

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://forcel.nt-rt.ru> || fcr@nt-rt.ru

ГЕЛИКОИДНЫЕ ТЕПЛОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ



ОГЛАВЛЕНИЕ


Принятые обозначения и сокращения	ЧАСТЬ I	4
ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ		5
1. Общие сведения		6
1.1. Описание		6
1.2. Маркировка аппаратов Форсел		7
2. Рекомендации по проектированию и использованию		8
2.1. Эксплуатационные ограничения		8
2.2. Общие рекомендации по проектированию		8
2.3. Подача теплоносителей в аппарат		9
2.4. Запорная и запорно-регулирующая арматура		10
2.5. Предохранительные устройства от повышения давления		11
2.6. Измерительные приборы		12
3. Конструкция аппарата Форсел ВВТ, ПВТ		14
3.1. Устройство аппарата		14
3.2. Принцип работы		14
3.3. Упаковка		16
ЧАСТЬ II. ПРИМЕНЕНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ		17
4. Меры безопасности		18
4.1. Общие указания		18
4.2. Транспортировка		21
4.3. Хранение		21
4.4. Утилизация		22
5. Монтаж аппаратов Форсел		23
5.1. Подготовка к монтажу		23
5.2. Монтаж		24
5.3. Демонтаж		27
6. Эксплуатация		28
6.1. Подготовка к вводу в эксплуатацию		28
6.2. Ввод в эксплуатацию		29
6.3. Регулирование		31
6.4. Эксплуатационный период		32
6.5. Остановка работы		33
7. Техническое обслуживание		35
7.1. Общие сведения		35
7.2. Подготовка к сборке/разборке аппарата		35
7.3. Сборка		36
7.4. Разборка		36
7.5. Промывка аппарата		37
7.6. Механическая чистка аппарата		38
7.7. Ремонт трубных решеток		39
8. Постпродажное и Гарантийное обслуживание		40
8.1. Общие положения	ЧАСТЬ III	40
ПРИЛОЖЕНИЯ		43
Приложение А. Материалы и конструкционные элементы		44
Приложение В. Рекомендации по применению		45
Приложение С. Неисправности и критерии отказа		46
Приложение D. Анализ Риска применения		48
Приложение Е. Ссылочные нормативные документы		49
Приложение F. Рекомендуемые схемы обвязки		50
Приложение G. Движение изделия при эксплуатации		52


ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данном руководстве по эксплуатации используются следующие символы и маркировки и обозначения, призванные привлечь внимание на важный информационный контекст:

 **Предупреждение:** Большой риск.

Такая форма записи означает значительную потенциальную опасность, возможно, для жизни и здоровья персонала. Текст в рамке объясняет тип опасности, её причины и последствия и дает рекомендации по её предотвращению.

 **Внимание:** Средний риск. Такая запись означает опасность для оборудования и его частей. Игнорирование данного предупреждения может привести к материальному ущербу.

 Информация. Такая отметка указывает на обстоятельства и опции, которые следует учитывать при эксплуатации устройства.

ВВТ Информация, относящаяся только к

ПВТ указанным типам аппаратов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для подготовки персонала, занимающегося эксплуатацией геликоидных теплообменных аппаратов (ГТА) Форсел различных типов и состоит из технического описания конструкции и работы устройств, рекомендаций по проектированию, указаний по его техническому обслуживанию в процессе эксплуатации, хранения, транспортирования, утилизации, монтажа и ремонта*.

ñ Некоторые разделы РЭ рекомендованы к ознакомлению перед формированием заказа аппарата на производстве. Это позволит избежать ошибок и неточностей при проектировании теплообменного узла в системе.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1.1. Теплообменник Форсел — геликоидный теплообменный аппарат разборной конструкции. Предназначен для работы в различных технологических процессах, где требуется передача тепла, нагрев или охлаждение разного рода жидкостей различных паров и газов, в том числе на объектах теплоэнергетики (котельные, ТЭЦ, ИТП, ЦТП), а так же в холодильно-производственных установках.

1.1.2. ГТА Форсел обладает одним из самых высоких показателей эффективности среди всех типов теплообменных аппаратов общего назначения. Каждое устройство разрабатывается и изготавливается индивидуально под конкретную техническую задачу. Аппараты Форсел рекомендуются к установке в целях снижения расходов на закупку и эксплуатацию теплообменного оборудования, оптимизации внутреннего пространства тепломеханических узлов, упрощения и ускорения монтажно-строительных работ при установке.

- ▶ системы теплоснабжения;
- ▶ электроэнергетика;
- ▶ металлургическая промышленность;
- ▶ атомная энергетика;
- ▶ агропромышленность;
- ▶ технологические системы и установки морских судов и плавучих объектов;
- ▶ химическая, нефтяная и газовая промышленность;
- ▶ пищевая промышленность;
- ▶ технологические системы и установки, использующие процессы теплообмена в других различных отраслях промышленности.

Приведенная информация актуальна для типовых моделей

теплообменников. Для устройств, изготовленных по специальному заказу, соответствующая документация поставляется с оборудованием.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию своей продукции без предварительного уведомления.

1.2. МАРКИРОВКА АППАРАТОВ ФОРСЕЛ

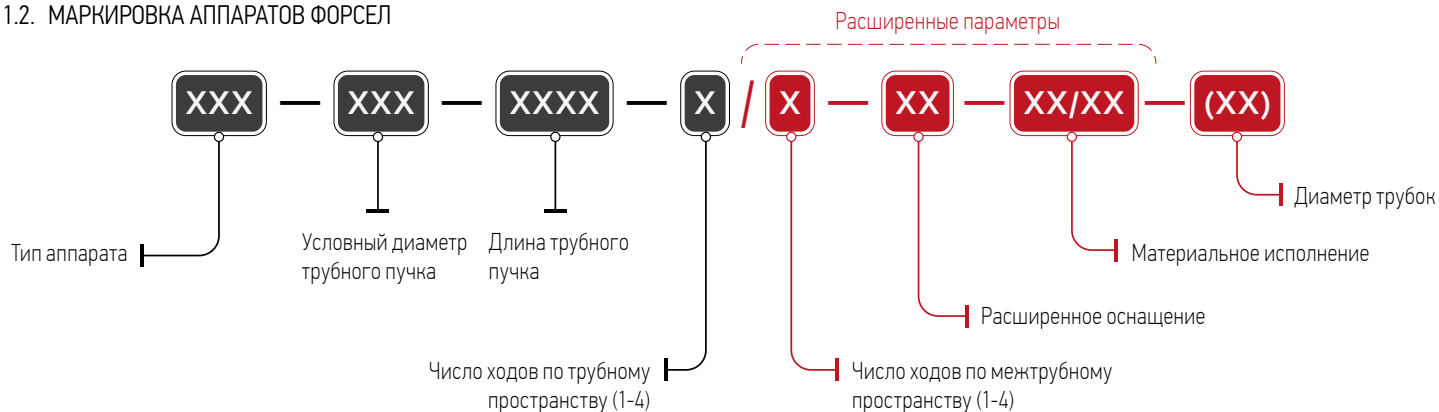


Рис. 1. Маркировка теплообменных аппаратов Форсел

1.2.1. Стандартные теплообменные аппараты (Рис. 2.) Форсел имеют трехбуквенный префикс (ВВТ, ПВТ и тд.).

1.2.2. Условный диаметр трубного пучка варьируется от 15 до 300 мм.

1.2.3. Длина трубного пучка может составлять от 100 до 5200 мм.

1.2.4. Число ходов по трубному и межтрубному пространству записываются через дробь. Первое число в дроби означает число ходов по трубному пространству, второе - по межтрубному. В случае их совпадения указывается только одно число.

1.2.5. (Опционально) Расширение оснащения: У — ровномер, К — комбинированные трубные решетки, М — металлические трубные решетки, б - бесшовное исполнение трубок, Б - бесшовное исполнение корпуса и трубок, П — протектор трубного пучка (паровой щит).

1.2.6. (Опционально) Материальное исполнение корпуса и трубного пучка (Рис. 3.).

1.2.7. (Опционально) В случае использования отличного от стандартного для данного типоразмера диаметра и толщины стенки, соответствующая информация указывается в последнем элементе маркировки.

1.2.8. Примеры маркировки:

- ▶ маркировка **ВВТ-50-2400-1** читается следующим образом: *водо-водяной теплообменник стандартного исполнения с условным диаметром трубного пучка 50 мм и длиной трубного пучка 2400 мм, одноходовой по трубному и межтрубному пространству.*
- ▶ маркировка **ПВТ-300-4000-1/2-УП** читается так: *паро-водяной теплообменник усиленного исполнения с условным диаметром трубного пучка 300 мм и длиной трубного пучка 4000 мм, одноходовой по трубному пространству и двухходовой по межтрубному, с ровномерной колонкой и протектором.*

ВВТ	Водо-водяной
ПВТ	Паро-водяной
МВТ	Масляно-водяной
МПТ	Масляно-паровой
ОКС	Охладитель конденсата

Рис. 2. Обозначение типов стандартных теплообменных аппаратов Форсел.

A0	08X18H10
A1	08X17H13M2
A2	08X17H13M3
A3	12X18H10T
T0	Титан BT22

Рис. 3. Обозначения материального исполнения корпусов и трубок.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Данный раздел описывает аспекты проектирования систем с применением ГТА Форсел. В нем не рассматриваются вопросы установки и эксплуатации других компонентов системы и взаимодействия аппаратов Форсел с конкретными моделями этих компонентов. Для обеспечения правильной и безопасной работы всей системы в целом, он должен использоваться в сочетании с соответствующими инструкциями по монтажу для других компонентов системы и информацией по безопасности всей системы.

2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

2.1.1. Модельный ряд Форсел подразумевает производство аппаратов под различные условия эксплуатации и типы рабочих сред, поэтому необходимо следить за тем, чтобы ограничения по температуре и давлению, указанные на шильде оборудования и в ТП аппарата, соответствовали требуемым в системе.

2.1.2. Эксплуатация устройства должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», федеральными нормами и Правилами Ростехнадзора, «Правилами техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей», «Правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий», «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», директивными и руководящими указаниями для ТЭЦ, отопительных котельных, ЦТП и производственных установок.

2.2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

2.2.1. Перед заказом аппарата, решающего конкретную задачу Потребителя, необходимо согласовать будущую схему подключения, а также возможные температурные режимы работы аппарата на протяжении предполагаемого срока эксплуатации.

2.2.2. Аппараты рассчитываются так, чтобы обеспечивать наилучшую совокупность теплопередающих и компоновочных параметров. При запросе расчета теплообменного аппарата рекомендуется указывать допустимые габариты устройства для подбора.

2.2.3. В зависимости от типов рабочих сред аппараты выполняются в различных конструктивно-технологических исполнениях. В связи с этим аппараты должны монтироваться в соответствии с рекомендациями Производителя и эксплуатироваться в соответствии с назначением, согласованным с Производителем. Эксплуатация в других условиях не позволит полностью использовать теплотехнические возможности аппарата и может привести к нарушению его работоспособности.

2.2.4. Для трубопроводов, в которых циркулирует теплоноситель с температурой более 50°C, необходимо предусмотреть теплоизоляцию.

2.2.5. Рекомендуется включение в систему сетчатых фильтров на подводящих трубопроводах. Особенно это касается сред с возможными механическими включениями.

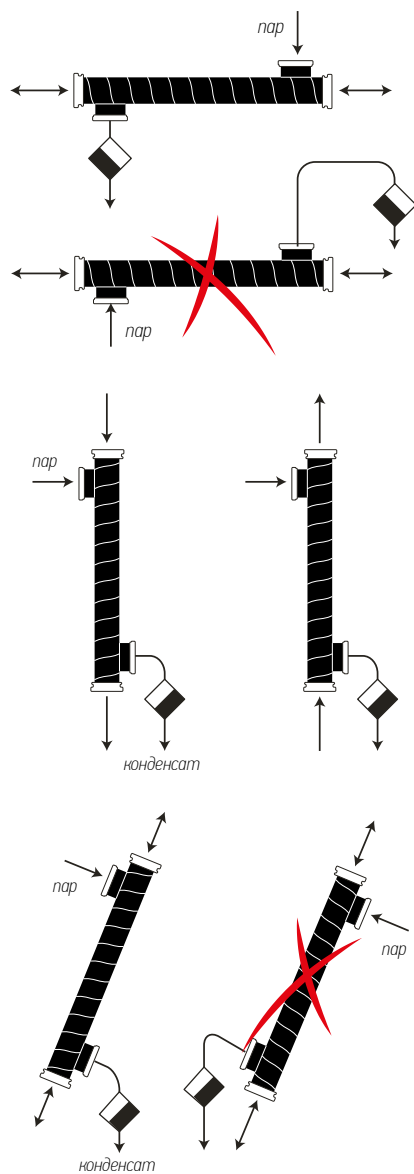


Рис. 4. Правильные и неправильные положения теплообменников Форсел ПВТ при установке.

2.2.6. В системах, где недопустимо взаимопроникновение сред, желательно обеспечить превалирование давления среды, в которую недопустимо попадание над давлением среды по противоположному пространству.

ПВТ 2.2.7. Аппараты типа ПВТ, предназначенные для работы с паром в качестве теплоносителя, могут работать в сухом и подтопленном режимах. При проектировании обвязки этих аппаратов рекомендуется брать за основу существующие принципиальные схемы (см. Приложение F.), позволяющие оптимизировать расходы теплоносителей и обеспечить максимально эффективную утилизацию тепла, а так же обеспечить безопасность работы устройств в течение всего эксплуатационного периода.

ПВТ 2.2.8. При сухом режиме рекомендуется установка конденсатоотводчика для обеспечения полной конденсации пара и исключения появления гидроударов в аппарате. Как правило, наилучшим решением является установка поплавкового конденсатоотводчика, отводящего конденсат при температуре насыщения.

ПВТ 2.2.9. В подтопленном режиме необходимо обеспечить постоянную и гарантированную скорость отвода конденсата из аппарата, для предотвращения термических гидроударов.

ПВТ 2.2.10. Для повышения эффективности работы ГТА рекомендуется принимать меры по осушению подаваемого греющего пара до аппарата. По возможности, нужно использовать попутный конденсатоотвод паропровода с дренажными карманами и осушительный сепаратор пара. Особенно это рекомендуется при работе с паром низкого давления или паре вторичного вскипания.

