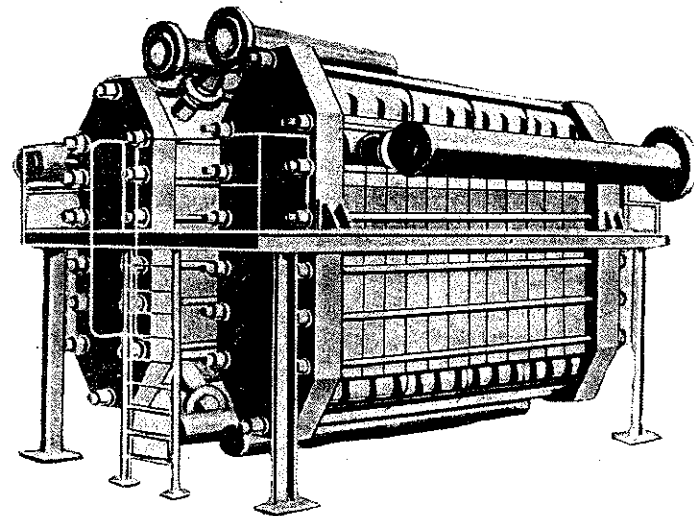


Рис. 54. Теплообменник пластинчатый блочный сварной с пластинами типа 1,2 (с двумя секциями), установленными на общей раме

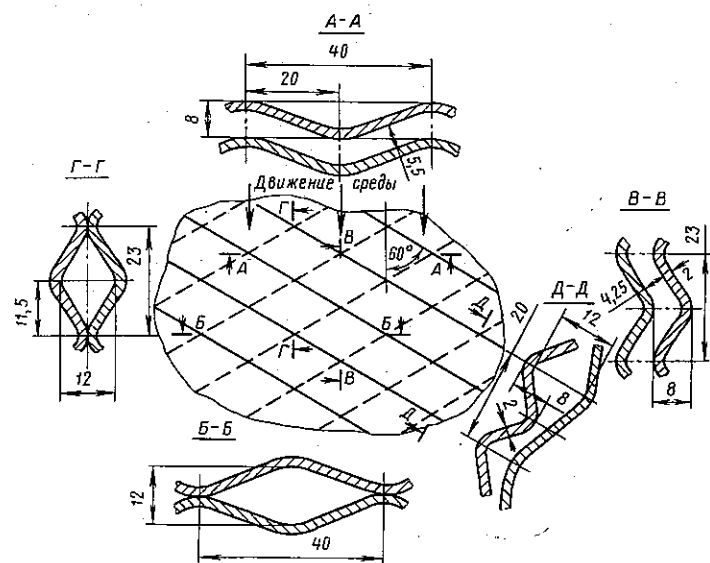


Рис. 55. Сечение каналов, образуемых двумя пластинами типа 1,2 с гофрами в «елку»

средами) трехходовая:  $\frac{27+27+27}{27+27+27}$

ТПС 1,2-180-2; Сх  $\frac{27+27+27}{27+27+27}$

Расшифровка схемы компоновки: количество блоков 3; количество каналов в блоке 54 (по 27 для каждой среды).

В числителе указано количество каналов для горячей (охлаждаемой) среды, в знаменателе — для холодной (нагреваемой).

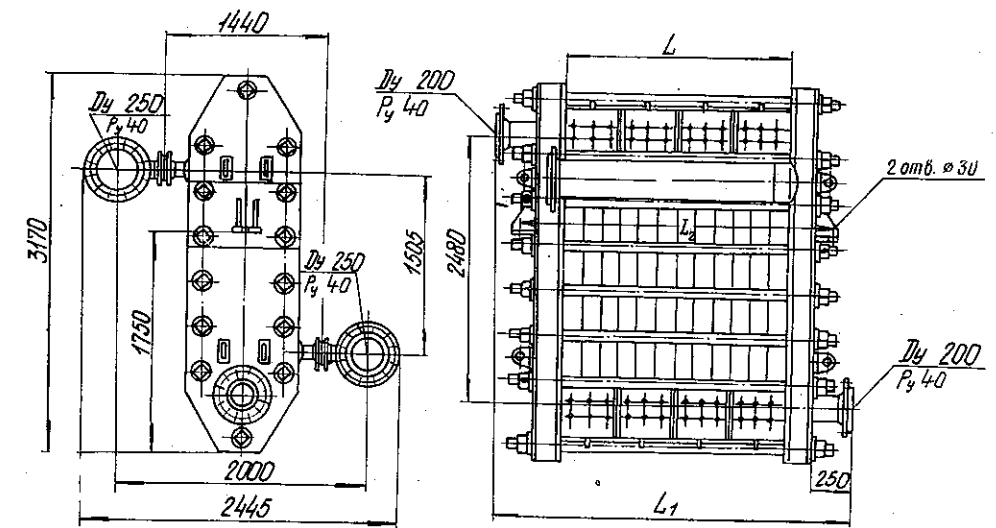


Рис. 56. Общий вид теплообменника с блоками, установленными между нажимными плитами (габаритные и присоединительные размеры)

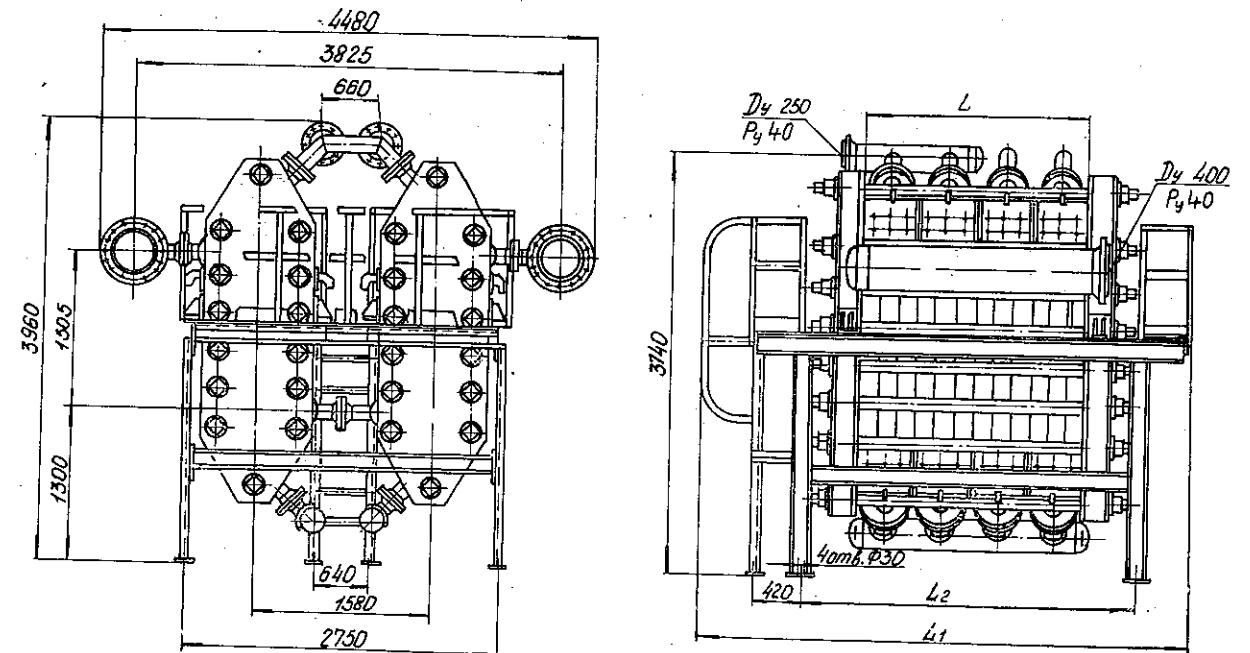


Рис. 57. Общий вид теплообменника с двумя секциями блоков, установленными на общей раме

Таблица 26

Тип пластины	Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество блоков в аппарате	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
1,2	60	1	474	1386	1474	5006
	120	2	948	1860	1948	7170
	180	3	1422	2334	2422	9170
	240	4	1896	2808	2896	11170
	300	5	2370	3282	3370	13170
	360	6	2840	3750	3840	15170
	480	8	3790	4700	4790	19170
600	10	4740	5652	5740	23170	

Примечание. Размеры и вес (масса) даны ориентировочно.

