



Общество с ограниченной
ответственностью

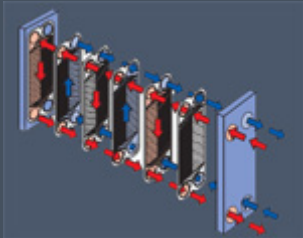
ТЕЛЛЕВ
ТЕЛЛЕВ

ТЕПЛООБМЕННИКИ



// ТЕПЛООБМЕННИКИ //

// КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА //



Пластинчатый теплообменник - это теплообменник поверхностного типа, предназначенный для осуществления теплообмена между различными средами: жидкость-жидкость, пар-жидкость. Теплопередающая поверхность пластинчатого теплообменника образована из тонких штампованных гофрированных пластин.

Рабочие среды в теплообменнике движутся в щелевых каналах сложной формы между соседними пластинами. Каналы для греющего и нагреваемого теплоносителей чередуются между собой.

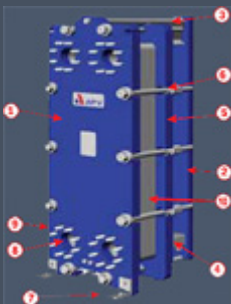
Высокая эффективность теплопередачи достигается за счет применения тонких гофрированных пластин, которые являются естественными турбулизаторами потока и, вследствие своей малой толщины, обладают малым термическим сопротивлением.

Герметичность каналов и распределение теплоносителей по каналам обеспечивается с помощью резиновых уплотнений, расположенных по периметру пластины. Уплотнение крепится к пластине с помощью клипс (Paraclip).

Уплотнение, расположенное по периметру пластины, охватывает два угловых отверстия, через которые входит поток рабочей среды в межпластинный канал и выходит из него, через два других отверстия, изолированных дополнительно кольцевыми уплотнениями, встречный поток проходит транзитом. Вокруг этих отверстий имеется двойное уплотнение, которое гарантирует герметичность каналов.

Таким образом, протечки можно определить визуально и заменить уплотнение за короткое время.

Уплотнительные прокладки крепятся к пластине таким образом, что после сборки и сжатия пластины в аппарате образуют две системы герметичных каналов - одна для греющей среды, другая для нагреваемой. Каждая последующая пластина повернута на 180 в плоскости ее поверхности относительно смежных, что создает равномерную сетку пересечения взаимных точек опор вершин гофр и обеспечивает жесткость пакета пластин.



Обе системы межпластинных каналов соединены со своими коллекторами и далее с соединениями для входа и выхода рабочих сред на неподвижной плите теплообменника.

Пакет пластин размещается на раме теплообменника.

Рама теплообменника состоит из неподвижной плиты (1), опорного штатива (2), верхней (3) и нижней (4) направляющих, подвижной плиты (5) и комплекта стяжных болтов (6), установочных пяток (7). На неподвижной плите расположены фланцевые соединения (8) и шпильки для присоединения ответных фланцев (9).

Верхняя и нижняя направляющие крепятся к неподвижной плите и к стойке. На направляющие навешивается подвижная плита (5) и пакет пластин (10). Неподвижная и подвижная плиты стягиваются болтами. У одноходовых теплообменников все соединения расположены на неподвижной плите. Для крепления теплообменника к строительным конструкциям на неподвижной плите и стойке предусмотрены монтажные пятки. Для обеспечения надежной работы пластинчатых теплообменников на объектах с повышенной сейсмоактивностью монтажные пятки могут быть дополнительно установлены и на прижимной плите. Необходимость в этом определяется конструкторским расчетом.



// КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАСТИН ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕПЛООБМЕННИКАХ //

За основу в теплообменниках взят типоразмерный ряд пластин датской компании APV с различным профилем рабочей поверхности и площадью от 0,018м² до 1,9м².

Пластины APV имеют ряд достоинств по сравнению с пластинами других производителей:

- Каналы, образованные пластинами APV, имеют несколько большее поперечное сечение, чем у теплообменников других фирм. Благодаря этому они медленнее засоряются;
- На пластинах в распределительной части возле отверстий сделана специальная насечка, которая позволяет выровнять сопротивление по ширине канала и обеспечить равномерное обтекание рабочей поверхности пластины, исключив застойные зоны;
-



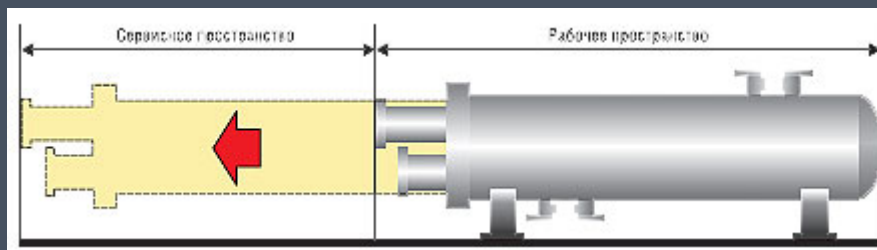
- APV разработал пластины с так называемой клемпинговой системой, которая делает аппарат более жестким. Специальная штамповка по углам пластин упрощает их центровку в пакете. Это особенно актуально, если аппарат состоит из большого количества пластин;
- Усовершенствована кромка пластины, поддерживающая прокладку.