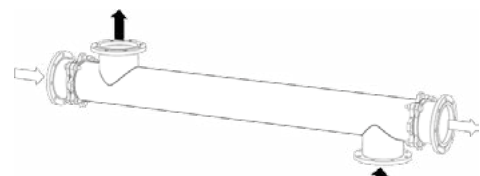
ВВТ 2.2.11. Аппараты ВВТ могут устанавливаться в любом положении. Для минимизации занимаемой площади устройство можно расположить вертикально. Более того, такая установка теплообменного аппарата, с направлением потока среды в трубном пространстве сверху вниз, снижает скорость отложения накипи и грязи на стенках устройства. Это решение также обеспечивает эффективное улавливание примесей и осадков.

ПВТ 2.2.12. Аппараты типа ПВТ могут устанавливаться горизонтально, под углом и вертикально, с некоторыми ограничениями (Рис. 4.).

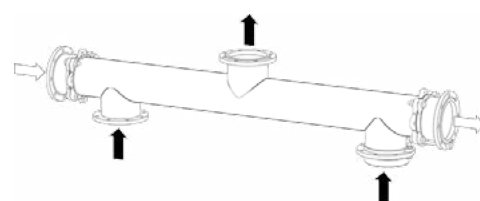
2.3. ПОДАЧА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ В АППАРАТ

2.3.1. В трубную и межтрубную полости могут подаваться как греющий так и нагреваемый теплоноситель. Целесообразность режима подачи сред выбирается в соответствии с типом, температурой и расходом теплоносителей.

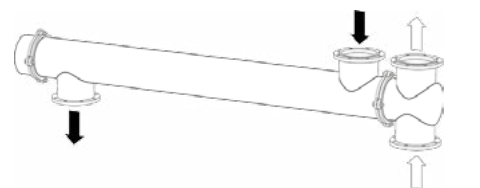
2.3.2. При стандартных условиях эксплуатации аппараты рассчитываются по противоточной или комбинированной схеме подачи сред (Рис. 5.). В отдельно взятых случаях (если позволяет температурный режим) целесообразно применить прямоточную схему подачи сред, например, если разница средних температур теплоносителей с одного выхода аппарата превышает 130-150°C. Однако, без необходимости применять данную схему не рекомендуется в виду её низкой эффективности.



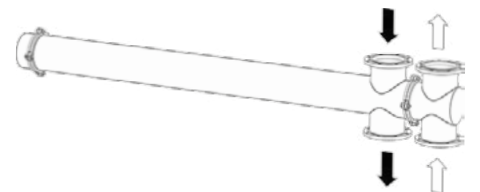
Тип А. Аппарат с одним ходом по обеим сторонам.



Тип Б. Аппарат с соотношением ходов по трубному/межтрубному пространству 1 к 2.



Тип В. Аппарат с соотношением ходов по трубному/межтрубному пространству 2 к 1.



Тип Г. Аппарат с соотношением ходов по трубному/межтрубному пространству, кратным 2.

Рис. 5. Конструкции теплообменников и схема подачи теплоносителей в трубное и межтрубное пространства.

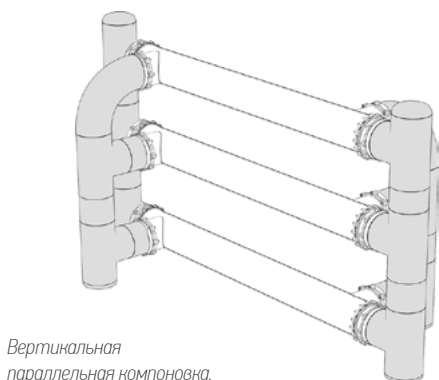
2.3.3. Схема подачи теплоносителей для каждого конкретного аппарата указывается в техническом паспорте (ТП).

2.3.4. При существенной разнице средних температур теплоносителей греющая среда будет подаваться в межтрубное пространство, а нагреваемая - в трубное (если нет противопоказаний по другим параметрам).

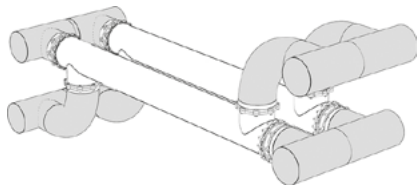
2.3.5. Также при определении схемы подключения следует учесть степень загрязнения и водо-подготовки сред. Среду с возможными механическими включениями и примесями (такими как песчинки, окалина, ил и т.д.) целесообразно подавать в трубную полость (при соблюдении скоростного режима примеси будут проходить пространство трубки, не оседая и не препятствия потоку) . Среду без механических примесей, но с повышенным содержанием солей жесткости рекомендуется подавать в межтрубное пространство, тем самым упрощая сервисное обслуживание и промывку аппарата. Информацию о степени загрязнении сред следует отмечать заранее при расчете устройства.

2.3.6. ГТА могут устанавливаться как поодиночке, так и, при необходимости, группами (Рис. 6.). Схема мультикорпусной сборки (МКС) теплообменного узла разрабатывается в каждом случае отдельно в соответствии с конкретными задачами и согласовывается с Производителем.

2.3.7. Аппараты рассчитываются с учетом определенного расхода теплоносителей и допускают отклонение в пределах 25-30%. Следует учесть, что в схеме с параллельным подключением нескольких аппаратов по межтрубному пространству увеличение удельного расхода на каждый аппарат недопустимо. Другими словами, при эксплуатации системы из аппаратов, параллельно соединенных по межтрубному пространству, при отключении части аппаратов необходимо пропорционально снизить расход теплоносителя, подаваемого в межтрубную полость. Для этого можно предусмотреть, в частности, байпасную линию.



*Вертикальная параллельная компоновка.
В основном применяется при расходах, превышающих пропускную способность одного аппарата.*



Горизонтальная параллельная компоновка.

Рис. 6. Возможные пространственные комбинации групп теплообменных аппаратов в мультикорпусной сборке (МКС). Подробнее см. Приложение Д.

2.4. ЗАПОРНАЯ И ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

2.4.1. Для защиты ГТА во время запуска в работу и его эксплуатации необходимо предусмотреть комплект пускозащитного оборудования системы, который включает в себя:

- ▶ защиту от гидравлического удара;
- ▶ защиту от пульсации давления;
- ▶ защиту от превышения давления выше допустимого значения;
- ▶ защиту от повышенной вибрации аппарата;
- ▶ защиту от попадания инородных тел во внутренние полости.

2.4.2. Запорная и запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться на портах, непосредственно присоединенных к устройству, или на трубопроводах, подводящих к устройству и отводящих из него рабочую среду. В случае последовательного соединения нескольких устройств необходимость установки такой арматуры между ними определяется разработчиком проект.

2.4.3. Количество, тип арматуры и места установки должны подбираться разработчиком проекта исходя из конкретных условий эксплуатации и требований нормативно-технической документации.

2.4.4. На трубопроводах тепловых сетей и конденсаторопроводах при необходимости поглощения избыточного напора должны устанавливаться регуляторы давления или дроссельные диафрагмы.

2.4.5. Запорная арматура предусматривается:

- ▶ на всех подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей на вводе и выводе их из тепловых пунктов;
- ▶ на всасывающем и нагнетательном патрубках каждого насоса;
- ▶ на подводящих и отводящих трубопроводах каждого теплообменного аппарата.

2.4.6. В остальных случаях необходимость установки запорной арматуры определяется проектом. При этом количество запорной арматуры на трубопроводах предусматривается минимально необходимым, обеспечивающим надежную и безаварийную работу. Установка дублирующей запорной арматуры допускается при обосновании.

⚠ Внимание! Применять запорную арматуру в качестве регулирующей не допускается.

2.4.7. В качестве отключающей арматуры на вводе тепловых сетей в тепловой пункт применяется стальная запорная арматура.

2.4.8. При установке чугунной арматуры в тепловых пунктах предусматривается защита ее от напряжений изгиба. В тепловых пунктах допускается также применение арматуры из латуни и бронзы.

⚠ Внимание! На спускных, продувочных и дренажных устройствах применять арматуру из серого чугуна не допускается.

2.4.9. Установка обратных клапанов предусматривается:

- ▶ на трубопроводе холодной воды перед теплообменным аппаратом системы горячего водоснабжения за водомерными устройствами по ходу среды;
- ▶ на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения или к теплообменникам в закрытых системах теплоснабжения.

2.5. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

2.5.1. Каждый аппарат должен быть снабжен предохранительными устройствами от повышения давления выше допустимого значения.

2.5.2. В качестве предохранительных устройств применяются: пружинные предохранительные клапаны, рычажно-грузовые предохранительные клапаны, импульсные предохранительные

Рекомендуется удостовериться, что арматура имеет следующую маркировку:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- условный проход, мм;
- условное давление, МПа (допускается указывать рабочее давление и допустимую температуру);
- направление потока среды;
- марку материала корпуса и запирающего элемента.

устройства (ИПУ), состоящие из главного предохранительного клапана (ГПК) и управляющего импульсного клапана (ИПК) прямого действия, другие устройства, применение которых согласовано с Госгортехнадзором России.

2.5.3. Конструкция пружинного клапана должна исключать возможность затяжки пружины сверх установленной величины, а пружина должна быть защищена от недопустимого нагрева (охлаждения) и непосредственного воздействия рабочей среды, если она оказывает вредное действие на материал пружины.

2.5.4. Допускается установка предохранительных клапанов без приспособления для принудительного открывания, если последнее нежелательно по свойствам среды (взрывоопасная, горячая, 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76) или по условиям технологического процесса. В этом случае проверка срабатывания клапанов должна осуществляться на стендах.

2.5.5. Если рабочее давление аппарата равно или больше давления питающего источника и в теплообменнике исключена возможность повышения давления от химической реакции или обогрева, то установка на нем предохранительного клапана и манометра необязательна.

2.5.6. Аппарат, рассчитанный на давление меньше давления питающего его источника, должен иметь на подводящем трубопроводе автоматическое редуцирующее устройство с манометром и предохранительным устройством, установленными на стороне меньшего давления после редуцирующего устройства.

2.5.7. В случае установки обводной линии (байпаса) она также должна быть оснащена редуцирующим устройством.

2.5.8. Для МКС аппаратов работающих при одном и том же давлении, допускается установка одного редуцирующего устройства с манометром и предохранительным клапаном на общем подводящем трубопроводе до первого ответвления к одному из теплообменников. В этом случае установка предохранительных устройств на самих изделиях необязательна, если в них исключена возможность повышения давления.

2.5.9. В случае, когда автоматическое редуцирующее устройство вследствие физических свойств рабочей среды не может надежно работать, допускается установка регулятора расхода. При этом должна быть предусмотрена защита от повышения давления.

2.5.10. Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть выбраны по расчету так, чтобы в аппарате не создавалось давление, превышающее расчетное более чем на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) для аппаратов с давлением до 0,3 МПа (3 кгс/см²), на 15% - для аппаратов с давлением от 0,3 до 6,0 МПа (от 3 до 60 кгс/см²) и на 10% - для аппаратов с давлением свыше 6,0 МПа (60 кгс/см²).

2.6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

2.6.1. Все термометры и манометры на трубопроводах подвода и отвода теплоносителей должны пройти проверку и иметь клеймо.

2.6.2. Каждый аппарат и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. Манометр устанавливается на патрубке аппарата или трубопроводе между теплообменником и запорной арматурой.

2.6.3. Манометры должны иметь класс точности не ниже 2.5 — при рабочем давлении теплообменника до 2.5 МПа (25 кгс/см²), 1.5 — при рабочем давлении теплообменника выше 2.5 МПа (25 кгс/см²).

2.6.4. Рекомендуется подбор манометра с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы.

2.6.5. Номинальный диаметр корпуса манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за ними, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 3 метров - не менее 160 мм. Установка манометров на высоте более 3 метров от уровня площадки не рекомендуется.

2.6.6. Между манометром и аппаратом должен быть установлен трехходовой кран или заменяющее его устройство, позволяющее проводить периодическую проверку манометра с помощью контрольного. В необходимых случаях манометр в зависимости от условий работы и свойств среды, находящейся в аппарате, должен снабжаться или сифонной трубкой, или другими устройствами, предохраняющими его от непосредственного воздействия среды и температуры, и обеспечивающими его надежную работу.

2.6.7. Рекомендуется нанести на шкале манометра красную черту, указывающая рабочее давление в полостях аппарата. Взамен красной черты можно прикрепить к корпусу манометра металлическую пластину, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

2.6.8. Аппараты, работающие при изменяющейся температуре стенок, должны быть снабжены приборами для контроля скорости и равномерности прогрева по длине и высоте аппарата, и реперами для контроля тепловых перемещений.

2.6.9. Необходимость оснащения аппаратов указанными приборами и реперами, а также допустимая скорость прогрева и охлаждения аппаратов определяются разработчиком проекта и указываются предприятием-изготовителем в паспорте устройства или в руководстве по эксплуатации.

3. КОНСТРУКЦИЯ АППАРАТА ФОРСЕЛ ВВТ, ПВТ

3.1. УСТРОЙСТВО АППАРАТА

3.1.1. ГТА Форсел относится к классу кожухотрубных аппаратов.

3.1.2. Аппарат (Рис. 7.) состоит из корпуса ①, трубного пучка ② и присоединительных секций ⑤.

3.1.3. Корпус аппарата состоит из цилиндрической обечайки с фланцами на торцах. По обеим сторонам корпуса располагаются подводящие патрубки ③ межтрубного и трубного пространств.

3.1.4. По требованию патрубки межтрубного и трубного пространств могут иметь приварное фланцевое и резьбовое присоединения.

3.1.5. Трубный пучок состоит из трубок, закрепленных в трубных решетках ⑥, имеющих, в зависимости от температурных режимов и характера теплоносителей, несколько вариантов конструкции:

- ▶ композитные;
- ▶ металлические (в том числе с композитным наполнителем);
- ▶ комбинированные.

3.1.6. Через равные расстояния вдоль трубного пучка устанавливаются дистанционирующие устройства ⑦.

3.1.7. Трубный пучок свободно размещается внутри корпуса и фиксируется с обеих сторон прижимными секциями ④ с помощью стяжного крепежа ⑨. Разреженные области трубного пучка (если они имеются), располагаются строго напротив входного и выходного патрубков межтрубного пространства.