## ТЕПЛООБМЕННИКИ ПЛАСТИНЧАТЫЕ ПОЛУРАЗБОРНЫЕ ТИПА ТПП

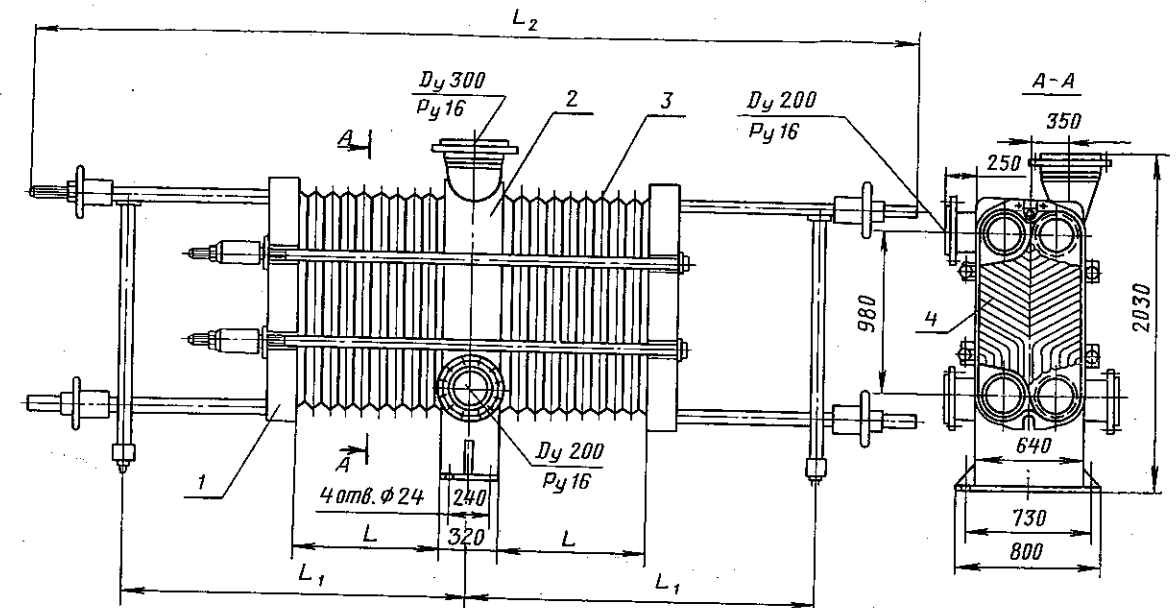


Рис. 58. Общий вид теплообменника (конденсатора) с центральной неподвижной плитой (исполнение III); габаритные и присоединительные размеры:  
1 — подвижная плита; 2 — неподвижная плита; 3 — сваренная пара пластин, образующая закрытый канал; 4 — открытый межпластинный канал с резиновой уплотнительной прокладкой по контуру пластины

### Теплообменники с пластинами типа 0,5x2 на трехопорной раме (исполнение III)

Таблица 28

Теплообменники — аппараты общего применения, предназначены для подогрева и охлаждения различных рабочих сред или для конденсации паров или парогазовых смесей, не образующих труднорастворимых загрязнений на стенках закрытых каналов. Вторая среда может быть жидкой или газообразной, но по стороне ее хода необходимо производить разборку и механическую чистку стенок пластин от загрязнения. Эти теплообменники (конденсаторы) работают при расчетном давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и рабочей температуре конденсируемых паров (или газов) от  $-30$  до  $+200^\circ \text{C}$ .

Теплообменники — аппараты общего применения, предназначены для подогрева и охлаждения различных рабочих сред или для конденсации паров или парогазовых смесей, не образующих труднорастворимых загрязнений на стенках закрытых каналов. Вторая среда может быть жидкой или газообразной, но по стороне ее хода необходимо производить разборку и механическую чистку стенок пластин от загрязнения. Эти теплообменники (конденсаторы) работают при расчетном давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и рабочей температуре конденсируемых паров (или газов) от  $-30$  до  $+200^\circ \text{C}$ .

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина × ширина × толщина), мм	1380 × 640 × 1
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,5
Вес (масса), кг	5,5
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	20,8
Высота гофра, мм	5
Количество гофров	43
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0096
Площадь поперечного сечения канала, м <sup>2</sup>	0,00288
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	1,198
Ширина канала, мм	584
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4,22
Приведенная длина канала, м	0,836
Площадь поперечного сечения коллектора (угловое отверстие на пластине), м <sup>2</sup>	0,0314
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	200

Тип пластины	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Количество сваренных пластин (блоков)	Размеры, мм			Вес (масса), кг
			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
0,5×2	100	100	600	1875	4610	3340
	120	120	720	1965	4910	3580
	140	140	840	2175	5210	3820
	160	160	960	2325	5510	4060
	180	180	1080	2450	5810	4300
	200	200	1200	2625	6110	4540
	220	220	1320	2775	6410	4780
	250	250	1500	3000	6860	5140
	280	280	1680	3225	7310	5500
	300	300	1800	3375	7610	5740

Пример условного обозначения двухсекционного конденсатора с пластинами типа 0,5×2 из стали 12X18H10T, поверхностью теплообмена 140 м<sup>2</sup>, с уплотнительными прокладками из резины марки СУ-359 и однопакетной симметричной схемой компоновки  $\frac{70}{70} \parallel \frac{70}{70}$ :

КПП 0,5-140-2-10; Сх  $\frac{70}{70} \parallel \frac{70}{70}$

## Теплообменники типа ТПП-0,3 (малого гидравлического сопротивления) с пластинами 0,3П

Теплообменники — аппараты общего применения, предназначены для работы со средами, не образующими труднорастворимых загрязнений на пластинах внутри закрытых каналов: жидкость—жидкость, пар—жидкость, газ—жидкость, а также для работы с высоковязкими средами вязкостью до  $60 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}$ ; могут быть использованы в качестве подогревателей, холодильников и конденсаторов. Теплообменники могут работать при расчетном давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) при температуре рабочих сред от  $-30$  до  $+200^\circ \text{С}$ .

Теплообменник состоит из цилиндрического сварного корпуса, в котором расположены пакеты, сваренные из двух круглых гофрированных пластин (рис. 59).

На съемной крышке имеются штуцера для входа и выхода одной рабочей среды (воды). На цилиндрической части корпуса расположен штуцер ( $D_y 300$  или  $D_y 400 \text{ мм}$ ) для второй рабочей среды.

Блок всех пакетов пластин сжимается при помощи подвижной плиты двумя стяжными болтами, проходящими через отверстия в пакетах.

В собранном теплообменнике между двумя пакетами образуются открытые каналы с малым гидравлическим сопротивлением.

При сборке пакетов входные и выходные отверстия закрытых каналов (для воды) изолированы кольцевыми уплотнительными прокладками. В собранном теплообменнике изолированные отверстия закрытых каналов образуют коллекторы, которые соединяются с камерами в съемной крышке.

Для очистки поверхностей теплообмена от загрязнений теплообменник разбирают по стороне хода одной из рабочих сред. Для удаления загрязнений в закрытых каналах применяют промывку химическими веществами.

Теплообменники малого гидравлического сопротивления могут заменить кожухотрубчатые, змеевиковые, оросительные, а также теплообменники типа «труба в трубе» в пределах указанных параметров.

Профиль гофров в сечении представляет собой равнобедренный треугольник с основанием  $36 \text{ мм}$ .

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменников приведены в табл. 29 и на рис. 60.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров по ГОСТ 1268—67 на  $P_y 6$  и  $16 \text{ кг/см}^2$ .

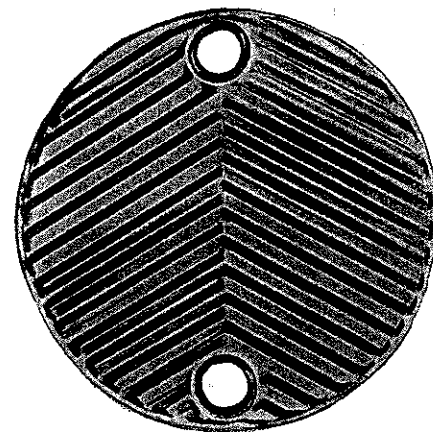


Рис. 59. Пластина типа 0,3П

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры, мм:	
наружный диаметр	626
толщина	1
Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$ :	
пластины	0,3
сварного пакета из двух пластин	0,6
Вес (масса), кг	2,5
Щелевые каналы	
Площадь поперечного сечения канала в средней части пакета, $\text{м}^2$	0,00346
Шаг гофров вдоль потока, мм	42
Высота гофра (без учета толщины пластины), мм	8
Эквивалентный диаметр канала, м	0,0156
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	8
Приведенная длина канала, м	0,7
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	0,8856
Площадь поперечного сечения коллектора (отверстие в пакете), $\text{м}^2$	0,003425
Угол наклона гофров к вертикальной оси, град	60