Пластины одного типоразмера могут иметь угол наклона гофр к горизонтальной оси 30° (так называемые "жесткие" пластины) и 60° ("мягкие" пластины). Для жестких пластин характерна большая тепловая производительность и большие потери напора, для мягких пластин - меньшая тепловая производительность и меньшие потери напора. В одном аппарате допускается использовать и жесткие, и мягкие пластины. Это еще один способ максимально приблизиться к заданной производительности и допустимым потерям напора при минимальной поверхности нагрева. В 2000 году в APV разработана принципиально новая серия пластин (Q030, Q055, Q080), которая кроме модификаций с разным углом наклона гофр имеет модификации с различной глубиной гофры, что существенно расширяет возможности аппаратов.

Компанией APV разработаны пластины с двойной стенкой. Такие пластины целесообразно применять, когда должно быть полностью исключено попадание одной среды в другую.

// ПРЕИМУЩЕСТВА ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ //

Компактность



более компактны. Габариты, эквивалентных по мощности, пластинчатого и кожухотрубного теплообменников, могут отличаться от 2 до 5 раз.

Кoeffициент теплопередачи пластинчатых теплообменников в 3-4 раза выше, чем у кожухотрубных. Соответственно, поверхность пластинчатых теплообменников в 3-4 раза меньше, чем у кожухотрубных. Таким образом, пластинчатые теплообменники значительно



Меньшие затраты на ремонт оборудования



При строительстве новых объектов компактность и малый вес пластинчатых теплообменников позволяют обеспечить существенную экономию на создание помещений и фундаментов необходимых для их установки. Подвод трубопроводов с одной стороны во многом упрощает процедуру обвязки теплообменников.

При реконструкции уже существующих объектов, использование пластинчатых теплообменников позволяет освободить часть помещений ранее предназначенных для установки кожухотрубных теплообменников.

В некоторых случаях, когда технологические проходы для установки кожухотрубных теплообменников затруднены или полностью отсутствуют, пластинчатые теплообменники могут быть единственно-возможным техническим решением, так как собрать их можно непосредственно в помещении, предназначенном для их установки.

Металлоемкость

При всех одинаковых параметрах работы оборудования вес пластинчатого теплообменника от 2 до 6 раз меньше веса кожухотрубного теплообменника. В заполненном состоянии эта разница в весах будет еще больше, так как объем теплоносителей, находящихся в каналах пластинчатого теплообменника от 3 до 8 раз меньше чем объем теплоносителей в кожухотрубном теплообменнике.

Маневренность, скорость выхода на расчетные параметры

Малый объем жидкости в каналах пластинчатого теплообменника обеспечивает ему исключительную маневренность и быстрый выход на проектные параметры работы.

Стойкость к циклическим нагрузкам, вибрации

Пластинчатый теплообменник в сравнении с традиционным кожухотрубным значительно более надежен по отношению к циклам изменения температур и давлений, устойчив при работе в условиях повышенной вибрации. Это обусловлено отсутствием сварных швов в конструкции пластинчатого теплообменника и резиновыми уплотнениями каналов, играющими роль демпферов при термических расширениях, сжатиях пластин и при циклах изменения давления.

Визуальный контроль состояния теплообменной поверхности

В отличие от кожухотрубного теплообменника, где визуальный контроль теплопередающей поверхности затруднен, а зачастую и невозможен, конструкция пластинчатого теплообменника позволяет осуществлять 100% визуальный контроль теплообменной поверхности.

Визуальное определение течей

Конструкция пластинчатого теплообменника при своевременном и квалифицированном обслуживании позволяет свести к минимуму возможность возникновения внутренней, межконтурной течи.

Внешние течи для пластинчатых теплообменников определяются визуально, с точным указанием дефектного канала подлежащего замене.

Пластинчатые теплообменники целесообразно применять на производстве, где непрерывность цикла является приоритетной задачей, а простой оборудования недопустимы и влекут за собой большие финансовые потери. Пластинчатые теплообменники позволяют минимизировать время простоев. Дефектная и смежная с ней пластины сразу после визуального определения могут быть изъяты из общего пакета пластин теплообменника. После этого работа теплообменника может быть продолжена, до получения эксплуатирующей организацией запасных частей от предприятия поставщика. Потери в теплосъеме при отсутствии двух каналов будут столь незначительными, что ими можно пренебречь.