3.1.8. Герметизация трубного пучка осуществляется с помощью уплотнительных прокладок ⑧. На прижимные секции дополнительно могут устанавливаться присоединительные секции ⑤, для приварного соединения.

3.1.9. По запросу корпус может быть оснащен бобышками на присоединительных патрубках, для осуществления процедуры промывки аппарата, слива жидкости и сброса воздуха.

3.1.10. Аппарат может дополнительно комплектоваться уровнемерной колонкой (Рис. 8.).

ПВТ

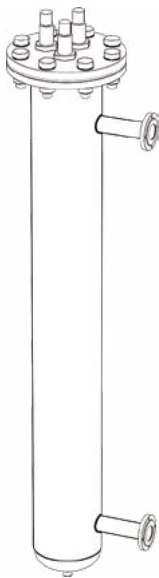


Рис. 8. Уровнемерная колонка Форсел УМ (поставляется отдельно) для измерения уровня конденсата при подтопленном режиме.

3.2. ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.2.1. Тепловая энергия передается от одной среды к другой посредством пучка теплопроводящих труб (трубного пучка) при полном исключении возможности смешения сред. Одна среда протекает непосредственно через трубы (подается в трубное пространство), вторая среда омывает пучок труб (подается в межтрубное пространство).

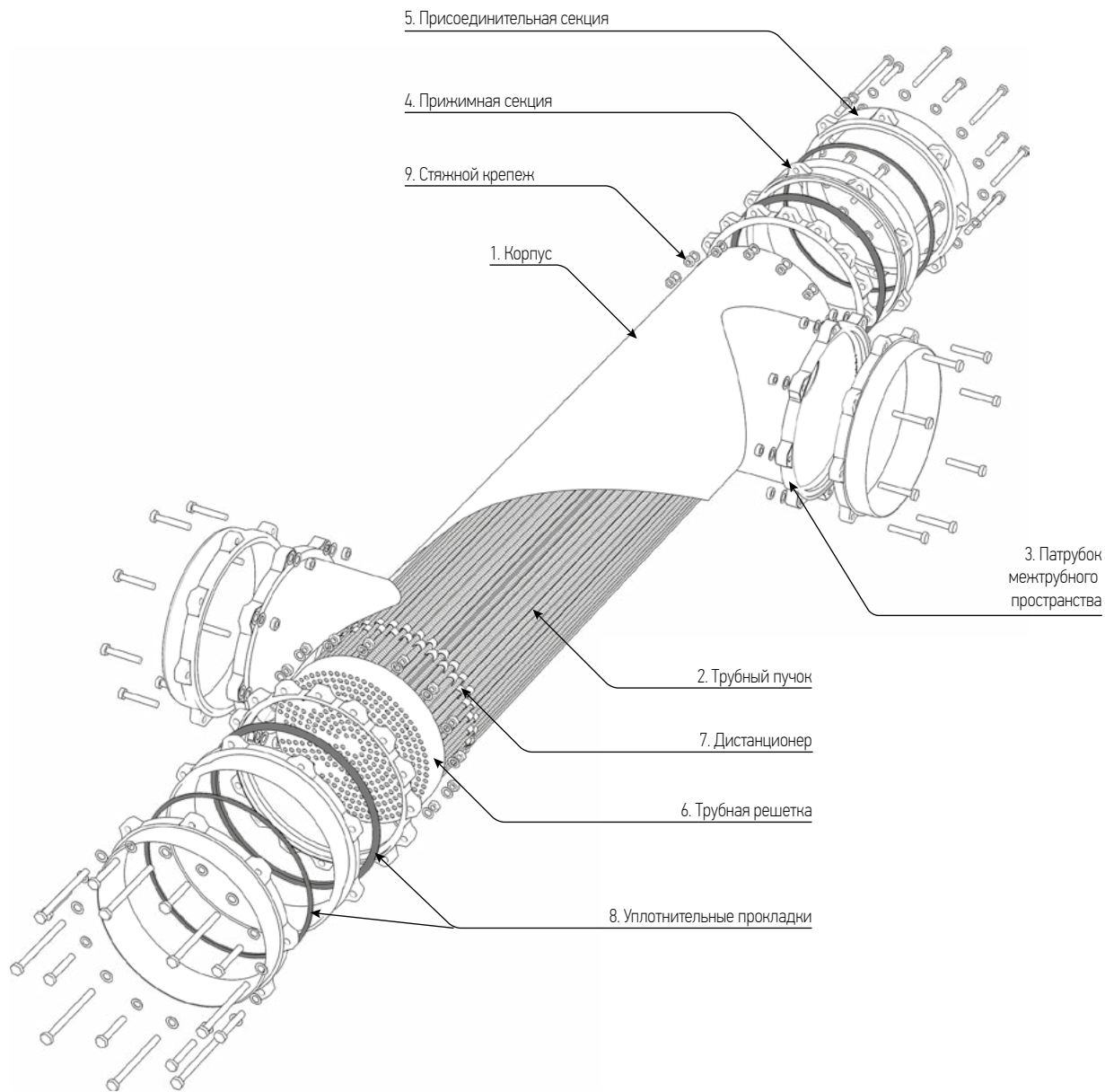


Рис. 7. Схема устройства теплообменных аппаратов Форсел ВВТ, ПВТ (с присоединением под приварку).

3.2.2. Высокая производительность ГТА Форсел достигается за счет особого спиралеобразного (геликоидного) профиля труб в трубном пучке. Это позволяет значительно интенсифицировать процесс теплообмена.

3.2.3. Геометрия расположения труб в трубном пучке снижает вероятность возникновения байпасных субтоков в межтрубном пространстве и, как следствие, положительно влияет на интенсификацию теплообмена.

3.3. УПАКОВКА

3.3.1. Устройство поставляется Производителем в деревянном закрытом ящике.

3.3.2. Комплект запасных частей, поставляемый по отдельному договору, упаковывается в отдельную тару, и транспортируется вместе с теплообменным аппаратом или отдельными транспортными блоками.

3.3.3. Эксплуатационная и товаросопроводительная документация упаковывается совместно с аппаратом в пакет из водонепроницаемого материала или полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354.

3.3.4. При хранении устройства, прошедшего ремонтно-восстановительные работы средствами Потребителя, в качестве изолирующего материала использовать полиэтиленовую пленку ГОСТ 10354 или другой водонепроницаемый материал.

3.3.5. Возможно изменение варианта упаковки теплообменника в соответствии с требованиями договора.

ЧАСТЬ II. ПРИМЕНЕНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Предупреждение

На всем периоде эксплуатации ГТА Форсел необходимо строго соблюдать меры безопасности, изложенные ниже.

Каждый геликоидный теплообменный аппарат Форсел разрабатывается таким образом, чтобы поддерживать функционирование при заданных условиях нормальной эксплуатации.

Использование изделия для любых других целей, кроме предполагаемых, может привести к его повреждению, а также к травмам или гибели обслуживающего персонала.

4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

4.1.1. К монтажу аппаратов допускается персонал, прошедший специальную подготовку и допущенный к монтажным работам в системе, в составе которой устанавливается теплообменный аппарат.

4.1.2. К эксплуатации и техническому обслуживанию ГТА допускается квалифицированный персонал, изучивший эксплуатационную документацию, в том числе настоящее РЭ, устройство аппарата, действующие нормативные документы и инструкции, обученный и аттестованный в установленном порядке, прошедший инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности.

4.1.3. Периодический инструктаж персонала, обслуживающего ГТА, по правилам техники безопасности должен проводиться по регламенту, установленному службой эксплуатации.

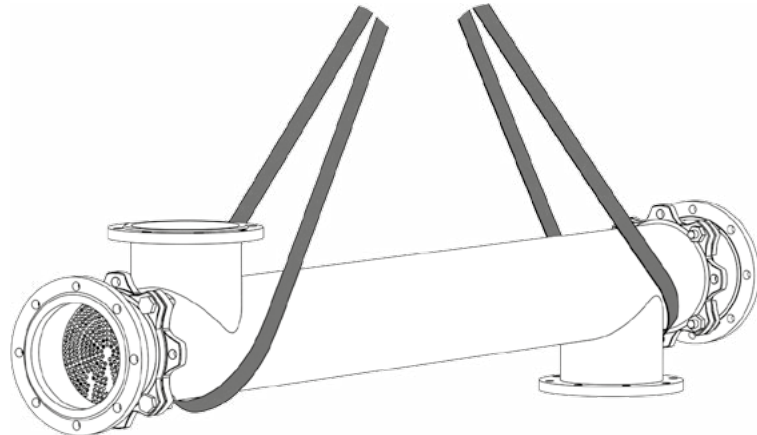


Рис. 9. Вариант строповки теплообменного аппарата.

4.1.4. Все работы должны осуществляться и контролироваться соответствующим компетентным лицом. Монтажный и обслуживающий персонал должен быть обучен правильному использованию оборудования, его установке и техническому обслуживанию.

4.1.5. В своей массе ГТА Форсел можно переносить вручную. Подъем и перемещение аппаратов, масса которых превышает 80 кг, нужно производить мягкими стропами, в соответствии со схемой на Рис. 9.

4.1.6. При подготовке теплообменника к работе и его техническом обслуживании запрещается пользоваться неисправным или непроверенным инструментом, случайными подставками. Монтажные работы производить бригадой, состоящей не менее чем из двух человек.

4.1.7. При монтаже необходимо соблюдать общие требования по монтажу, инструкции по безопасности для трубопроводов и оборудования под давлением.

⚠ Внимание! При проведении сварочных работ во время монтажа, эксплуатации и обслуживании аппарата запрещается использовать его в заземляющем контуре.

⚠ Внимание! Запрещается эксплуатация теплообменника с параметрами рабочей среды, превышающими значения, указанные в ТП и на табличке.

⚠ Внимание! Запрещается производить работы по устранению неполадок и дефектов при наличии давления во внутренней полости теплообменника и температуры рабочей среды выше 45°C.

4.1.8. Необходимо изучить РЭ полностью и ознакомиться техническим паспортом (ТП) устройства, чтобы удостовериться, что продукт подходит для соответствующего использования.

4.1.9. В случае возникновения сомнений относительно возможности использования оборудования в режиме, не подтвержденном РЭ или ТП устройства, необходимо обратиться к Производителю для получения подтверждения такой возможности.

4.1.10. Изучить соответствие информации, указанной на шильде оборудования (Рис. 10.), реальным параметрам системы. Проверить соответствие материалов оборудования, предполагаемым эксплуатационным параметрам (давлению, температуре и пр.), их максимальные и минимальные значения.

4.1.11. Перед началом работы необходимо убедиться в наличии подходящих и доступных инструментов и/или расходных материалов.

ⓘ При необходимости, использовать ТОЛЬКО оригинальные запасные части от Производителя ГТА Форсел.

4.1.12. Обеспечить достаточное освещение, в особенности при выполнении сложных и трудоемких работы.

4.1.13. Обеспечить безопасный доступ, и при необходимости безопасность рабочей площадки, прежде чем приступать к работе на оборудовании. При необходимости организовать применение подходящего подъемно-транспортного оборудования.



Рис. 10. Шильда оборудования

Каждая шильда крепится к корпусу теплообменника и содержит следующую информацию:

- Серийный номер теплообменника, год изготовления и тип теплообменника.
- Максимально допустимые давления и температуры для трубного и межтрубного пространства.
- Масса пустого теплообменника.
- Наименования теплоносителей по стороне межтрубного и трубного пространства.
- Параметры расчетного режима работы теплообменника.

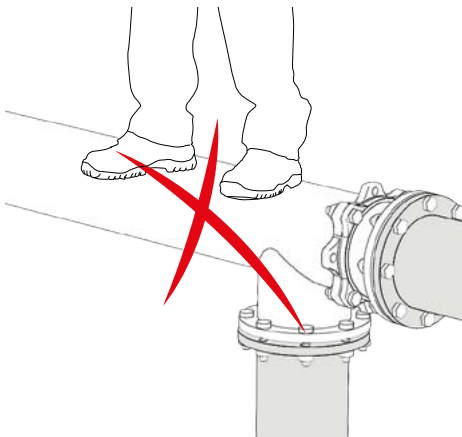


Рис. 11. Пример легкомысленного грубого механического воздействия на аппарат.

4.1.14. Ручная транспортировка на месте аппаратов Ду 200 и большего диаметра может нести риск получения травмы. Необходимо оценить соответствующие риски.

4.1.15. Убедиться, что теплообменники не подвержены внешним механическим деформациям, которые могут возникнуть в общей системе.

⚠ Предупреждение

Недопустимо оказывать грубые механические воздействия на корпус теплообменника, соединительные патрубки и трубный пучок, которые могут возникнуть как следствие небрежности монтажной бригады и обслуживающего персонала. Запрещается передвигаться по аппарату, использовать его в качестве несущей конструкции для других элементов системы. Недопустимо ронять тяжелый инструмент на трубный пучок в виду высокой вероятности выхода теплообменных трубок из строя.

4.1.16. Обеспечить потребность в защитной одежде для защиты от опасности, например, химических веществ, высокой/низкой температуры, излучения, шума, падающих предметов и опасности для глаз и лица.

4.1.17. Чтобы снизить тепловые потери с поверхности теплообменника и защитить персонал, аппараты, температура наружной поверхности корпуса которых в процессе эксплуатации может превышать 45°C, должны быть теплоизолированы. Следует использовать наносимую теплоизоляцию или специальный теплоизоляционный кожух.

4.1.18. При заполнении (дренаже) теплообменника принять меры предосторожности от возможного разбрызгивания горячих или опасных сред из воздушных (дренажных) вентилялей.

⚠ Предупреждение

Даже при нормальных условиях эксплуатации внешняя поверхность теплообменника может быть очень горячей. Во избежании травм, необходимо принимать во внимание, что теплообменники не являются самодренажируемыми. Необходимо проявлять аккуратность при монтаже, демонтаже, сборке и разборке аппарата.

4.1.19. Должны быть приняты меры для защиты ГТА Форсел от замерзания в условиях, где они могут подвергаться воздействию температур ниже точки замерзания.

4.1.20. При возврате продукции Производителю (поставщику) рекомендуется сообщить о любой потенциальной опасности, так как должны быть приняты меры предосторожности из-за остатков механических загрязнений, которые могут представлять риск для здоровья, безопасности или экологии. Информацию о любых веществах, которые определены как опасные или потенциально опасные, рекомендуется представить в письменном виде.