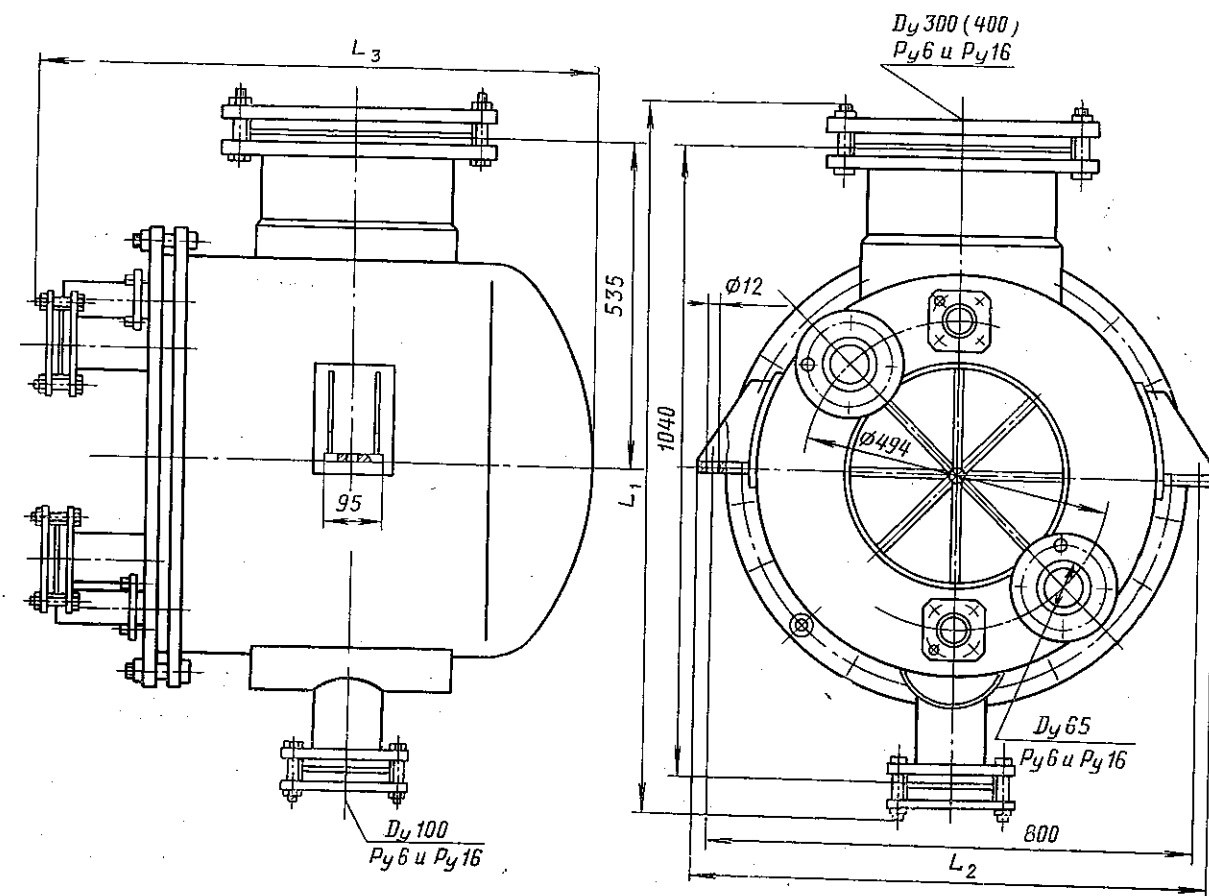


Рис. 60. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами

Таблица 29

Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество сваренных пластин (пакетов)	Размеры, мм			Вес (масса), кг
		$L_1$	$L_2$	$L_3$	
10	18	1167	845	900	460
15	26	1185	845	1035	550
20	35	1120	845	1155	620
25	43	1210	845	1300	685
31,5	54	1120	855	1485	780
40	68	1120	845	1725	900
50	85	1120	885	2015	1030

Пример условного обозначения теплообменника типа ТПП-0,3 с пластинами типа 0,3П из стали 10X17H13M2T, поверхностью теплообмена  $25 \text{ м}^2$ , с уплотнительными прокладками из резины марки ИРП-1377, со схемой компоновки  $\frac{40}{41}$ :

ТПП-0,3-25-3-12; Сх $\frac{40}{41}$

# Теплообменники типа ТПП-0,1 (малогабаритные) с пластинами 0,1П

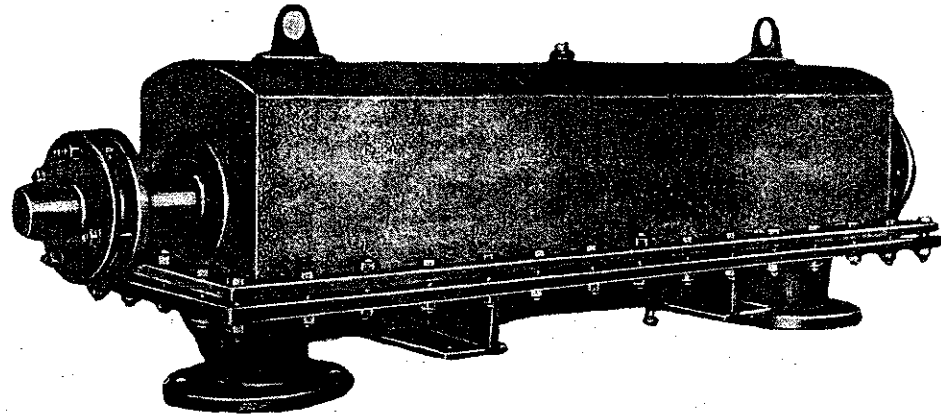


Рис. 61. Теплообменник типа ТПП-0,1 с пластинами типа 0,1П (исполнение I)

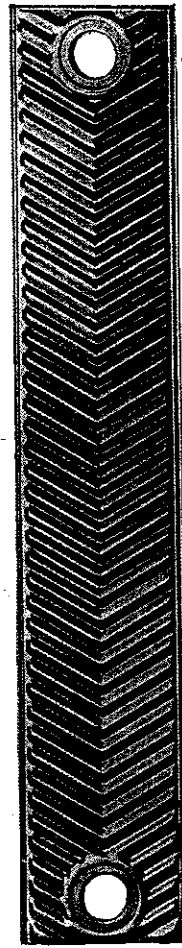


Рис. 62. Пластина типа 0,1П

Теплообменники — аппараты общего применения (рис. 61), предназначены для подогрева и охлаждения различных жидких рабочих сред, а также для конденсации паров, не образующих труднорастворимых загрязнений на стенках внутри закрытых каналов.

Теплообменники могут работать при расчетном давлении до  $16 \text{ кг/см}^2$  (до  $1,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре рабочих сред от  $-30$  до  $+200^\circ \text{C}$ .

Поверхности теплообмена аппаратов набраны из попарно сваренных по контуру пластин (пакетов) размером  $900 \times 160 \text{ мм}$ .

Между двумя сваренными пластинами имеется закрытый канал для прохода сред, не образующих труднорастворимых загрязнений.

В собранном теплообменнике между двумя пакетами образуются открытые каналы.

При сборке пакетов входные и выходные отверстия закрытых каналов должны быть изолированы кольцевыми (уплотнительными) прокладками.

В собранном теплообменнике изолированные отверстия образуют коллекторы, которые затем соединяют с трубопроводами фланцевыми соединениями.

В открытые каналы рабочая среда поступает через штуцера, расположенные на торцовых сторонах корпуса.

Для очистки открытых каналов от загрязнений теплообменники разбирают; чистку производят вручную любым способом.

Закрытые каналы очищают от загрязнений промывкой химическими веществами.

Блок всех пакетов пластин сжимается при помощи подвижной (верхней) плиты двумя стяжными болтами, проходящими через отверстия для входа и выхода одной из рабочих сред.

Корпус теплообменника сварной.

Основной деталью теплообменника является теплопередающая пластина (рис. 62).

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Пластина	
Габаритные размеры (длина $\times$ ширина $\times$ толщина), мм	900 $\times$ 160 $\times$ 0,5
Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$ :	
пластины	0,1
пакета	0,2
Вес (масса) без прокладки, кг	0,55
Щелевые каналы	
Шаг гофров вдоль потока, мм	20,7
Высота гофра, мм	4,5
Эквивалентный диаметр канала, м	0,00885
Площадь поперечного сечения канала, $\text{м}^2$	0,00064
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4,5
Ширина канала, м	0,142
Приведенная длина канала, м	0,8
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	0,29
Площадь поперечного сечения коллектора (входного и выходного отверстия в пластине), $\text{м}^2$	0,015

Поверхность теплообмена и основные размеры теплообменника приведены в табл. 30 и на рис. 63 и 64.