4.2. ТРАНСПОРТИРОВКА

⚠ Внимание! Производитель не несет ответственность за повреждения теплообменника во время его перевозки и хранения на складе Потребителя.

4.2.1. Каждый теплообменник индивидуально упакован в специальный деревянный ящик с ручками для переноски. Способ транспортировки должен обеспечить сохранность аппарата в пути и исключить возникновение механических напряжений и дефектов.

4.2.2. Съёмные детали, узлы, арматура, контрольно–измерительные приборы (при наличии) упаковываются в отдельный ящик.

4.2.3. Крепёжные изделия и арматура перед укладкой в ящик после консервации дополнительно упаковываются в обёрточную или парафинированную бумагу.

4.2.4. Аппараты являются габаритным грузом и могут транспортироваться всеми видами транспорта с учётом многократных перевалок.

4.2.5. Условия транспортирования теплообменника в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать условиям 7 по ГОСТ 15150-69.

4.2.6. Погрузка и крепление теплообменников на железнодорожных платформах производится в соответствии с «Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах» МПС.

4.2.7. Транспортирование и погрузо-разгрузочные работы следует проводить без резких толчков и ударов в целях обеспечения сохранности аппарата.

⚠ Внимание: корпус изготавливается из спиралешовных труб толщиной 1–3 мм, поэтому необходимо соблюдать осторожность при транспортировке аппарата и избегать вмятин и других нарушений обечайки корпуса.

4.3. ХРАНЕНИЕ

⚠ Внимание! Ответственность за целостность теплообменника во время хранения лежит на Потребителе.

4.3.1. При получении теплообменника необходимо осмотреть все защитные крышки на предмет их повреждения при перевозке. Если ущерб является очевидным, осмотреть на предмет возможного загрязнения сам теплообменник. Если повреждения значительны — немедленно сообщить об этом перевозчику и Производителю.

4.3.2. Если теплообменник не введен в эксплуатацию сразу, необходимо принять меры предосторожности для предотвращения его загрязнения или механических повреждений.

4.3.3. Если установка теплообменника планируется в срок больший, чем две недели с момента поставки, то рекомендуется выполнить следующие действия:

- ▶ Удалить возможную влажность как на стороне трубок, так и межтрубного пространства, циркулирующим горячим воздухом;

- ▶ Закрывать заглушками все присоединительные патрубки теплообменника;
- ▶ Установить манометр;
- ▶ Заполнить трубное и межтрубное пространство теплообменника азотом, с давлением до 0.5 бар.

4.3.4. Удалить грязь, воду, лед или снег, и протереть насухо теплообменник перед перемещением его с улицы в помещение на хранения. Если теплообменник не был заполнен азотом или другим консервантом, необходимо удалить любую накопившуюся влагу.

4.3.5. Оборудование должно храниться в закрытом отапливаемом помещении, если это возможно. Идеальное место хранения для теплообменников и его аксессуаров — это сухое помещение, выше уровня земли, с низкой влажностью воздуха, которое защищено от пыли, дождя и снега. Рекомендуется поддерживать температуру от +20°C и +50°C с относительной влажностью воздуха 40% или ниже. Может потребоваться использование нагревателя для поддержания температуры внутри помещения.

⚠ Внимание! Категорически запрещается хранить теплообменник полностью, либо частично заполненным водой при отрицательных температурах.

4.3.6. В тропическом климате может потребоваться использование осушителей (например, силикагель) для удаления влаги из воздуха в зоне хранения.

4.4. УТИЛИЗАЦИЯ

4.4.1. Если в ТП устройства не указано иное, данный аппарат допускает вторичную переработку и не представляет экологической опасности при надлежащем внимании.

4.4.2. По достижению срока службы, указанного в ТП и РЭ аппарата, возможность продления срока эксплуатации, объём, методы и периодичность технического освидетельствования должны быть определены по результатам технического диагностирования и определения остаточного ресурса, выполненного специализированной организацией или организациями, имеющими лицензию на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств.

4.4.3. После вывода из эксплуатации аппарат утилизируется. Аппарат не содержит в своем составе материалов, при утилизации которых необходимы специальные меры безопасности.

5. МОНТАЖ АППАРАТОВ ФОРСЕЛ

5.1. ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ

⚠ Предупреждение

Перед любой установкой или процессом технического и сервисного обслуживания, в обязательном порядке убедитесь, что все подводящие линии пара и возвращаемого конденсата, а также подводящие и отводящие линии воды (жидкости) надежно перекрыты.

Необходимо обеспечить разгрузку остаточного внутреннего давления среды в системе или в присоединительных трубопроводах. Предпочтительно двойное отключение (двойная блокировка и последующее опорожнение) с последующим закрытием на замок или маркировкой положения закрытых клапанов. Не следует полагаться на то, что система продута — манометр может быть неисправен.

Необходимо дождаться снижения температуры после отключения оборудования, чтобы избежать риска получения ожогов.

Перед выполнением любых видов работ необходимо всегда обеспечивать соответствующую защитную одежду и оборудование для обслуживающего персонала.

5.1.1. Установка устройства должна производиться в строгом соответствии с РЭ. Любые отступления от проекта или схемы включения аппарата должны быть согласованы с Производителем.

5.1.2. Должно быть предусмотрено пространство для обеспечения доступа к аппарату во время монтажа и обслуживания, в соответствии с местными требованиями.

5.1.3. Интеграцию теплообменного аппарата (или сборки аппаратов) в систему необходимо осуществлять в соответствии с указанной в ТП схемой подачи сред. Применение отличной схемы подачи ведет к неправильной работе аппарата, снижению теплопередающих параметров системы и возрастанию риска выхода аппарата из строя. Соответствие монтируемой схемы подключения лежит на Потребителе или проектно-монтажной организации.

5.1.4. Необходимо принимать в расчет окружающую обстановку, наличие легковоспламеняющихся материалов и токсичных веществ, опасных для здоровья, возможную взрывоопасность системы, области с недостатком кислорода, экстремальные температуры, горячие поверхности, вероятность возникновения пожара (например, при проведении сварочных работ), сильный шум.

5.1.5. Необходимо учитывать последствия работы всей системы, например, риски внезапного закрытия или открытия запорной арматуры, качество электрической изоляции и действия любого персонала. Скрытую опасность представляют, например, возможные отключения вентиляционных отверстий или защитных устройств или неэффективная реализация элементов управления или сигнала тревоги.

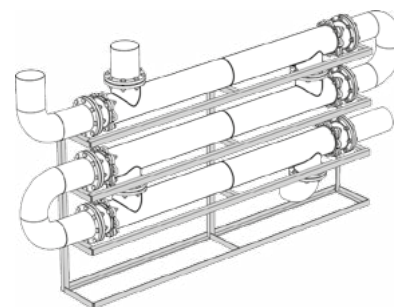


Рис. 12. Вариант монтажа опорной рамы для мультикорпусной сборки теплообменников (МКС), установленных последовательно. Следует обратить внимание, что точки опоры свободно расположены под элементами трубопровода, а не теплообменника.

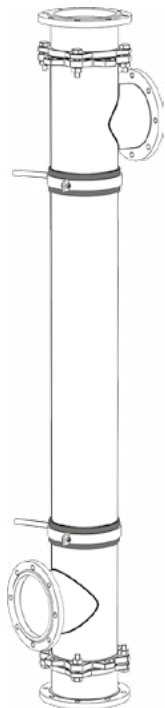


Рис. 13. Пример вертикального крепления аппарата с помощью скользящих обжимных опор.

5.1.6. Подвести все трубопроводы подачи греющих и нагреваемых сред к теплообменнику в соответствии с общим проектом системы.

5.1.7. По возможности, обеспечить уклон в пределах от 2-10° при горизонтальной установке теплообменника для облегчения его осушения.

5.1.8. Осмотреть все присоединительные патрубки на теплообменнике на наличие посторонних материалов.

5.1.9. Смонтировать запорную отсечную арматуру для обеспечения возможности осмотра, очистки или ремонтных работ, которые будут осуществляться на теплообменнике.

5.1.10. Непосредственно подходящие к патрубкам аппарата участки трубопровода должны иметь на расстоянии не менее 5-6 Ду тот же диаметр, что и патрубки аппарата. В целом, не рекомендуется устанавливать сужающие переходы (если они есть) на расстоянии менее 8 Ду от патрубков аппарата. В случае необходимости рекомендуется выбирать переходник конической формы с углами конусности не более 15 градусов.

5.1.11. При наличии в схеме подключения конденсатоотводчика, его необходимо установить как можно ближе к теплообменнику. Перед конденсатоотводчиком желательно так же установить фильтр механической очистки.

ПВТ

5.1.12. Установить патрубки (бобышки) под приборы контроля (термометры и манометры) на всех подводящих и отводящих трубопроводах как можно ближе к месту установки теплообменника.

5.1.13. Установить воздухоотводчик (если он предусмотрен схемой).

5.1.14. Крайне важно уделять внимание правильности выполнения трубопроводной обвязки теплообменника как при работе на жидкостях, так и при работе на паре, в особенности. Консультацию по всем особенностям обвязки аппаратов можно получить у Производителя.

5.2. МОНТАЖ

⚠ Внимание: При монтаже необходимо предотвратить воздействие каких-либо внешних источников вибрации на теплообменник, которые могут вызвать повреждения теплообменных трубок и стать следствием внутренних утечек и смешения сред.

i В большинстве случаев аппараты, устанавливаемые горизонтально и вертикально, не требуют жесткой установки на специальных опорах.

5.2.1. Убедиться, что теплообменник расположен на ровной поверхности. Опоры должны быть соответствующими, так чтобы масса теплообменника не вызвала напряжение или провисание трубопроводов. Для устранения неточностей монтажа следует применить специализированный крепеж.

5.2.2. Установку следует производить в следующем порядке:

- ▶ Определить правильное монтажное положение аппарата и направление потоков сред те-

плоносителей согласно ТП устройства и монтажной схемы.

- ВВТ** ▶ Установить положение аппарата, при котором наиболее разряженная часть трубного пучка будет располагаться напротив входа в межтрубное пространство.
- ОКС** ▶ (В случае необходимости) Установить корпус аппарата на опоры или кронштейны в предназначенном для него месте. Для обеспечения температурных расширений теплообменного аппарата при его монтаже производится крепление одной из двух опор к основанию (фундаменту). Другой конец должен свободно перемещаться по оси ТА на скользящей опоре, чтобы обеспечить тепловое удлинение корпуса теплообменника в зависимости от рабочей температуры.
- ▶ Демонтировать транспортные заглушки на фланцах патрубков подвода и отвода теплоносителей.
- ▶ Подсоединить трубопроводы подвода и отвода теплоносителей.

⚠ Внимание! При выполнении сварочных работ:

- ▶ Категорически запрещается заземляться о корпус аппарата – это ведет к прогоранию теплопередающих трубочек в непосредственной близости от места сварки. Заземление следует осуществлять через трубопровод, а не через корпус аппарата.
- ▶ Для теплообменников с присоединениями «под приварку» запрещается осуществлять приварку патрубков к трубопроводу при установленном аппарате или в непосредственной близости от него – это чревато повреждением уплотнителей трубного пучка и трубных решеток. После фиксации положения теплообменника, выполнить прихватку патрубков не менее чем в 4-х местах сваркой (тип сварки выбирается в зависимости от материала патрубков или применяемой при монтаже технологии).

5.2.3. При выполнении любых сварочных работ, необходимо обеспечить меры по предотвращению попадания внутрь теплообменника (на трубки и трубную решетку) брызг расплавленного металла, искр, стружки и пр.

5.2.4. При установке и крепеже ГТА с фланцевым присоединением на трубопровод, затяжку крепежа необходимо выполнять равномерно, для диаметрально противоположных болтов по схеме, показанной на Рис. 14.

⚠ Внимание! Неправильная затяжка крепежных соединений, приводит к преждевременному выходу из строя уплотняющих прокладок и последующим утечкам теплоносителя.

5.2.5. При установке необходимо учитывать рекомендации изготовителей прокладок. Металлические прокладки, такие как спирально-навитые прокладки (СНП), как правило, имеют специальные инструкции по установке.

5.2.6. Рекомендуется затягивать болты/шпильки в следующем порядке:

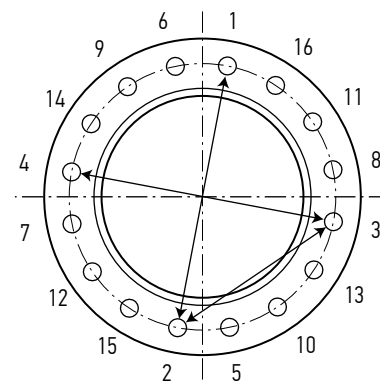


Рис. 14. Схема затяжки болтовых соединений фланцев.

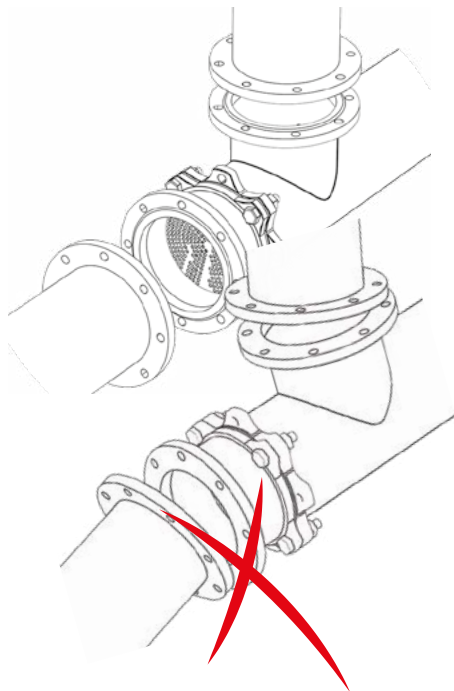


Рис. 15. Необходимо максимально точно подвести патрубки подачи теплоносителей трубопровода к теплообменнику

- ▶ Затянуть до 1/3 рекомендованного момента затяжки следуя шахматному порядку;
- ▶ Затянуть до 2/3 рекомендованного момента затяжки следуя шахматному порядку;
- ▶ После этого затянуть болты/шпильки до рекомендованного значения крутящего момента, указанного в Табл.1. Крепеж следует проверять на предмет равномерности затягивания, иначе туго затянутые болты/шпильки могут ослабить затяжку соседних элементов.

5.2.7. Не следует прилагать чрезмерных усилий для выравнивания соединений. Подсоединение патрубков к трубопроводам системы должно осуществляться без усилий, нужно соблюдать соосность по оси с аппаратом и по отверстиям во фланцах.

5.2.8. Подсоединение трубопроводов не должно приводить к появлению перекосов и деформаций (Рис. 15.). Не рекомендуется допускать монтажные зазоры, притягивая трубопроводы к аппарату при монтаже.

5.2.9. При монтаже теплообменника с диаметром корпуса 25-50 мм, оборудованного резьбой на патрубках применить уплотнительные материалы для резьбового соединения, в зависимости от характеристик сред, подаваемых в теплообменник.

5.2.10. После выполнения сварочных работ соответствующие трубопроводы должны быть продуты для удаления из системы остаточного шлака, окалины и т. п. Дополнительно рекомендуется прокачать воду в течение часа-полутора через байпас, чтобы не подвергать устройство засорению.

5.2.11. Если байпас отсутствует, прокачку можно осуществлять через аппарат, при наличии в системе обвязки фильтров механической очистки теплоносителей.

⚠ Предупреждение: отсутствие фильтров при данной процедуре может серьезно засорить трубное и межтрубное пространства, что приведет к необходимости демонтажа аппарата и его последующей чистке.

5.2.12. После установки аппарата и присоединения всех необходимых трубопроводов и устройств должно быть выполнено гидравлическое испытание смонтированной системы.

5.2.13. Если в качестве хладагента используется фреон, гидравлические испытания следует заменять пневматическими. Пневматические испытания должны проводиться по инструкции, предусматривающей необходимые меры безопасности и утвержденной в установленном порядке. При пневмоиспытании межтрубного пространства необходимо руководствоваться требованиями п.8.11.9 ГОСТ Р 52630-2012. Также для испытания на герметичность давление не должно превышать 0,05 МПа (согласно п.8.12 ГОСТ Р 52630-2012), пробное давление — согласно паспорту ГТА.

5.2.14. На трубопроводах, входящих в обвязку аппаратов и на запорной арматуре с помощью стрелок должно быть отчетливо указано направление движения теплоносителя, а на маркировочных табличках — условное обозначение аппарата, номер арматуры по схеме, указатели открытия и закрытия арматуры.

⚠ Внимание! Для предотвращения преждевременного выхода аппарата из строя необходимо выполнить надежное заземление теплообменника. В противном случае существует большая вероятность возникновения блуждающих токов, приводящих к электрохимической коррозии теплообменных трубок.

5.3. ДЕМОНТАЖ

5.3.1. В работающей системе необходимо сначала последовательно отключить горячий контур, затем холодный контур теплообменника (см. п. 6.2) . Убедиться в том, что в контурах теплообменника отсутствует давление и температура стенки не менее минус 10°C и не более 40°C.

5.3.2. Слить рабочую среду из теплообменника в соответствии с инструкцией по обслуживанию штатной системы, в которой предусмотрена эксплуатация теплообменника и произвести демонтаж теплообменника в следующей последовательности:

- ▶ Отвернуть соединительные муфты или болты крепления ответных фланцев, и отсоединить трубопроводы рабочих сред от портов теплообменника.
- ▶ Зафиксировав центральную часть теплообменника (вручную или с помощью подпорки) во избежании повреждения устройства, отвернуть элементы крепления теплообменника и демонтировать аппарат.

5.3.3. Все работы по демонтажу теплообменника должны производиться согласно внутренним регламентам, принятым у Потребителя.

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

⚠ Запрещается эксплуатировать оборудование в условиях, превышающих максимальные условия эксплуатации, указанные на шильде оборудования. Эксплуатация теплообменника в экстремальном режиме может привести к повреждению устройства и к потенциально опасным ситуациям для обслуживающего персонала.

⚠ Предупреждение: Скорости жидкости и/или пара сверх проектных условий эксплуатации трубного и межтрубного пространства теплообменника могут привести к повреждению (эрозии трубок и/или вибрации). Прямым следствием этого является внутренняя утечка и смешивание горячей и холодной сред. Требуется правильная настройка системы регулирования.

⚠ Предупреждение: ГА Форсел не оснащается устройствами защиты от избыточного давления, они должны входить в трубопроводную обвязку.

⚠ Предупреждение: В случае, если максимально допустимые эксплуатационные показатели аппарата ниже, чем общие рабочие параметры системы, в которой предполагается его установка, и возможные неисправности аппарата могут привести к опасному превышению давления или возникновению перегрева, необходимо убедиться, что устройство безопасно включено в общую систему для предотвращения такой ситуации.

6.1. ПОДГОТОВКА К ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Данный раздел описывает порядок подготовки теплообменника к работе после:

- ▶ установки на объект в состав системы;
- ▶ осушения штатной системы;
- ▶ длительного бездействия системы.

Подготовку теплообменного аппарата к пуску проводить по распоряжению ответственного лица в следующей последовательности:

6.1.1. Установить наличие разрешения органов Ростехнадзора на ввод в эксплуатацию, если это требуется по условиям эксплуатации.


6.1.2. Выполнить наружный осмотр теплообменника, трубопроводов, арматуры и всех соединений, опор, убедиться в отсутствии заглушек на рабочих участках трубопроводов.


6.1.3. Во избежание блокировки трубок убедиться перед вводом в эксплуатацию в надлежащей чистоте всей системы (отсутствии шлама, окалина, песка внутри трубопроводов). Рекомендуется применение сетчатых фильтров на подводящих трубопроводах.


6.1.4. Проверить освещённость рабочих мест.

- 6.1.5. Проверить, что вся отключающая запорная трубопроводная арматура, дренажные, воздуховыпускные устройства закрыты.
- 6.1.6. Проверить наличие исправных крепёжных деталей на крышках, фланцах, резьбовых соединениях теплообменника.
- 6.1.7. Проверить исправность и надёжность работы средств безопасности, автоматического регулирования, контрольно-измерительных приборов.
- 6.1.8. Проверить работу аварийной сигнализации.
- 6.1.9. При необходимости, проверить наличие аварийного запаса индивидуальных средств защиты. Убедиться в наличии на рабочем месте средств пожаротушения.
- 6.1.10. Перед пуском теплообменника необходимо обеспечить готовность к работе трубопроводов подвода и отвода теплоносителей, а также циркуляционного насоса, если он предусмотрен в технологической схеме.
- 6.1.11. Проверить отсечные устройства. Они должны быть установлены в положение «закрыто».
- 6.1.12. Открытием-закрытием арматуры на трубопроводах подвода теплоносителей необходимо убедиться в отсутствии течей в сварных соединениях, фланцах и сальниковых уплотнениях арматуры.
- 6.1.13. Перед запуском оборудования в работу ещё раз проверить, что рабочие условия эксплуатации не будут превышать указанные на шильде оборудования. В этом можно убедиться с помощью манометров, установленных на трубопроводах подвода теплоносителей.

6.2. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

 **Внимание!** Обслуживающему персоналу запрещается находиться напротив фланцевых соединений при пуске и остановке аппарата.

 **Внимание!** Ввод в эксплуатацию теплообменника после кратковременного бездействия в составе штатной системы, заполненной рабочей средой, производится в режиме первоначального пуска.

 **Внимание!** Запрещается одновременный пуск нескольких аппаратов. В случае параллельной установки нескольких теплообменников пуск следующего аппарата выполняется аналогично пуску первого.

6.2.1. Для того чтобы компенсировать релаксации или ползучести при высоком давлении и высоких температурах рекомендуется дополнительно подтягивать фланцевые соединения теплообменника на рабочих параметрах системы, по прошествии 24 часов после запуска аппарата.

6.2.2. Для обеспечения готовности аппарата к пуску из трубопроводов подвода и отвода теплоносителей должен быть удален воздух. Для этого перед подачей среды в пустой трубопровод

необходимо открыть воздухоотводчик (при наличии) или задвижку на дренажном трубопроводе.

⚠ Предупреждение! Подача теплоносителей в аппарат должна производиться постепенно, открытие запорной арматуры – плавно.

6.2.3. В первую очередь в работу запускается нагреваемый/охлаждающий (холодный) контур.

6.2.4. Заполнить полости теплообменника рабочими средами путем плавного открытия запорной арматуры на циркуляционных трубопроводах штатной системы (время открытия – закрытия арматуры должно составлять 2-3 мин).

6.2.5. Убедитесь, что теплообменник полностью заполнен холодной жидкостью перед закрытием воздушных клапанов (если они предусмотрены).

6.2.6. Необходимо избегать резких повышений давления и температуры теплоносителей, так как это может привести к вибрации и деформации теплообменных трубок и, в конечном счете к появлению течей. Пуск насосов должен производиться при закрытых клапанах. Регулирующая и запорная арматура должна открываться плавно.

6.2.7. Во вторую очередь в работу запускается греющий/охлаждаемый (горячий) контур.

6.2.8. При подаче греющего пара в холодный теплообменник, на первоначальном этапе пуска образуется большое количество конденсата и несконденсировавшихся газов. Необходимо обеспечить их надежный отвод посредством поплавкового конденсатоотводчика со встроенным термостатическим воздухоотводчиком. ПВТ

6.2.9. В случае недостаточности пропускной способности штатного конденсатоотводчика на пусковом режиме необходимо обеспечить для него байпасную линию. ПВТ

6.2.10. Убедиться, что давление греющего теплоносителя на входе в теплообменник выше, чем давление в трубопроводе на выходе из аппарата.

6.2.11. Убедитесь, что теплообменник полностью заполнен горячей средой перед закрытием воздушных клапанов (если они предусмотрены).

6.2.12. Скорость подъема и снижения давления при пуске и останове не должна превышать 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) в мин.

6.2.13. Скорость изменения температуры при пуске и останове не должна превышать 10°С в мин.

6.2.14. Пуск теплообменника в зимний период времени при температуре окружающей среды ниже 0°С производить по следующей схеме:

- ▶ Скорость изменения температуры не должна превышать 30°С в час;
- ▶ Давление рабочей среды во время пуска не должно превышать 0,2 МПа (2,0 кгс/см²);
- ▶ При достижении температуры стенки теплообменника 0°С произвести подъем давления среды до рабочего со скоростью не более 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) в мин.

6.2.15. Факт успешного пуска теплообменника проверяется по увеличению температуры нагреваемого теплоносителя на выходе из аппарата. При работе устройства возможно небольшое колебание стрелок манометров, расположенных на трубопроводах подвода греющего и нагреваемого теплоносителя к теплообменнику и отвода теплоносителей от него.

6.2.16. После запуска аккуратно подтянуть болты на всех фланцевых соединениях для предотвращения утечек и повреждения прокладок. Подтяжка допускается при давлении жидких рабочих сред не выше $5,0 \text{ кгс/см}^2$ и при температуре не выше 40°C . При работе со взрывопожароопасными или токсичными средами подтяжка разъемных соединений допускается только после полной остановки теплообменника. Подтяжка должна быть сделана в диаметральном шахматном порядке, как показано на Рис. 14.

6.3. РЕГУЛИРОВАНИЕ


6.3.1. Регулирование теплового потока теплообменника может осуществляться ступенчато — путем измерения числа работающих аппаратов (в случае применения многокорпусной системы теплообменных аппаратов) и плавно — путем изменения расхода греющего теплоносителя или нагреваемого теплоносителя через аппарат. Зависимость теплового потока теплообменника от количества подключенных аппаратов и давлений теплоносителей на входе в аппарат определяется по режимной карте.

6.3.2. Регулирование расхода греющего теплоносителя может производиться либо вручную, либо с помощью средств автоматики, если это предусмотрено проектом. Уменьшение давления греющего теплоносителя приводит к уменьшению расхода греющего теплоносителя, и наоборот.

6.3.3. Регулирование расхода нагреваемого теплоносителя через аппарат необходимо производить при помощи регулятора расхода, расположенного на линии подачи нагреваемого теплоносителя перед аппаратом (см. Приложение F.). Повышение давления нагреваемого теплоносителя перед аппаратом приводит к увеличению расхода нагреваемого теплоносителя, и наоборот.

6.3.4. При появлении признаков нестабильности работы аппарата необходимо с учетом показаний КИП отрегулировать расходы теплоносителей через аппарат. При наличии сбоя или самопроизвольного останова необходимо отключить подачу греющего теплоносителя в теплообменник, выявить и устранить причину сбоя, произвести повторный запуск теплообменного аппарата.

6.4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

 **Внимание!** При снижении теплопередающих параметров аппарата необходимо в кратчайшие сроки провести очистку аппарата, не допуская чрезмерного ухудшения состояния теплопередающих поверхностей. Полное перекрытие отложениями проходного сечения трубок приводит к необратимому выходу аппарата из строя.

- 6.4.1. Теплообменник в период эксплуатации должен содержаться в исправном состоянии.
- 6.4.2. Возможные неисправности в течении эксплуатационного периода устраняются согласно таблице в приложении (см. Приложение С.)
- 6.4.3. Контроль работы теплообменника производится по показаниям установленных приборов. Периодичность контроля устанавливается согласно регламента Потребителя. Во время работы теплообменника персонал должен периодически контролировать и записывать в журнал технологические параметры и режим работы теплообменного аппарата: давление и температуру теплоносителей на входе в аппарат, давление и температуру теплоносителей на выходе из устройства.
- 6.4.4. В системах, где недопустимо взаимопроникновение сред, необходимо поддерживать более высокое давление в контуре, исключающем попадание среды из сопряженного контура.
- 6.4.5. Рекомендуется осуществлять периодическое гидравлическое испытание обеих полостей, контролируя гидравлическую плотность по отсутствию роста давления или вытекания рабочей среды в другую полость.
- 6.4.6. Если необходимо остановить циркуляцию охлаждающей среды, циркуляция охлаждаемой (горячей) среды, также должна быть остановлена, направлена в обход или устранена другим способом.
- 6.4.7. При остановке работы необходимо дренировать теплообменник, чтобы исключить возможность замораживания и окисления теплообменника.
- 6.4.8. При работе систем горячего водоснабжения необходимо поддерживать температуру не ниже 55°C для противодействия образования бактерий легионелла, не допускать застойных зон и поддерживать постоянную циркуляцию воды. Необходимо периодически поднимать температуру воды в системе горячего водоснабжения, до 60-65°C на срок до 1 часа для уничтожения бактерий в системе.
- 6.4.9. Аппараты, не эксплуатирующиеся на протяжении длительного времени должны соответствовать требованиям хранения (см. п. 4.3, стр. 21). По возможности, они должны быть продуты теплым воздухом. Если такая возможность отсутствует, необходимо обеспечить циркуляцию воды через теплообменник, чтобы предотвратить застойные состояния воды.
- 6.4.10. Промывку теплообменных полостей следует осуществлять только при заметном снижении (на 3-5°C) теплопередающих показателей и увеличения его гидравлического сопротивле-

ния. Периодические работы по очистке аппарата без признаков ухудшения теплопередающих свойств, руководствуясь исключительно соображениями выполнения регламента, могут привести к преждевременному выходу аппарата из строя.