Присоединительные размеры фланцев штуцеров по ГОСТ 1268—67 на  $P_{y6}$  и  $16 \text{ кг/см}^2$ .

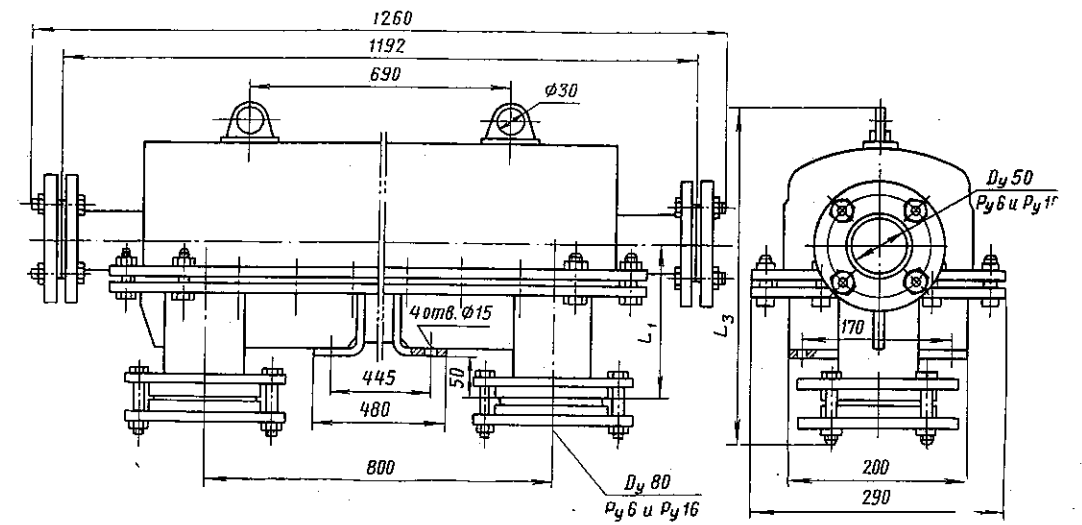


Рис. 63. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение I)

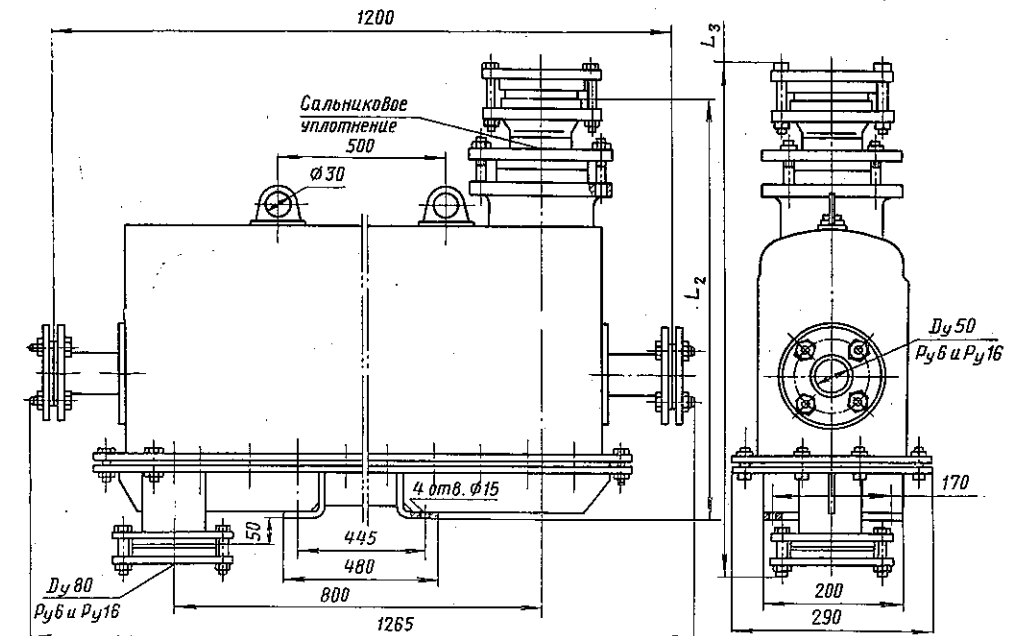


Рис. 64. Общий вид теплообменника с габаритными и присоединительными размерами (исполнение II)

Таблица 30

Поверхность теплообмена, $\text{м}^2$	Количество сваренных пластин (пакетов)	Размеры, мм			Вес (масса), кг
		$L_1$	$L_2$	$L_3$	
0,4	3	125	—	345	122
1	6	125	—	345	127
1,4	8	125	—	365	130
2	11	125	—	395	140
3	16	170	—	450	155
4	21	195	—	500	160
5	26	220	610	725	180
6,3	32	250	670	790	185
8	41	295	760	850	200
10	51	345	860	960	210

Пример условного обозначения теплообменника типа ТПП-0,1 с пластинами из стали 12X18H10T, поверхностью теплообмена  $5 \text{ м}^2$ , с уплотнительными прокладками из паронита, со схемой компоновки: ТПП-0,1-5-2-17;  $S_x \frac{26}{27}$

# Приложения

## Приложение 1

### ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМУЛ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Продолжение приложения 1

Тип пластины	Определяющие размеры	Уравнения для расчета		Область применения уравнений	
		критерия Нуссельта — Nu	коэффициента общего гидравлического сопротивления	Формула	Предельные значения
0,5E	$d_0 = 0,008$ $f_1 = 0,0018$ $L_n = 1,15$	Турбулентный режим: $Nu = 0,135 Re^{0,73} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = \frac{22,4}{Re^{0,25}}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	50—30000
		Ламинарный режим: $Nu = 0,63 Re^{0,33} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 485 Re^{-1}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	<50
		Конденсация пара при избыточном давлении: $Nu_k = 240 Re_k^{0,7} Pr_k^{0,4}$	—	$Re_k = \frac{qL_n}{r\rho_k\nu_k}$	$\Delta t \geq 10^\circ$
0,5M	$d_0 = 0,0096$ $f_1 = 0,0024$ $L_n = 1$	Турбулентный режим: $Nu = 0,135 Re^{0,73} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 15 Re^{-0,25}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	50—30000
		Ламинарный режим: $Nu = 0,6 Re^{0,33} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 324 Re^{-1}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	<50
		Конденсация пара при избыточном давлении: $Nu_k = 240 Re_k^{0,7} Pr_k^{0,4}$	—	$Re_k = \frac{qL_n}{r\rho_k\nu_k}$	$\Delta t \geq 10^\circ$
0,5Г	$d_0 = 0,0091$ $f_1 = 0,002$ $L_n = 1,18$	Турбулентный режим: $Nu = 0,165 Re^{0,65} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 4 Re^{-0,25}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	200—50000
		Ламинарный режим: $Nu = 0,46 Re^{0,33} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 210 Re^{-1}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	200
		Конденсация пара: $Nu_k = 376 Re_k^{0,6} Pr_k^{0,4}$	—	$Re_k = \frac{qL_n}{r\rho_k\nu_k}$	$\Delta t \geq 10^\circ$

8

Тип пластины	Определяющие размеры	Уравнения для расчета		Область применения уравнений	
		критерия Нуссельта—Nu	коэффициента общего гидравлического сопротивления	Формула	Предельные значения
0,3 (или 0,1П)	$d_0 = 0,008$ $f_1 = 0,0011$ $L_n = 1,12$	Турбулентный режим: $Nu = 0,1 Re^{0,73} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 19,3 Re^{-0,25}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	100—30000
		Ламинарный режим: $Nu = 0,6 Re^{0,33} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 425 Re^{-1}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	<100
		Конденсация пара при избыточном давлении: $Nu_k = 322 Re_k^{0,7} Pr_k^{0,4}$	—	$Re_k = \frac{qL_n}{r\rho_k\nu_k}$	$\Delta t \geq 10^\circ$
0,2K (или 0,3П)	$d_0 = 0,0076$ $f_1 = 0,0016$ $L_n = 0,45$	Турбулентный режим: $Nu = 0,086 Re^{0,73} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 17 Re^{-0,25}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	100—30000
		Ламинарный режим: $Nu = 0,5 Re^{0,33} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$	$\zeta = 200 Re^{-1}$	$Re = \frac{Wd_0}{\nu}$	<100
		Конденсация пара: $Nu_k = 338 Re_k^{0,7} Pr_k^{0,4}$	—	—	$\Delta t \geq 10^\circ$
Для всех типов пластин при конденсации пара при $\Delta t \leq 10^\circ$					
$\alpha_k = 1,15 \sqrt[4]{\frac{g\rho_k \lambda_k^3 r}{\nu_k L_n (t_1'' - t_{ст})}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}).$					

## Расшифровка обозначений, принятых в формулах

При конвективном теплообмене без изменения агрегатного состояния среды:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_0}{\lambda} \text{ — критерий Нуссельта;}$$

$$Re = \frac{W \cdot d_0}{\nu} \text{ — критерий Рейнольдса;}$$

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{c \cdot \nu \cdot \rho}{\lambda} \text{ — критерий Прандтля;}$$

$$Pr_{ст} = \frac{\nu_1}{a_1} \text{ — критерий Прандтля при средней температуре стенки;}$$

$$\zeta = 2Eu \cdot \frac{d_0}{L_n} \text{ — коэффициент общего гидравлического сопротивления единицы относительной длины канала, учитывающий сопротивление трения по длине канала и местные сопротивления;}$$

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot W^2} \text{ — критерий Эйлера;}$$

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{L_n}{d_0} \cdot \frac{\rho \cdot W^2}{2} \cdot X \text{ — гидравлическое сопротивление пластинчатого теплообменника, имеющего } X \text{ пакетов, включенных последовательно;}$$

$d_0$  — эквивалентный диаметр канала, м;  
 $f_1$  — площадь поперечного сечения канала, м<sup>2</sup>;  
 $L_n$  — приведенная длина канала, м;  
 $\alpha_k$  — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>×°С);  
 $\lambda$  — коэффициент теплопроводности, Вт/(м×°С);  
 $W$  — скорость движения среды в каналах, м/с;  
 $\nu$  — кинематическая вязкость, м<sup>2</sup>/с;  
 $a$  — коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/с;  
 $c$  — теплоемкость среды, Дж/(кг·град);  
 $\Delta P$  — гидравлическое сопротивление, Н/м<sup>2</sup>;  
 $\rho$  — плотность среды, кг/м<sup>3</sup>.

При конденсации паров в щелевидных каналах за определяющий размер в формулах приняты: приведенная длина канала (пластины)  $L_n$ , м;

$$Nu_k = \frac{\alpha_k L_n}{\lambda_k} \text{ — критерий Нуссельта;}$$

$$Re_k = \frac{q L_n}{\rho_k \nu_k} \text{ — критерий Рейнольдса;}$$

$q$  — удельная тепловая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> поверхности теплообмена, Вт/м<sup>2</sup>;

$r$  — удельная теплота фазового превращения, Дж/кг;

$\rho_k$  — плотность конденсата, кг/м<sup>3</sup>;

$\nu_k$  — кинематическая вязкость конденсата, м<sup>2</sup>/с;

$\lambda_k$  — коэффициент теплопроводности конденсата, Вт/(м×°С);

$t_1''$  — температура конденсации, °С;

$t_{ст}$  — средняя температура стенки, °С;

$$\Delta t = t_1'' - t_{ст}$$

## Пример расчета и выбора оптимального пластинчатого теплообменника

Каждый теплообменник должен быть рассчитан для применения в заданных условиях, т. е. необходимо определить поверхность теплообмена и, следовательно, количество пластин, схемы их компоновки и гидравлические сопротивления. Результат расчета позволит определить оптимальные условия, при которых выбранная конструкция аппарата обеспечит заданный тепловой режим и конечную температуру рабочих сред при заданном их расходе, а также схему компоновки пластин, при которой гидравлическое сопротивление аппарата не превысит допустимого предела.

Возможны и другие варианты расчета, например, определение предполагаемой конечной температуры рабочей среды в работающем теплообменнике при заданном расходе рабочей среды.

### Пример расчета

Рассчитаем требуемую поверхность теплообмена пластинчатого теплообменника для охлаждения 75%-ной фосфорной кислоты. Охлаждение — технической водой.

#### Исходные данные

Производительность аппарата (по фосфорной кислоте)  $G_1 = 42 \text{ кг/с}$  (151200 кг/ч)

Начальная температура кислоты	$t_1' = 85^\circ\text{C}$
Конечная температура кислоты	$t_1'' = 40^\circ\text{C}$
Начальная температура воды	$t_2' = 20^\circ\text{C}$
Конечная температура воды	$t_2'' = 40^\circ\text{C}$
Рабочее давление в аппарате	$P = 600000 \text{ Н/м}^2$ (6 кг/см <sup>2</sup> )
Максимально допустимое гидравлическое сопротивление по стороне хода кислоты	$\Delta P_1 = 140000 \text{ Н/м}^2$ (1,4 кг/см <sup>2</sup> )
Максимально допустимое гидравлическое сопротивление по стороне хода воды	$\Delta P_2 = 120000 \text{ Н/м}^2$ (1,2 кг/см <sup>2</sup> )

#### Теплофизические свойства кислоты

При средней температуре $\bar{t}_1 = \frac{85+40}{2} = 62,5^\circ\text{C}$ :	
плотность	$\rho_1 = 1580 \text{ кг/м}^3$
удельная теплоемкость	$c_1 = 2132 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$ (0,51 ккал/кг·град)
коэффициент теплопроводности	$\lambda_1 = 0,357 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ (0,307 ккал/м·ч·град)

кинематическая вязкость  $\nu_1 = 6,33 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Теплофизические свойства воды

При средней температуре

$$\bar{t}_2 = \frac{20+40}{2} = 30^\circ\text{C}$$

плотность  $\rho_2 = 995,7 \text{ кг/м}^3$

удельная теплоемкость  $c_2 = 4187 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$  (1 ккал/кг·град)

коэффициент теплопроводности  $\lambda_2 = 0,618 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$  (0,531 ккал/м·ч·град)

кинематическая вязкость  $\nu_2 = 0,805 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Теплообменник комплектуют из пластин типа 0,5Е из стали марки Х17Н13М2Т.

Определяющие размеры пластин и межпластинных каналов:

поверхность теплообмена пластины	$F_1 = 0,5 \text{ м}^2$
эквивалентный диаметр канала	$d_0 = 0,008 \text{ м}$
площадь поперечного сечения канала	$f_1 = 0,0018 \text{ м}^2$
приведенная длина канала	$L_n = 1,15 \text{ м}$
условный диаметр углового отверстия	$D_y = 150 \text{ мм}$

Расчет выполнен по методике в соответствии с РТМ 26-01-36—70 «Теплообменники пластинчатые. Методы тепловых и гидромеханических расчетов». УкрНИИХиммаш, 1970 г.

### Тепловой расчет

1. Количество тепла, передаваемого в единицу времени:

$$Q = G_1 \cdot c_1 (t_1' - t_1'') = 42 \cdot 2132 (85 - 40) = 4020000 \text{ Вт} = 3470000 \text{ ккал/ч}$$

2. Расход охлаждающей воды:

$$G_2 = \frac{Q}{c_2 (t_2'' - t_2')} = \frac{4020000}{4187 (40 - 20)} = 48 \text{ кг/с} = 173000 \text{ кг/ч}$$

$$V_2 = \frac{G_2}{\rho_2} = \frac{48}{995,7} = 0,0482 \text{ м}^3/\text{с} = 174 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3. Средний температурный напор: схема потоков:

$$85 \text{ — } \rightarrow 40$$

$$40 \text{ — } \leftarrow 20$$

$$\Delta t_0 = 45^\circ\text{C}; \quad \Delta t_m = 20^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_0 - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_0}{\Delta t_m}} = \frac{45 - 20}{2,3 \lg \frac{45}{20}} = 30,9^\circ\text{C}$$

Первое приближение:

4. Рациональная скорость движения кислоты в каналах теплообменника:

для ориентировочного расчета скорости  $W_1$  движения кислоты в каналах между пластинами принимаем коэффициент теплоотдачи со стороны хода

кислоты  $\alpha_1' = 3500 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  (3000 ккал/м<sup>2</sup>·ч·град) (с учетом термического сопротивления от загрязнений, которые по стороне кислоты весьма значительны).

$$\alpha_1' = \frac{\alpha_1 \cdot \lambda_1}{\lambda_1 + \alpha_1 \delta_1}$$

где  $\lambda_1$  и  $\delta_1$  — теплопроводность и толщина слоя загрязнений на стенке со стороны хода кислоты;

$$\bar{t}_{ст} = \frac{\bar{t}_1 + \bar{t}_2}{2} = \frac{62,5 + 30}{2} = 46,25^\circ\text{C} \text{ (в первом приближении);}$$

$\zeta_1 = 5$ , где  $\zeta_1$  — коэффициент общего гидравлического сопротивления единицы относительной длины извилистого щелевидного канала, безразмерный.