6.4.11. Во избежание роста температуры нагреваемой среды, и, как следствие, активного солеотложения из нее, не допускается подача греющей среды на теплообменник, если проток нагреваемой среды отсутствует. Следует использовать средства автоматики – датчик протока и датчик температуры, оснащенные соответствующими исполнительными органами для недопущения ситуации прекращения потока. Следует принимать во внимание, на то, что нагрев воды (жидкости) свыше 50°C, как правило, будет способствовать образованию отложений и накипи на теплообменных поверхностях.

6.5. ОСТАНОВКА РАБОТЫ

6.5.1. Работа теплообменного аппарата немедленно (аварийно) прекращается в следующих случаях:

- ▶ превышение давления в трубопроводе отвода теплоносителя над давлением в трубопроводе подвода этого теплоносителя;
- ▶ падение давления в трубопроводе подачи греющего теплоносителя или нагреваемого теплоносителя;
- ▶ при обнаружении трещин, выпучин, нарушении плотности, течи межфланцевых и резьбовых соединений;
- ▶ при неисправности крепежных деталей патрубков и фланцев;
- ▶ нарушение работы циркуляционного насоса;
- ▶ превышение установленного давления в конденсатной линии и затруднения отвода конденсата из аппарата, работающего в подтопленном режиме.

ПВТ

6.5.2. При аварийном режиме выключение теплообменника проводится в следующей последовательности:

- ▶ быстро перекрыть подачу греющего теплоносителя к теплообменнику;
- ▶ выявить и устранить причину сбоя;
- ▶ произвести повторный запуск аппарата согласно п. 6.2


6.5.3. В случае особых схем подключения аппарата и использования теплоносителей в технологической схеме последовательность аварийного останова теплообменного аппарата может отличаться от вышеуказанной.

6.5.4. Штатный останов системы в общем случае осуществляется в следующей последовательности:

- ▶ Перекрыть подачу греющего теплоносителя к аппарату;


- ▶ После прекращения повышения температуры нагреваемого теплоносителя — перекрыть подачу нагреваемого теплоносителя к теплообменному аппарату;
- ▶ Перекрыть запорную арматуру на трубопроводе отвода нагреваемой среды;
- ▶ Перекрыть запорную арматуру на трубопроводе отвода греющей среды.

6.5.5. В случае особых схем подключения аппарата и использования теплоносителей в технологической схеме последовательность штатного останова теплообменного аппарата может отличаться от вышеуказанной.


 **Внимание!** При остановке аппарата необходимо слить образовавшийся конденсат греющего пара во избежание гидроударов при запуске (у аппаратов, работающих в подтопленном режиме, — через дренажный патрубок).

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

 Если в процессе эксплуатации ожидается повышенное солеотложение теплообменника, рекомендуется предусмотреть штуцеры для промывки и химической очистки в подключающих трубопроводах.

7.1.1. Работы по ремонту и обслуживанию теплообменного аппарата разрешается проводить только после его полного отключения. Не ослаблять соединительные фланцы, пока давление внутри оборудования не будет снижено до атмосферного, теплообменник дренирован от всех содержащихся в нем жидкостей, а также поверхности оборудования не будут охлаждены до температуры окружающего воздуха.

 **Предупреждение:** Должны быть приняты меры предосторожности (применена специальная одежда, оборудование и т.д.) для защиты персонала от травм от рабочих жидкостей, пара или горячих поверхностей теплообменников.

7.1.2. Не рекомендуется продувка трубок паром. Возможен перегрев трубки, приводящий к их расширению и деформации, а иногда и к протечке стыков трубки и трубной решетки.

7.1.3. Периодически для проверки целостности трубок и трубных решеток рекомендуется следующая процедура:

- ▶ отключить теплообменник от подключенной к нему трубной системы;
- ▶ создать давление холодной воды, в межтрубном пространстве корпуса теплообменника;
- ▶ осмотреть все соединения трубок и трубных решеток для проверки утечек жидкости.

7.1.4. При обнаружении неисправностей (см. Приложение С.) необходимо в кратчайшие сроки устранить их самостоятельно согласно пп 7.7-7.8 или обратиться к Производителю для гарантийного и постгарантийного ремонта.

7.2. ПОДГОТОВКА К СБОРКЕ/РАЗБОРКЕ АППАРАТА.

7.2.1. Для сборки/разборки необходимо пространство по длине, равное $2.5 \times L$, где L – длина трубного пучка. Для удобства необходимо выставить корпус аппарат на подставки или монтажный стол высотой 700– 900 мм от уровня пола.

7.2.2. Аппарат (фланец аппарата в месте уплотнения трубного пучка) необходимо упереть в стену или любую неподвижную поверхность (колонну, стойку) через деревянный брусок и паронитовую прокладку толщиной 3-6 мм. При этом присоединительные секции должны быть демонтированы.

7.2.3. Продуть внутреннюю полость аппарата сжатым воздухом, удалив пыль и все загрязнения, за исключением случаев применения огнеопасной среды.

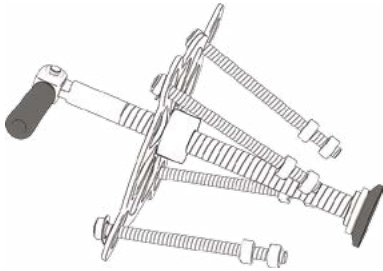


Рис. 16. Приспособление для извлечения трубного пучка

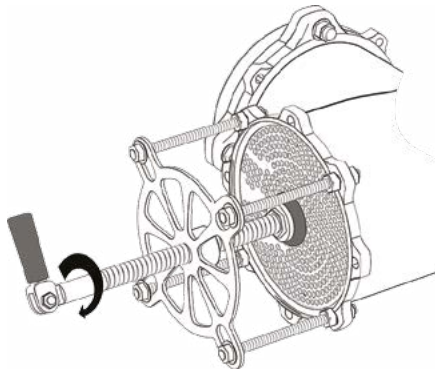


Рис. 17. Извлечение трубного пучка

7.2.4. Смазать на глубину 50-100 мм от фланца внутреннюю поверхность корпуса с входной и противоположной сторон смазкой литол-24 (солидол);

7.2.5. Смазать цилиндрические поверхности трубных решеток;

7.3. СБОРКА

7.3.1. Поднести трубный пучок и аккуратно завести в корпус (в зависимости от его длины и массы может потребоваться от 2 до 4 человек). При подаче внутрь корпуса внимательно следить за соосностью и избегать касания трубок об фланец во избежании их повреждения.

7.3.2. Протолкнуть трубный пучок до противоположной стороны. Допускаются легкие толчки (как корпуса об деревянный брусок, так и обратно-поступательные движения самого пучка). При застревании (особенно трубных пучков длиной более 2 метров) рекомендуется выполнить переворот корпуса на 180° и, ввернув пучок назад на 100-200 мм, продолжить сборку;

7.3.3. Обеспечить равномерное выступание с двух сторон торцов трубной решетки от поверхности зеркала фланцев корпуса (около 10-15 мм).

7.3.4. Установить уплотнительные прокладки;

7.3.5. Поджать прокладки присоединительными секциями по типу «шип-паз»;

7.3.6. Для аппаратов Ду 150 и более ограничительные кольца внутри присоединительных секций не должны касаться торца трубных решеток. Обеспечить зазор 2-3 мм;

7.3.7. Обжать крепеж, соблюдая равномерность затяжки болтовых соединений фланцев.

7.4. РАЗБОРКА

7.4.1. При разборке необходимо выполнить операции в обратном порядке. Для начального выталкивания трубного пучка необходимо вырезать из паронита или резины (4-8 мм) прокладку равную диаметру пучка (или меньше его на 10-20 мм). Вырезать из фанеры, дерева или металла нажимной диск (толщиной от 3 мм) диаметром меньше пучка на 20-50 мм.

- ▶ Установить прокладку, затем нажимной диск (для распределения нагрузки на всю поверхность) и деревянный брусок (длиной 100-200 мм). Упереть в жесткую поверхность;
- ▶ Легкими толчками корпуса вытолкнуть трубный пучок на длину бруска;
- ▶ Заменить брусок на более длинный (500-1000 мм) и продолжить извлечение;
- ▶ Извлечь оставшуюся часть пучка, потянув руками за вышедшую наружу часть, придерживая корпус от смещения.

7.4.2. При затруднении с извлечением трубного пучка вручную нужно попытаться извлечь пучок в противоположную сторону, с одновременным проворачиванием его в корпусе. Зачастую, окалина, песок, шлам, попавшие в корпус теплообменника, препятствуют извлечению трубного пучка.

7.4.3. Наилучшим решением будет использование специального приспособления для извлечения трубного пучка (Рис. 16.). Закрепив устройство на корпусе теплообменника, нужно вытолкнуть трубный пучок из корпуса, обязательно проложив при этом между нажимным винтом устройства и трубной решеткой деревянную или металлическую проставку и резиновую прокладку (Рис. 17.).

7.5. ПРОМЫВКА АППАРАТА

7.5.1. Теплообменник необходимо периодически чистить. Шлам и накипь значительно снижают эффективность теплопередачи и увеличивают гидравлическое сопротивление. Сложность очистки возрастает с накоплением загрязнений, следовательно, интервал между чистками не должен быть чрезмерным.

7.5.2. Необходимо регулярно проверять внутреннюю и внешнюю поверхность трубок и содержать теплообменник в чистоте. Это сохранит теплопроизводительность и механическую целостность устройства. Периодичность очистки должна зависеть от роста накопления накипи и загрязнений.

⚠ Предупреждение: Несвоевременная очистка может привести к прекращению потока через трубки с последующим их перегревом, повреждением, а затем и к протечкам.

7.5.3. Трубки теплообменника можно осмотреть визуально без разборки аппарата. Внутренняя поверхность корпуса доступна только после извлечения трубного пучка.

7.5.4. Необходимо обеспечить периодическую чистку теплообменника (в зависимости от уровня его загрязнения) в следующем порядке:

- ▶ Мягкие отложения солей и незначительные загрязнения могут быть размыты путем циркуляции горячей воды;
- ▶ Циркуляция горячего моющего раствора через трубки или оболочку при хорошей скорости будет также эффективно удалять мягкие отложения;
- ▶ Для химической очистки от накипи и отложений применить теплый раствор каустической или кальцинированной соды. Однако предпочтительней использовать 10% раствор сульфаминовой или лимонной кислоты с температурой 35–40°C. Химическую очистку осуществляют путем прокачки раствора через теплообменник без его разборки или периодически заливая и выливая раствор.

7.5.5. В случае отсутствия такой возможности, необходимо разобрать теплообменный аппарат, извлечь трубный пучок и провести его промывку одним из следующих способов:

- ▶ Опустить в ванну (Рис. 18.), с соответствующим загрязнению раствором реагента.
- ▶ Используя насосную установку для промывки аккуратно промыть межтрубное пространство (Рис. 19.);
- ▶ По завершении химической очистки трубный пучок должен быть промыт проточной водой. Если эти процедуры неэффективны для удаления накипи и загрязнений, допускает-

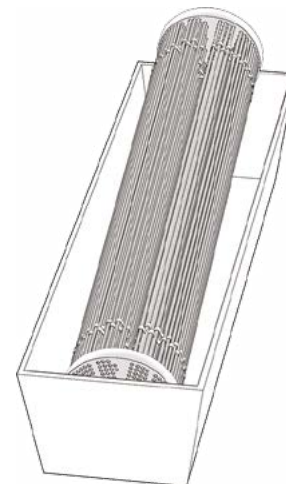


Рис. 18. Промывка трубного пучка в ванне с реагентом.

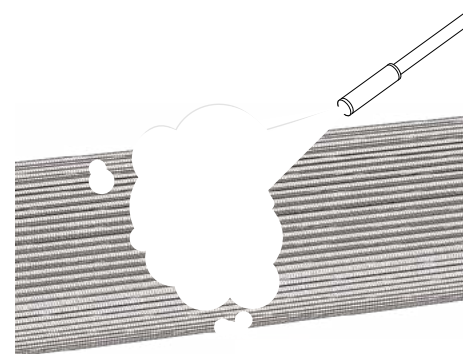


Рис. 19. Ручная очистка межтрубного пространства пучка.

ся, с соблюдением мер предосторожности, проведение механической очистки.

⚠ Внимание: Необходимо соблюдать осторожность при обращении с химическими растворами, соблюдая инструкции производителя. Рекомендуется использовать защиту для глаз и кожи, при необходимости надевать респиратор, когда это требуется.

⚠ Внимание Категорически запрещается применять для промывки соляную кислоту и любые её растворы для очистки труб. Воду с содержанием хлора выше 330 промилле использовать для приготовления раствора так же нельзя.

7.6. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧИСТКА АППАРАТА

7.6.1. Снизить давление теплообменника до нуля и охладить его до температуры ниже 40°C.

7.6.2. Скорость снижения давления не должна превышать 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) в мин, а скорость изменения температуры не должна превышать 10°C в мин.

7.6.3. Механическая очистка внутренности теплообменных трубок осуществляется с помощью прямой стальной проволоки 3,5 мм (Рис. 20.). Не рекомендуется выбивать крепко застрявшие загрязнения, это может привести к повреждению стенки трубки.

7.6.4. Замена уплотнительных прокладок производится при протечке в разъемном соединении или в случае разборки и сборки теплообменника

⚠ Примечание: Присоединительная камера в зависимости от конкретного исполнения теплообменника может иметь присоединение под приварку или фланец. Необходимые резиновые уплотнительные кольца поставляются в комплекте запасных частей (ЗИП) совместно с теплообменником в количестве, соответствующем конкретной модели.