Тогда:

$$W_1 = 2 \sqrt[3]{\frac{\alpha_1' (\bar{t}_1 - \bar{t}_{ст}) \Delta P}{c_1' (t_1' - t_1'') \rho_1^2 \zeta_1}} = 2 \sqrt[3]{\frac{3500 (62,5 - 46,25) \cdot 1,4 \cdot 10^{-4}}{2132 (85 - 40) \cdot 1580^2 \cdot 5}} = 0,37 \text{ м/с}$$

5. Критерий Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{W_1 d_0}{\nu_1} = \frac{0,37 \cdot 0,008}{6,33 \cdot 10^{-6}} = 466$$

6. Проверим принятое значение коэффициента общего гидравлического сопротивления:

$$\zeta_1 = \frac{22,4}{Re_1^{0,25}} = \frac{22,4}{466^{0,25}} = 4,84$$

что достаточно близко к принятой величине.

7. Критерий Прандтля  $Pr_1$  и  $Pr_{ст}$ :

$$Pr_1 = \frac{\nu_1 \rho_1 c_1}{\lambda_1} = \frac{6,33 \cdot 10^{-6} \cdot 1580 \cdot 2132}{0,357} = 60$$

При  $\bar{t}_{ст} = 46,25^\circ\text{C}$ :

$$c_{ст} = 2050 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$$
 (0,49 ккал/(кг·град);  
 $\nu_{ст} = 8,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $\rho_{ст} = 1580 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda_{ст} = 0,354 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$  (0,304 ккал/м·ч·град)

$$Pr_{ст} = \frac{c_{ст} \nu_{ст} \rho_{ст}}{\lambda_{ст}} = \frac{2050 \cdot 8,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1580}{0,354} = 75,8$$

8. Критерий Нуссельта:

$$Nu_1 = 0,135 Re_1^{0,73} Pr_1^{0,43} \left( \frac{Pr_1}{Pr_{ст}} \right)^{0,25} = 0,135 \cdot 466^{0,73} \cdot 60^{0,43} \cdot \left( \frac{60}{75,8} \right)^{0,25} = 0,135 \cdot 88,5 \cdot 5,9 \cdot 0,95 = 65,4$$

9. Коэффициент теплоотдачи от кислоты к стенке:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{d_0} = \frac{65,4 \cdot 0,357}{0,008} = 2920 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$
 (2550 ккал/м<sup>2</sup>·ч·град)

10. Рациональная скорость движения воды в каналах теплообменника:

для ориентировочного расчета скорости  $W_2$  принимаем:  $\alpha_2 = 2500 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  (2150 ккал/м<sup>2</sup>·ч·град) (с учетом термического сопротивления от загрязнений):

$$\alpha_2' = \frac{\alpha_2 \cdot \lambda_2}{\lambda_2 + \alpha_2 \delta_2}$$

где  $\lambda_2$  и  $\delta_2$  — коэффициенты теплопроводности и толщина слоя загрязнений со стороны хода воды (средняя):

$$\bar{t}_{ст} = \frac{\bar{t}_1 + \bar{t}_2}{2} = \frac{62,5 + 30}{2} =$$

$$= 46,25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (в первом приближении).}$$

$\zeta_2 = 2,6$ , тогда:

$$W_2 = 2 \sqrt[3]{\frac{\alpha_2(\bar{t}_{ст} - \bar{t}_2)\Delta P_2}{c_2(\bar{t}_2 - \bar{t}_2)^{0,25}}}$$

$$= 2 \sqrt[3]{\frac{2500(46,25 - 30)1,2 \cdot 10^4}{4187(40 - 20) \cdot 995,72 \cdot 2,6}} = 0,567 \text{ м/с.}$$

11. Критерий Рейнольдса:

$$Re_2 = \frac{W_2 d_3}{\nu_2} = \frac{0,567 \cdot 0,008}{0,805 \cdot 10^{-6}} = 5650.$$

12. Проверим принятое значение коэффициента общего гидравлического сопротивления:

$$\zeta_2 = \frac{22,4}{Re_2^{0,25}} = \frac{22,4}{5650^{0,25}} = 2,53,$$

что достаточно близко к принятой величине  $\zeta_2$ .

13. Значение критериев Прандтля  $Pr_2$  и  $Pr_{ст}$  для воды при:

$$\bar{t}_2 = 30^\circ\text{C} \quad Pr_2 = 5,42$$

$$\bar{t}_{ст} = 46,25^\circ\text{C} \quad Pr_{ст} = 3,848.$$

14. Критерий Нуссельта:

$$Nu_2 = 0,135 Re_2^{0,73} Pr_2^{0,43} \left(\frac{Pr_2}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} =$$

$$= 0,135 \cdot 5650^{0,73} \cdot 5,42^{0,43} \cdot \left(\frac{5,42}{3,848}\right)^{0,25} =$$

$$= 0,135 \cdot 548,3 \cdot 2,07 \cdot 1,09 = 167.$$

15. Коэффициент теплоотдачи от стенки к воде:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \lambda_2}{d_3} = \frac{167 \cdot 0,618}{0,008}$$

$$= 12900 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)} (11100 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}).$$

16. Термическое сопротивление стенки пластины и загрязнений на ней:

термическое сопротивление загрязнений на стенке со стороны хода фосфорной кислоты:

$$\frac{\delta_1}{\lambda_1} = 0,00005 \text{ (м}^2 \times ^\circ\text{C)/Вт} = (0,000043 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал});$$

термическое сопротивление стенки из стали марки Х18Н10Т при ее толщине  $\delta_{ст} = 1 \text{ мм}$ :

$$\frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} = 0,000063 \text{ (м}^2 \times ^\circ\text{C)/Вт} = (0,000054 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал});$$

термическое сопротивление загрязнений на стенке со стороны хода воды:

$$\frac{\delta_2}{\lambda_2} = 0,00017 \text{ (м}^2 \times ^\circ\text{C)/Вт} = (0,000146 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал})$$

17. Коэффициент теплопередачи при выбранных выше скоростях для кислоты и воды:

$$K'_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2920} + 0,000051 + 0,000063 + 0,000171 + \frac{1}{12900}} =$$

$$= 1420 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)} = (1220 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$$

18. Поверхность теплообмена:

$$F_a = \frac{Q}{K \Delta t_{ср}} = \frac{4020000}{1420 \cdot 30,9} = 92 \text{ м}^2.$$

Принимаем ближайшую стандартную поверхность теплообмена  $F'_a = 100 \text{ м}^2$ .

### Конструктивный расчет

1. Площадь поперечного сечения пакета:

по стороне хода кислоты  $f_{п1} = \frac{V_1}{W_1} = \frac{0,0266}{0,37} = 0,0722 \text{ м}^2$ ;

по стороне хода воды  $f_{п2} = \frac{V_2}{W_2} = \frac{0,0482}{0,567} = 0,085 \text{ м}^2$ .

2. Количество каналов в одном пакете:

для кислоты  $m_1 = \frac{f_{п1}}{f_1} = \frac{0,0722}{0,0018} = 40,2$ ;

принимаем  $m_1 = 40$ ;

для воды  $m_2 = \frac{f_{п2}}{f_2} = \frac{0,085}{0,0018} = 47,2$ ;

принимаем  $m_2 = 47$ .

3. Число пластин в одном пакете:

для кислоты  $n_1 = 2 \cdot m_1 = 2 \cdot 40 = 80 \text{ шт.}$ ;

для воды  $n_2 = 2 \cdot m_2 = 2 \cdot 47 = 94 \text{ шт.}$

4. Поверхность теплообмена одного пакета:

для кислоты  $F_{п1} = F_1 n_1 = 0,5 \cdot 80 = 40 \text{ м}^2$ ;

для воды  $F_{п2} = F_2 n_2 = 0,5 \cdot 94 = 47 \text{ м}^2$ .

5. Количество пакетов в аппарате:

по стороне хода кислоты  $X_1 = \frac{F'_a}{F_{п1}} = \frac{100}{40} = 2,5$ ;

принимаем  $X_1 = 2$ ;

по стороне хода воды  $X_2 = \frac{F'_a}{F_{п2}} = \frac{100}{47} = 2,12$ ;

принимаем  $X_2 = 2$ .

6. Число пластин в аппарате:

$$n = \frac{F'_a + 2F_1}{F_1} = \frac{100 + 2 \cdot 0,5}{0,5} = 202 \text{ шт.}$$

7. Схема компоновки пластин в аппарате при  $X = 2$ :

$$C_x \frac{50+50}{51+50}$$

Второе приближение:

8. Фактическая площадь поперечного сечения пакетов для принятого аппарата:

$$f_{п} = m_1 f_1 = 50 \cdot 0,0018 = 0,09 \text{ м}^2.$$

9. Фактическая скорость движения кислоты и воды в каналах:

$$W_1 = \frac{V_1}{f_{п}} = \frac{0,0266}{0,09} = 0,296 \text{ м/с};$$

$$W_2 = \frac{V_2}{f_{п}} = \frac{0,0482}{0,09} = 0,536 \text{ м/с.}$$

Проверим величину выбранной поверхности теплообмена при фактических скоростях рабочих сред: критерий Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{W_1 d_3}{\nu_1} = \frac{0,296 \cdot 0,008}{6,33 \cdot 10^{-6}} = 374;$$

$$Re_2 = \frac{W_2 d_3}{\nu_2} = \frac{0,536 \cdot 0,008}{0,805 \cdot 10^{-6}} = 5330;$$

критерий Нуссельта:

$$Nu_1 = 0,135 Re_1^{0,73} Pr_1^{0,43} \left(\frac{Pr_1}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} =$$

$$= 0,135 \cdot 75,6 \cdot 5,8 \cdot 0,95 = 55,8;$$

$$Nu_2 = 0,135 Re_2^{0,73} Pr_2^{0,43} \left(\frac{Pr_2}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} =$$

$$= 0,135 \cdot 524,5 \cdot 2,07 \cdot 1,09 = 160;$$

коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{d_3} = \frac{55,8 \cdot 0,357}{0,008} = 2490 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)} =$$

$$= (2140 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град});$$

$$\alpha_2 = \frac{160 \cdot 0,618}{0,008} = 12350 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)} =$$

$$= (10600 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град});$$

коэффициент теплопередачи:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2490} + 0,00005 + 0,000063 + 0,00017 + \frac{1}{12350}} =$$

$$= 1305 \text{ Вт/(м}^2 \times ^\circ\text{C)} = (1120 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град});$$

поверхность теплообмена:

$$F_a = \frac{Q}{K \Delta t_{ср}} = \frac{4020000}{1305 \cdot 30,9} = 99,8 \text{ м}^2.$$

Выбранная по табл. 6 (см. стр. 15) поверхность теплообмена  $F = 100 \text{ м}^2$  и схема компоновки удовлетворяют заданным исходным условиям.

### Гидромеханический расчет

Из предыдущих разделов расчета имеем:

1. Фактические скорости движения кислоты и воды в каналах теплообменника:

$$W_1 = 0,296 \text{ м/с}; \quad W_2 = 0,536 \text{ м/с.}$$

Критерий Рейнольдса:

$$Re_1 = 374; \quad Re_2 = 5330.$$

2. Коэффициент общего гидравлического сопротивления единицы относительной длины канала:

$$\zeta_1 = \frac{22,4}{Re_1^{0,25}} = \frac{22,4}{374^{0,25}} = 5,1;$$

$$\zeta_2 = \frac{22,4}{Re_2^{0,25}} = \frac{22,4}{5330^{0,25}} = 2,62.$$

3. Гидравлическое сопротивление пакетов пластин:

$$\Delta P_1 = \zeta_1 \frac{L_{п1}}{d_3} \rho_1 \frac{W_1^2}{2} X_1 = \frac{5,1 \cdot 1,15 \cdot 1580 \cdot 0,296^2 \cdot 2}{0,008 \cdot 2} =$$

$$= 101300 \text{ Н/м}^2 (1,01 \text{ кг/см}^2)$$

$$\Delta P_2 = \zeta_2 \frac{L_{п2}}{d_3} \rho_2 \frac{W_2^2}{2} X_2 = \frac{2,62 \cdot 1,15 \cdot 995,7 \cdot 0,536^2 \cdot 2}{0,008 \cdot 2} =$$

$$= 108000 \text{ Н/м}^2 (1,08 \text{ кг/см}^2).$$

4. Проверим скорости движения кислоты и воды в штуцерах входа и выхода:

$$W_{01} = \frac{V_1}{f_2} = \frac{0,0266}{0,0173} = 1,54 \text{ м/с};$$

$$W_{02} = \frac{V_2}{f_2} = \frac{0,0482}{0,0173} = 2,79 \text{ м/с.}$$

Так как скорость воды в штуцере больше расчетной  $W_0 = 2,5 \text{ м/с}$ , то рассчитаем местное гидравлическое сопротивление штуцера:

$$\Delta P_{м.с.} = \zeta_m \frac{W_{02}^2 \rho_2}{2} = 1,5 \cdot \frac{2,79^2}{2} \cdot 995,7 =$$

$$= 5820 \text{ Н/м}^2 (0,0582 \text{ кг/см}^2),$$

где  $\zeta_m = 1,5$  — коэффициент местного сопротивления.

Местное сопротивление обоих штуцеров:

$$\Delta P_{м.с.} = 5820 \times 2 = 11640 \text{ Н/м}^2 (0,1164 \text{ кг/см}^2).$$

5. Общее гидравлическое сопротивление теплообменника:

для кислоты  $\Delta P = \Delta P_1 = 101300 \text{ Н/м}^2 (1,01 \text{ кг/см}^2)$ ;

для воды  $\Delta P_2 = \Delta P'_2 + \Delta P_{м.с.} = 108000 + 11640 =$

$= 119640 \text{ Н/м}^2 (1,196 \text{ кг/см}^2)$ .

6. Сопоставим заданные максимально допустимые гидравлические сопротивления с расчетным: условие:

$$\frac{\Delta P_{задан.}}{\Delta P_{расч.}} \geq 1 \text{ или } \frac{140000}{101300} = 1,38; \quad \frac{120000}{119640} = 1,003,$$

что удовлетворяет заданному условию.

7. Расчет мощности, необходимый для преодоления гидравлических сопротивлений при прокачивании кислоты и воды через теплообменник:

$$M_1 = \frac{V_1 \Delta P_1}{\eta_1} = \frac{0,0266 \cdot 101300}{0,372} = 7260 \text{ Вт};$$

$$M_2 = \frac{V_2 \Delta P_2}{\eta_2} = \frac{0,0482 \cdot 119640}{0,74} = 7800 \text{ Вт},$$

где  $\eta_1$  и  $\eta_2$  — коэффициенты полезного действия насосов;

$$\eta_1 = 0,372 \text{ — насос КНЗ-8/32;}$$

$$\eta_2 = 0,74 \text{ — насос 6К-86.}$$

Таким образом, расчет показал, что для заданных условий требуется теплообменник

$$\text{ТПР 0,5Е-100-4-10; } C_x \frac{50+50}{51+50}.$$

Полученный результат расчета и выбора теплообменника следует указать в опросном листе для оформления заказа на поставку аппарата (см. приложение 3).

Если заказчик не может самостоятельно рассчитать и выбрать оптимальный типоразмер теплообменника, ему необходимо заполнить исходные данные в опросном листе и выслать его по адресу: г. Харьков, 310126, Райсоветский пер., 2, УкрНИИхиммаш.

Прочностные расчеты разборных пластинчатых теплообменников следует выполнять по РТМ

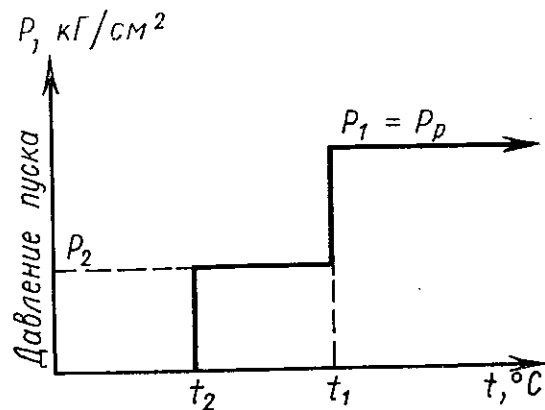
26-01-39—70 «Теплообменники пластинчатые разборные. Методика расчета на прочность и герметичность», УкрНИИхиммаш, 1972 г.; прочностные расчеты сварных пластинчатых теплообменников — по методике УкрНИИхиммаша. «Методика расчета на прочность блочных сварных пластинчатых теплообменников», 1971 г.

Приложение 2

**РЕГЛАМЕНТ ПРОВЕДЕНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ПУСКА, ОСТАНОВКИ И ИСПЫТАНИЙ НА ПЛОТНОСТЬ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ХИМИЧЕСКИХ, НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ, А ТАКЖЕ НА ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛАХ И ГАЗОБЕНЗИНОВЫХ ЗАВОДАХ**

Настоящий регламент распространяется на пластинчатые теплообменники, изготовляемые в соответствии с ОСТ 26-291—71 «Сосуды и аппараты сварные стальные. Технические требования» и эксплуатируемые под давлением на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях.