7.6.5. Перед повторной установкой теплообменника в систему, в исполнении с фланцевым или резьбовым присоединением необходимо выполнить следующие действия:

- ▶ Очистить контактные поверхности фланцевых соединений теплообменников под прокладку, или резьбовые от остатков уплотнительного материала;
- ▶ Заменить межфланцевые прокладки (в стандартный комплект поставки не входят) новыми;
- ▶ Аккуратно установить межфланцевые прокладки перед повторной затяжкой болтов, или применить новый уплотнительный материал для резьбовых соединений.

⚠ Внимание: при повторной установке аппарата необходимо менять межфланцевые прокладки. Вторично используемые межфланцевые прокладки не смогут обеспечить качественное уплотнение и могут привести к повреждению контактных поверхностей теплообменника.

7.6.6. Затягивать крепеж следует согласно требованиями п. 5.2.4. В разделе “Ввод в эксплуатацию” описываются рекомендации по подтяжке болтовых соединений после запуска.

7.6.7. В случае частых разборок теплообменника рекомендуется использовать новый крепеж.

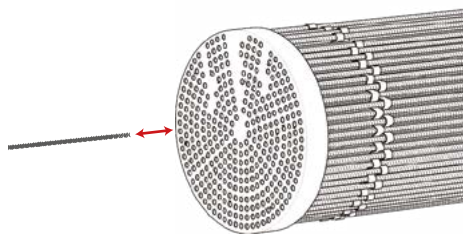


Рис. 20. Механическая чистка трубного пучка

7.7. РЕМОНТ ТРУБНЫХ РЕШЕТОК

При исполнении аппарата с композитными или металлическими решетками выполняют ремонт или глушение с помощью металлополимерных составов. Для комбинированных трубных решеток используют метод глушения с помощью аргонодуговой сварки.

7.7.1. Перед глушением трубок в композитной решетке необходимо выполнить следующие подготовительные операции:

- ▶ Очистить внутреннюю поверхность трубы с двух сторон от загрязнений (смазочные материалы, накипь, прочие отложения) на глубину 30-40 мм;
- ▶ Выполнить нанесение шероховатости на очищенную поверхность (с помощью наждачной бумаги или абразивной насадкой для эл. дрели);
- ▶ Обезжирить поверхность растворителем Р-646 или техническим спиртом;
- ▶ Подготовить заглушку из прутка (болта), желателно некорродирующего материала (нерж.сталь, цветные сплавы) длиной 10-15 мм. Диаметр заглушки должен быть на 1– 1,5 мм меньше внутреннего диаметра трубки.
- ▶ Нанести шероховатость на поверхность заглушки;

7.7.2. Глушения трубки в композитной решетке выполняется следующим образом:

- ▶ Наносится слой металлополимерного состава в трубку (с двух сторон) и на заглушки;
- ▶ Заглушка проталкивается в трубку на глубину до 20 мм;
- ▶ Заполняется пространство между заглушкой и поверхность трубной решетки металлополимерным составом;
- ▶ Выдерживается от 12 до 24 часов перед проведением повторных гидроиспытаний/запуском аппарата в работу;

7.7.3. Перед глушением трубок в металлической трубной решетке необходимо выполнить следующие подготовительные операции:

- ▶ Очистить внутреннюю поверхность трубы с двух сторон от загрязнений (смазочные материалы, накипь, прочие отложения) на глубину 20-30 мм;
- ▶ Выполнить нанесение шероховатости на очищенную поверхность (с помощью наждачной бумаги или абразивной насадкой для эл. дрели);
- ▶ Обезжирить поверхность растворителем Р-646 или техническим спиртом;
- ▶ Подготовить заглушку из прутка (болта), длиной 15-20 мм. Материал заглушки выбирается в соответствии с материалом трубки и рабочей средой, руководствуясь ТП. Например, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т (АISI304,321) – для пищевых и неагрессивных сред и 04Х17Н13М2 (АISI 316,316Ti) для химических сред. Диаметр заглушки должен быть на 0,5–1 мм меньше внутреннего диаметра трубки. Желательно по форме выполнить ее на

конус, чтобы обеспечить плотный контакт с поверхностью трубной решетки и не допустить проваливания внутрь трубки.

7.7.4. Глушение трубки в металлической решетке выполняется в следующем порядке:

- ▶ Заглушки устанавливаются в трубку с обоих концов, таким образом, чтобы они выступали от поверхности трубной решетки на расстоянии 2 – 5 мм;
- ▶ Выполняется аргоно-дуговая сварка с присадочным прутом соединения трубной решетки с заглушкой (для обеих решеток) на сварочном токе 80-110 А. Присадочный пруток нужно выбирать согласно материалу свариваемых элементов (допускается использовать присадочный пруток AISI 316). При сварке наплавляемый металл будет формироваться на уже существующий шов трубки (с дефектным соединением) и швы соседних трубок, что не является отступлением от технологии;
- ▶ Выполняется зачистка побежалости сварного шва и околошовной зоны;
- ▶ Перед проведением повторных гидроиспытаний/запуском аппарата в работу выдерживается время для полного остывания металла.

7.7.5. Ремонт протечек между трубкой и трубной решеткой выполняется следующим образом:

- ▶ Выполнить разделку места соединения (сверлом равным или на 0,5-1 мм большим наружного диаметра трубки),
- ▶ Выполнить обезжиривание и заделку с помощью металлополимерного состава (приобретается у Производителя отдельно).

8. ПОСТПРОДАЖНОЕ И ГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

8.1.1. Производитель устанавливает на теплообменник срок гарантии, продолжительность которого указывается в техническом паспорте. Гарантия подразумевает ремонт или замену как изделия в целом, так и его дефектных комплектующих в течение гарантийного срока при обязательном соблюдении Потребителем требований РЭ, ТП, иных документов, прилагаемых к теплообменнику.

8.1.2. Гарантийному ремонту (замене) не подлежат следующие теплообменники:

- ▶ с неисправностями, возникшими при нарушении правил транспортировки, хранения и монтажа, указанных в РЭ;
- ▶ с неисправностями, возникшими по причине несоответствия условий эксплуатации данным, указанным в РЭ и ТП;
- ▶ эксплуатирующиеся на рабочих параметрах, отличных от расчетных (указанных в паспорте и расчете на теплообменник);
- ▶ с неисправностями, возникшими по причине отсутствия надлежащей защиты (фильтры,

предохранительные клапаны и пр.);

- ▶ с неисправностями, вызванными наличием в теплообменнике отложений или загрязнений, попаданием посторонних предметов (в том числе транспортных заглушек);
- ▶ при наличии механических повреждений;
- ▶ отремонтированные или разобранные Покупателем в течение гарантийного срока (отсутствие или повреждение пломбы Производителя);
- ▶ со следами коррозионного и/или эрозионного износа теплообменных поверхностей теплообменника;
- ▶ с неисправностями, возникшими вследствие действия третьих лиц, непреодолимой силы, а также вследствие прочих обстоятельств, не зависящих от Производителя.

8.1.3. При обнаружении дефекта или несоответствия расчетных параметров фактическим данным, Потребитель должен незамедлительно сообщить об этом Производителю (поставщику) или официальному сервисному партнеру Производителя (поставщика), направив ему акт рекламации, составленный по форме, приложенной к РЭ, не позднее 5 (пяти) дней с даты обнаружения дефекта (несоответствия) или иной даты, указанной в договоре поставки.

8.1.4. Акт рекламации принимается к рассмотрению при условии указания в нем: времени и места составления акта; полного адреса получателя теплообменника; типа теплообменника; его серийного номера; даты получения; даты монтажа (пуска в эксплуатацию); условий эксплуатации (температур рабочих сред на входе и выходе контуров теплообменника, расходов по греющей и нагреваемой средам, давления и перепадов давления по обеим сторонам теплообменника); наработки теплообменника (в часах) с момента пуска; подробного описания возникших неисправностей и дефектов с указанием обстоятельств, при которых они обнаружены; сведений о проведенных ремонтах теплообменника (если таковые были); подписей, Ф.И.О. и должностей лиц, составивших акт, печати организации. Заполнение заявки на сервисное обслуживание и ее представление обязательно.

8.1.5. Гарантийный ремонт теплообменника производится исключительно официальными Партнерами Производителя. Актуальный список официальных сервисных Партнеров приведен на сайте www.forcel.ru или www.hydrolex.ru.

8.1.6. Послегарантийное обслуживание теплообменника может производиться как владельцем теплообменника, так и сторонней организацией по усмотрению владельца, в т.ч. официальными Партнерами Производителя, с соблюдением условий подраздела 8.

8.1.7. Официальные Партнеры Производителя имеют права и полномочия на производство следующих работ и оказание услуг, связанных с сервисным обслуживанием теплообменников:

- ▶ техническое консультирование;
- ▶ инженеринговые услуги, в т.ч. представление заключений по эффективному использованию оборудования;

- ▶ шеф-монтаж и пусконаладка оборудования;
- ▶ техническое обслуживание оборудования (в т.ч. гарантийное) и его ремонт;
- ▶ поставка подлинных запасных частей (комплектующих, трубных пучков и прокладок) к оборудованию;

8.1.8. Информация о типе, марке, модели, заводском (серийном) номере устройства, а также о дате его изготовления указана в паспорте на изделие, входящем в состав сопроводительной документации, и/или на заводской табличке.

ЧАСТЬ III. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

	Давление среды, бар	Температура, °С			
		< 115	115 - 130	130 - 200	200-400
Корпус	< 20	Спиралешовная труба			
	20-80	Бесшовная труба			
Трубные решетки	< 25	Композит		Цельнометаллические	
	25-80	Цельнометаллические			
Трубки	< 40	Сварные, с геликоидным профилем			
	40-80	Бесшовная труба			
Уплотнения	< 16	Резина	EPDM	Силикон	
	16-80	Паронит			Графит

Таб 2. Конструкционное исполнение элементов

Элемент конструкции	Обозначение материала	Международное обозначение
Корпус (обечайка)	03X17H14M2	AISI 316
	10X17H13M2T	SMO 254
Корпус (патрубки)	12X18H10T	AISI 321
	08X18H10	AISI 304
Трубки теплообменные	BT 1-00	Titan Grade 1
Дистанционер	Хастеллой С-276	Hastelloy C-276
Кольцо прижимное	EPDM	ИРП-1376
	NBR	ИРП-1078
	FPM	ИРП-1287НТА
	Silicon	
Фланцы	ст 20	WCB
	03X17H14M2	AISI 316
	10X17H13M2T	SMO 254
	12X18H10T	AISI 321
	08X18H10	AISI 304
	Титан (Grade 1)	Titan Grade 1
	Хастеллой С-276	Hastelloy C-276

Элемент конструкции	Обозначение материала	Международное обозначение
Трубные решетки	Металлополимер	
	ст 20	WCB
	03X17H14M2	AISI 316
	10X17H13M2T	SMO 254
	12X18H10T	AISI 321
	08X18H10	AISI 304
	Титан (Grade 1)	Titan Grade 1
	Хастеллой С-276	Hastelloy C-276
Болт	Сталь 45	
Гайка	Сталь 40X	

Таб. 3. Перечень материалов, применяемых при изготовлении аппаратов Форсел

ПРИЛОЖЕНИЕ В. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЧИСТЯЩИХ СРЕДСТВ

Тип отложений	Чистящее средство	Макс. кон-центрация	Макс. температура, С
Окалина, накипь, отложения			
Продукты коррозии, карбонат кальция	Азотная кислота	1,5 %	60
Оксиды металлов, сульфат кальция	Сульфаминовая кислота	6-8%	60
	Промывочный раствор ТУ-245835-005-0125241801		
Ил, силикаты	Лимонная кислота	10%	60
Глинозем	Фосфорная кислота	2,5%	60
Диатомические организмы и их экскременты	Комплексообразующие агенты (ETDA, NTA)		60
Биологическое обрастание, слизь			
Бактерии	Едкий натр (NaOH)	1,5 %	80
Нематоды	Карбонат натрия (Na ₂ CO ₃), кальцинированная сода	3 %	80
Протозоа	Гипохлорит/комплексообразующие агенты и поверхностно-активные вещества	0,5-1%	80
Прочее			
Мазут	Растворитель на основе парафиновых фракций нефти (керосин)		
Жиры, масла	Растворитель MOBILSOL 77B, CASTROL ICW 1130		

⚠ Запрещается применять следующие растворители: кетоны (ацетон, метил-этилкетон, метилизобутилкетон), сложные эфиры (этилацетат, бутилацетат), галогенизированные гидрокарбонаты (хлорофен, четыреххлористый углерод), ароматические соединения (бензол, толуол)

ℹ Рекомендуются к применению технические моющие средства ТМС ДИ, ДП, ДМ, ЛИ, ЛК, ЛА, ЛН (ТУ 2383-002-56478541) в зависимости от степени загрязнения теплообменных поверхностей.

ПРИЛОЖЕНИЕ С. НЕИСПРАВНОСТИ И КРИТЕРИИ ОТКАЗА

Характеристики неисправности	Возможная причина неисправности	Тип	Способ устранения неисправности
Несоответствие фактических показателей расчетным			
Низкая тепловая производительность (при нормальном гидравлическом сопротивлении).	Условия эксплуатации теплообменника не соответствуют расчетным	Отказной	Привести условия эксплуатации к расчетным.
	Теплоносители подключены по неправильной схеме.	Отказной	Выяснить схему подачи теплоносителей в системе, свериться с паспортной схемой подачи теплоносителей на аппарат. При несоответствии, перенаправить теплоносители согласно паспортной схеме.
Увеличение гидравлического сопротивления	Загрязнение поверхностей теплообмена	Отказной	Разобрать теплообменник и произвести чистку трубного пучка
	Засорение теплообменника	Отказной	Произвести чистку теплообменника и установить сетчатые/магнитные фильтры на загрязненных средах
	Образование воздушного кармана в трубопроводе или теплообменнике	Отказной	Установить воздухоотводчик в верхних точках обвязки аппаратов.
Видна протечка через фланцевые присоединительные патрубки	Рабочее давление в теплообменнике выше максимально допустимого	Предельный	Снизить давление до установленного рабочего давления или установить редуцирующее устройство
	Недостаточно плотное прилегание уплотняющей прокладки к фланцам	Предельный	Подтянуть стяжки на фланцах не превышая максимально допустимого крутящего момента.
	Дефект межфланцевых прокладок	Предельный	Заменить прокладки на
Видимая протечка			
Видна протечка через теплоизоляцию/корпус	Коррозия/эрозия материала корпуса	Предельный	Разобрать теплообменник, произвести дефектацию. Установить и устранить причину возникновения коррозии. При эрозии - установить фильтры механической очистки на входе в межтрубное пространство. Произвести гидроиспытания аппарата.
	Дефект сварного шва на корпусе	Предельный	Произвести дефектацию корпуса. В случае установления дефекта сварного шва, обратиться к Производителю для осуществления ремонта.