1. Пуск в зимнее время теплообменных аппаратов, установленных на открытом воздухе (или в неотапливаемых помещениях), работающих под давлением, надо производить при постепенном изменении температуры и давления (см. график). Чем ниже



же температура корпуса теплообменника, тем меньше допустимое давление теплоносителя и повышенные давления по мере прогрева корпуса.

$t_1$  — наименьшая температура, при которой сталь и ее сварные соединения допускаются для работы при давлении, указанном в табл. 3, 5, 7, 15, 16, 17, 18 ОСТ 26-291—71 (плиты из стали ВМСт. Зкп  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ , из стали 16ГС  $t_1 = -40^\circ\text{C}$ );  $t_2$  — наименьшая температура воздуха, при которой допускается пуск аппарата под давлением  $P_p$  (рабочее давление),  $P_2 = 0,35 P_p$  и не

более  $1 \text{ кг/см}^2$  для аппаратов с рабочим давлением  $P_p \leq 3 \text{ кг/см}^2$ .

При температуре  $t_1$  ниже или равной  $t_2$  давление пуска  $P_2 = P_1$ .

2. Достижение давления  $P_1$  рекомендуется осуществлять при скорости повышения или понижения температуры, указанной в таблице, если нет других указаний в технической документации.

3. При остановке аппарата в зимнее время снижение давления при понижении температуры должно отвечать требованиям графика и указанной таблицы. Аппарат и трубопроводы должны быть освобождены от замерзающих жидкостей.

4. При необходимости испытания аппарата на герметичность при рабочем давлении в зимнее время следует выполнять все требования, предъявляемые к пуску.

5. Пуск, остановку и разборку теплообменников рекомендуется по возможности производить при температуре окружающего воздуха выше  $0^\circ\text{C}$ . При температуре ниже  $0^\circ\text{C}$  рекомендуется прогревать аппарат.

Тип теплообменника	Поверхность теплообмена, м²	Рабочее давление $P_p$ , кг/см²	Время пуска, мин	Интервал изменения давления, мин
Разборный	50—160	До 10	10	5
	Более 160	До 10	15	5
Блочный	60—160	До 25	15	5
	Более 160	До 25	20	7
Сварной	60—160	До 40	20	7
	Более 160	До 40	30	10

**Опросный лист для заказа пластинчатых теплообменников**

(Наименование предприятия, заполняющего опросный лист)

К рабочим чертежам объекта \_\_\_\_\_

Завод \_\_\_\_\_

Цех \_\_\_\_\_

Наименование продукта и условия применения теплообменника \_\_\_\_\_

Главный инженер проекта \_\_\_\_\_ (подпись)

Инженер-технолог \_\_\_\_\_ (подпись)

Примечание. Заполненный опросный лист высылается в двух экземплярах на заключение в УкрНИИхиммаш по адресу: г. Харьков, 310126, Райсоветский пер., 2.

Наименование аппарата \_\_\_\_\_

Назначение в технологической схеме \_\_\_\_\_

Обозначение аппарата по каталогу \_\_\_\_\_

Характеристика рабочих сред и их теплофизические параметры

	Охлаждаемая среда	Нагреваемая среда
Производительность (расход) рабочих сред, кг/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) _____		
Физическое состояние (газ, пар, жидкость) _____		
Температура, $^\circ\text{C}$ :		
начальная _____		
конечная _____		
Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ :		
при температуре, $^\circ\text{C}$ :		
начальной _____		
конечной _____		
Кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$ :		
при температуре, $^\circ\text{C}$ :		
начальной _____		
конечной _____		
Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$ :		
при температуре, $^\circ\text{C}$ :		
начальной _____		
конечной _____		
Удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$		
Рабочее давление, $\text{кг}/\text{см}^2$ ( $\text{Мн}/\text{м}^2$ ) _____		
Напор для преодоления гидравлических сопротивлений в теплообменнике, $\text{кг}/\text{см}^2$ ( $\text{Мн}/\text{м}^2$ ) _____		



Дополнительные данные о теплоносителях (загрязненность, склонность к отложениям на поверхности, агрессивность к металлу и резине)

Материал поверхности теплообмена \_\_\_\_\_

(марка материала, ГОСТ, ТУ)

Марка материала для уплотнительных прокладок (ГОСТ, ТУ) \_\_\_\_\_

Какие конструкции аппарата применяются для данного процесса в настоящее время и их недостатки \_\_\_\_\_

Технико-экономическое обоснование выбора данного типа аппарата \_\_\_\_\_

Необходимость и периодичность чистки аппарата и ее способ \_\_\_\_\_

Необходимые КИП и регуляторы для установки на аппарате \_\_\_\_\_

Особые требования \_\_\_\_\_

Потребность в таких аппаратах на ближайшие 3—5 лет \_\_\_\_\_

Срок поставки аппарата \_\_\_\_\_

Сведения о заказчике:

наименование и адрес организации, которая заказывает аппарат \_\_\_\_\_

наименование и адрес организации, для которой заказывается аппарат \_\_\_\_\_

основание для заказа (фонд, приказ, распоряжение и т. д.) \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
Общие сведения . . . . .	4

### Теплообменники пластинчатые разборные типа ТПР

Теплообменники с пластинами типа 0,5Е . . . . .	12
Теплообменники на консольной раме (исполнение I) . . . . .	13
Теплообменники на двухпорной раме с дополнительными стяжками (исполнение II) . . . . .	14
Теплообменники на двухпорной раме без дополнительных стяжек (исполнение II-A) . . . . .	16
Двухсекционные теплообменники-конденсаторы с промежуточной плитой (исполнение IV) . . . . .	17
Теплообменники с пластинами типа 0,5М (ГОСТ 15518—70) . . . . .	19
Теплообменники на консольной раме (исполнение I) . . . . .	20
Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II) . . . . .	21
Двухсекционные теплообменники на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III) . . . . .	22
Двухсекционные теплообменники-конденсаторы на двухпорной раме с промежуточной плитой (исполнение IV) . . . . .	23
Теплообменники с пластинами типа 0,5Г (с горизонтальными гофрами) . . . . .	25
Теплообменники с пластинами типа 0,3 (ГОСТ 15518—70) . . . . .	27
Теплообменники на консольной раме (исполнение I) . . . . .	28
Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II) . . . . .	29
Теплообменники на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III) . . . . .	30
Теплообменники на двухконсольной раме (исполнение IV-A) . . . . .	31
Теплообменники с пластинами типа 0,2К . . . . .	32
Теплообменники с пластинами типа 0,63 . . . . .	34
Теплообменники на консольной раме (исполнение I) . . . . .	35
Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II) . . . . .	36
Теплообменники на трехпорной раме с промежуточной плитой (исполнение III) . . . . .	37
Теплообменники на двухконсольной раме (исполнение IV-A) . . . . .	38

### Теплообменники пластинчатые блочные сварные типа ТПБС с пластинами типа 0,8

Теплообменники на консольной раме (исполнение I) . . . . .	41
Теплообменники на двухпорной раме (исполнение II) . . . . .	42
Теплообменники на трехпорной раме (исполнение III) . . . . .	43

### Теплообменники неразборные цельносварные типа ТПС с пластинами типа 1,2

#### Теплообменники пластинчатые полуразборные типа ТПП

Теплообменники с пластинами типа 0,5×2 на трехпорной раме (исполнение III) . . . . .	46
Теплообменники типа ТПП-0,3 (малогабаритные) с пластинами 0,3П . . . . .	48
Теплообменники типа ТПП-0,1 (малогабаритные) с пластинами типа 0,1П . . . . .	50
Приложение 1.	
Перечень формул для тепловых и гидромеханических расчетов пластинчатых теплообменников . . . . .	52
Пример расчета и выбора оптимального пластинчатого теплообменника . . . . .	54
Приложение 2.	
Регламент проведения в зимнее время пуска, остановки и испытаний на плотность пластинчатых теплообменников . . . . .	58
Приложение 3.	
Опросный лист для заказа пластинчатых теплообменников . . . . .	59

Ведущий редактор Н. Н. Бенсман

Редактор М. Б. Вигдорович

Технический редактор Е. Д. Монзуль

Корректор Г. А. Уранова

Подписано в печать 2/XII 1974 г. Т-19584.

Сдано в набор 6/VI 1974 г.

Усл. печ. л. 7,5.

Уч.-изд. л. 5,86.

Тираж 4500 экз.

Форм. 60×90<sup>1</sup>/<sub>4</sub>.

Заказ № 2063.

Изд. № 5217.

Цена 1 р. 35 коп.

ЦИНТИхимнефтемаш, 119048, Москва, Г-48, ул. Доватора, 12

Типография НИИМАШ, ст. Щербинка