Невидимая протечка			
Смещение теплоносителей, увеличение сопротивления по одной из сторон.	Деформация теплообменных трубок. Трещины в трубках.	Предельный	Разобрать аппарат, провести гидроиспытания межтрубной полости, провести дефектацию теплообменных трубок. Заглушить неисправные трубки. Установить и устранить причину возникновения деформации/коррозии. Установить трубный пучок на место, проверить гидроиспытаниями герметичность уплотнений. Обеспечить надежное заземление аппарата.
	Коррозия теплообменных трубок (в т. ч. и электрохимическая).	Предельный	
	Нарушение плотности закрепления трубок в трубных решетках.	Предельный	
	Нарушение герметизации трубных пучков.	Предельный	Разобрать аппарат, проверить уплотняющие прокладки на дефекты (при необходимости заменить), собрать аппарат.
	Естественное старения и потери эластичных свойств уплотняющими прокладками	Предельный	
	Частичное или полное разрушение трубной решетки.	Предельный	Заменить трубный пучок на новый
Гидроудары			
Удары, щелчки и ощутимая вибрация аппарата	Нестабильная подача жидких сред	Эксплуатационный	Установить стабилизаторы давления и расхода в системе.
	Наличие воздушных карманов	Эксплуатационный	Установить воздухоотводчики в точках вероятного скопления газов
	Отсутствие оборудования в системе защищающего/предотвращающего гидроудары	Эксплуатационный	Установить обратные клапаны и стабилизаторы давления на выходах из теплообменника
	Конденсат затопливает теплообменник и попадает в паропровод	Эксплуатационный	Установить систему дренирования паропровода на подводе пара. Установить конденсатоотводчик на выходе из межтрубного пространства.

ПРИЛОЖЕНИЕ D. АНАЛИЗ РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ

Этап жизненного цикла	Опасная ситуация	Причина	Последствия	Меры предосторожности
Транспортировка и хранение	Падение теплообменника при перемещении	Нарушение правил строповки теплообменника, недостаточная грузоподъемность, тип или изношенность стропа	Смертельный исход, люди могут получить ранения, выход из строя теплообменника, причинение материального ущерба	При перемещении использовать индивидуальные меры защиты (каска), использовать исправные ГПМ, стропы.
Транспортировка и хранение	Падение теплообменника на бок с высоты собственного веса	Нарушение правил транспортирования и хранения	Люди могут получить ранения	Использовать транспортировочную тару при транспортировке и хранении
Ввод в эксплуатацию	Выброс жидкости из теплообменника при гидроиспытаниях	Неисправные приспособления для гидроиспытаний, превышение допустимого давления в теплообменнике, плохая герметизация уплотнительных прокладок	Люди могут получить ранения при выбросе среды под высоким давлением	При испытаниях использовать средства индивидуальной защиты (очки, перчатки), контролировать давление сред по манометру, ограничить доступ людей в зону испытаний.
Эксплуатация	Нагрев поверхности теплообменника выше допустимой	Нагрев внешней поверхности выше 45°C	Люди могут получить ожоги от соприкосновения с теплообменником	Использовать средства индивидуальной защиты (очки, перчатки), установить теплоизоляцию на теплообменник
Эксплуатация	Выброс горячей/холодной среды из теплообменника	Разгерметизация камер теплообменника	Люди могут получить ожоги при попадании жидкости на кожу	Использовать средства индивидуальной защиты (очки, перчатки), установить теплоизоляцию на теплообменник
Техническое обслуживание	Разборка/сборка теплообменника с извлечением пучка	Пучок составляет основную массу аппарата	Люди могут пострадать при извлечении трубного пучка	Использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, обувь), использовать подстраховку при извлечении трубных пучков больших диаметров

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 166-89	Таблица 6	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Таблица 6	Линейки металлические измерительные
ГОСТ 2405-88	Таблица 6	Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия
ГОСТ 7502-98	Таблица 6	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 5632-72	Таблица 11	Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные.
ГОСТ 6357-81	1.3.22	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая
ГОСТ 12815-80	1.3.22, 1.3.24	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на Ру от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см ²). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей
ГОСТ 12820-80	1.3.24	Фланцы стальные плоские приварные на Ру от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см ²). Конструкция и размеры
ГОСТ 12821-80	1.3.24	Фланцы стальные приварные встык на Ру от 0,1 до 20 МПа (от 1 до 200 кгс/см ²). Конструкция и размеры
ГОСТ 12822-80	1.3.24	Фланцы стальные свободные на приварном кольце на Ру от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 2,5 кгс/см ²). Конструкция и размеры
ГОСТ 33259-2015	1.3.22, 1.3.24	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические требования
ГОСТ Р 51232-98	3.2.13.3, 3.2.14.5	Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества
ГОСТ ISO 2230-2013	4.1	Изделия резиновые. Руководство по хранению
ГОСТ 23170-78	5.3	Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования
ГОСТ 15150-69	1.1.2, 4.1, 5.2	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ 2768-84	3.2.12.2, 3.2.14.4	Ацетон технический. Технические условия
ГОСТ 10354-82	1.6.1, 1.6.3, 1.6.4	Пленка полиэтиленовая
ГОСТ 2839-80	Таблица 7	Ключи гаечные с открытым зевом двусторонние. Конструкция и размеры
ТУ 3612-001-39415289-2015		

ПРИЛОЖЕНИЕ F. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ОБВЯЗКИ

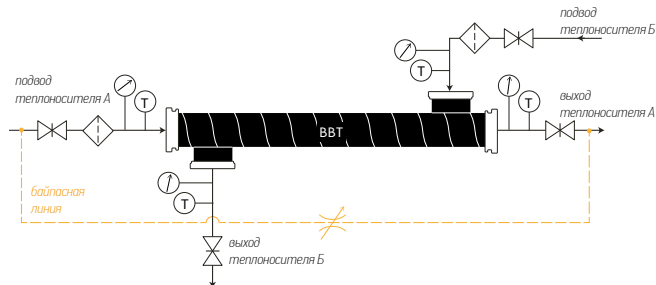


СХЕМА 1. СТАНДАРТНАЯ ОБВЯЗКА ВОДО-ВОДЯНОГО АППАРАТА.

Предусмотрены фильтры на обоих подводящих трубопроводах для предотвращения засорения аппарата. Среды подаются противотоком.

Для обеспечения технологической гибкости регулировки предусмотрена установка байпасной линии. Например, в этом случае существует возможность увеличения эквивалентной тепловой мощности всей системы путем нагрева холодного теплоносителя в теплообменнике до повышенной температуры с последующим его смешением с байпасным потоком.

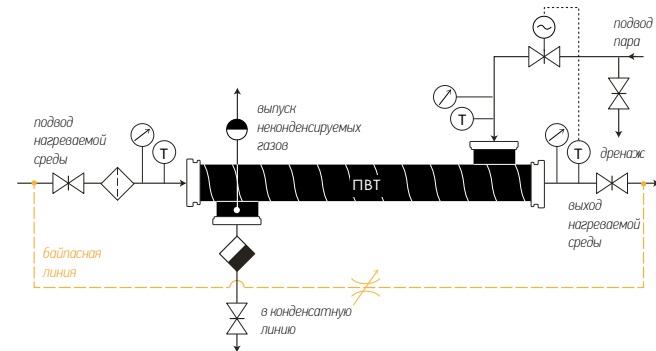


СХЕМА 2. СТАНДАРТНАЯ ОБВЯЗКА ПАРО-ВОДЯНОГО АППАРАТА.

Предусмотрена регулировка подачи греющего пара в аппарат в зависимости от выходной температуры нагреваемого теплоносителя. Также во избежание затопления межтрубного пространства (а, следовательно, и вероятных гидроударов при неконтролируемом подъеме уровня конденсата и его последующем охлаждении) на выходе из него предусмотрена установка конденсатоотводчика поплавкового типа.

При подборе конденсатоотводчика необходимо учитывать максимальную пропускную способность, противодавление, создаваемое в конденсатной линии, наличие комбинированного термостатического воздухоотводчика. В случае отсутствия последнего предусматривается установка отдельного термостатического воздухоотводчика на патрубок выпуска неконденсируемых газов (в последующих схемах конденсатоотводчик подбирается аналогичным образом).

Для аппаратов, устанавливаемых вертикально, схема обвязки осуществляется аналогичным образом.

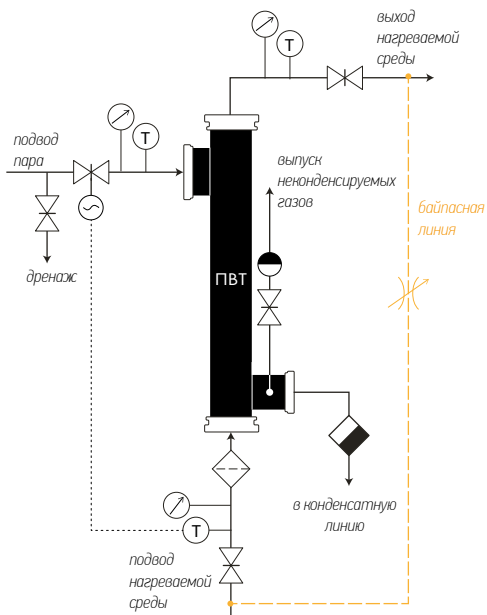


СХЕМА 3. ОБВЯЗКА ПАРОВО-ВОДЯНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОХЛАДИТЕЛЯ КОНДЕНСАТА.

Рекомендовано применение данной обвязки при необходимости получить конденсат нужной температуры, при этом обезопасив систему от термических гидроударов. Используется в системах с большой вариативностью тепловой нагрузки, не требует уравнимера и автоматики для работы.

Охладитель конденсата устанавливается на параллельной основному конденсатору линии (в отличие от традиционной схемы, где охлаждающий конденсат выполняет роль первой ступени). Такая компоновка позволяет снизить габариты аппарата ПВД, уменьшив его стоимость и снизив расходы на обвязку.

При подборе конденсатоотводчика, помимо противодействия в конденсатной линии, так же следует учесть гидравлическое сопротивление, создаваемое охладителем конденсата ОКС.

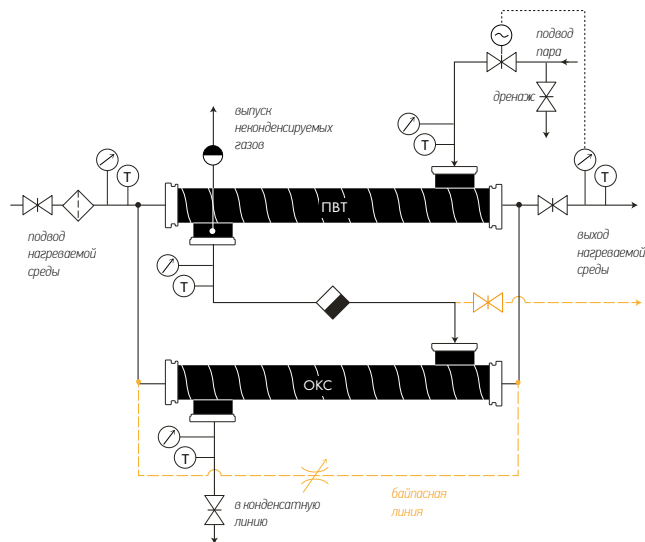
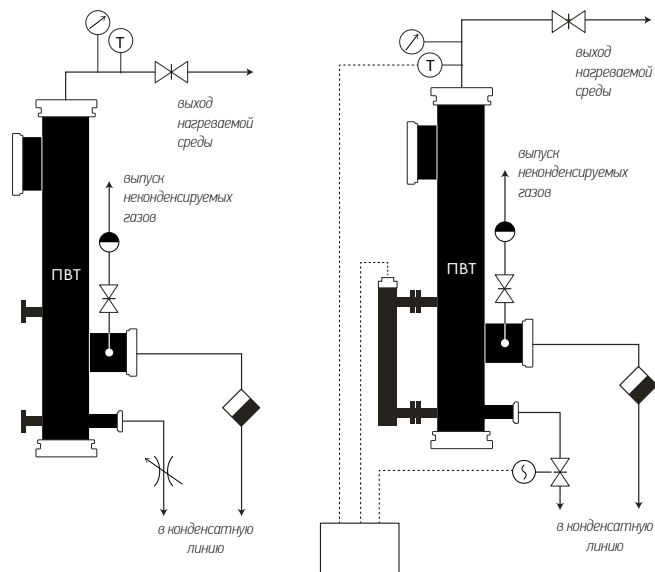


СХЕМА 4. ОБВЯЗКА ПАРОВО-ВОДЯНОГО АППАРАТА, РАБОТАЮЩЕГО В ПОДТОПЛЕННОМ РЕЖИМЕ.

Достаточно сложный режим, позволяющий, однако, при правильных настройках добиться стабильной работы предыдущей схемы в одном аппарате.

При фиксированной тепловой мощности (в режиме постоянной нагрузки) нижний патрубок отвода конденсата оборудуется балансировочным клапаном (или регулирующей арматурой), с фиксированным значением расхода конденсата. Значение подбирается таким образом, чтобы обеспечить постоянную скорость расхода конденсата (с учетом противодействия в конденсатной линии). Необходимый уровень конденсата в межтрубном пространстве поддерживается за счет регулировки расхода. Надо учесть, что в данной схеме возможны значительные колебания температуры конденсата на выходе.

В схеме с динамическим регулированием тепловой мощности целесообразно использовать контроллер с функцией модулирующего термостата. В зависимости от выходной температуры конденсата, контроллер прикрывает регулирующий клапан на конденсатной линии, тем самым увеличивая высоту уровня конденсата.



Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93