Минимальные потери тепла во внешнюю среду

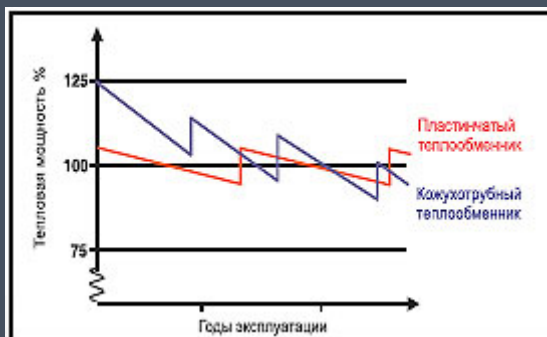
Отсутствие у пластинчатого теплообменника, по сравнению с кожухотрубным, развитых внешних поверхностей, а так же воздушные зазоры между плитами теплообменника и пакетом пластин, обеспечивают исключительно малые потери тепла в окружающую среду. По некоторым оценкам теплопотери во внешнюю среду на пластинчатом теплообменнике примерно в 10 раз меньше теплопотерь для кожухотрубного теплообменника.

Малая скорость возникновения отложений (загрязнений)

Пластинчатый теплообменник, имея сечение канала для прохода теплоносителей меньше, чем у кожухотрубного теплообменника, тем не менее, засоряется значительно медленней. Это обусловлено, значительно более высокими скоростями движения теплоносителя в каналах пластинчатого теплообменника. Касательные напряжения, создаваемые потоком на поверхностях пластин обеспечивают пластинчатому теплообменнику свойство самоочистки. Загрязнения, попадающие на поверхности нагрева теплообменника, вымываются потоком. Не последнюю роль в защите пластинчатого теплообменника от загрязнений играет отсутствие застойных зон в его каналах.

Равномерное распределение потока по поверхности пластины физически не оставляет мест для образования отложений. Опасность для пластинчатого теплообменника представляют лишь частицы, превышающие сечение канала для прохода теплоносителей. Считается достаточной защита теплообменника механическими фильтрами, размер фильтрационной ячейки которых, примерно в два раза меньше сечения канала пластинчатого теплообменника. При среднем сечении канала пластинчатого теплообменника от 4 до 6 мм, величина ячейки фильтра должна быть от 2 до 3мм.

Возможность механической очистки, восстановления поверхности



Для кожухотрубных теплообменников механическая очистка поверхности сильно затруднена, а зачастую и вовсе невозможна. Химическая же очистка теплообменника не позволяет 100% восстанавливать поверхность теплообменника. Поэтому, несмотря на периодические очистки оборудования со временем поверхность кожухотрубного теплообменника становится недостаточной для обеспечения заданного теплосъема. Для пластинчатых разборных теплообменников возможна 100% механическая очистка теплообменной поверхности.

// ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ //

Подогреватели низкого давления

При строительстве новых объектов существенной экономии в части строительных работ и материалов на возведение строительных конструкций можно достигнуть при использовании в качестве теплообменников ПНД разборных или сварных пластинчатых теплообменников. Кап.затраты на приобретение непосредственно самих пластинчатых теплообменников так же будут ниже по сравнению с традиционным оборудованием.

Подогреватели сетевой воды

Высокая маневренность пластинчатых теплообменников, их исключительная надежность обеспечивают возможность их применения и в качестве подогревателей сетевой воды. Исключительная простота процедур обслуживания пластинчатых теплообменников позволяют существенно сократить время проведения и снизить стоимость предупредительных ремонтов в межотопительный период.



Теплообменники в составе системы химподготовки подпиточной воды

Компактность и малый вес пластинчатых теплообменников, а также их исключительная надежность и ремонтпригодность обеспечивают возможность их применения в качестве охладителей сливов атмосферных деаэраторов и подогревателей сырой воды в составе системы химводоподготовки подпиточной воды. При строительстве новых объектов с использованием пластинчатых теплообменников существенно снижаются затраты на сооружение специальных фундаментов для установки теплообменного оборудования.

Охладители отбора основного конденсата на хим.водоочистку

Для поддержания воднохимического режима станции часть конденсата из линии основного конденсата отводится на хим.водоочистку. Для обеспечения стабильной работы ионообменных фильтров конденсат должен быть охлажден. Эта задача может эффективно решаться при использовании в качестве охладителя конденсата пластинчатого теплообменника. Существенно сократить потери тепла и максимально регенерировать тепло отводимое от конденсата, отобранного на водоподготовку, к конденсату, возвращаемому в контур после водоподготовки, так же можно при использовании пластинчатого теплообменника. Возможность работы пластинчатого теплообменника при малых температурных напорах (до 1°C) обеспечит максимальную степень регенерации тепла.

Маслоохладительные турбины

Вращающийся ротор турбины находится в микрослое смазочного масла. Попадание в масло охлаждающей воды маслоохладителей приводит к утоньшению слоя смазочного масла и, как следствие, к увеличению трения ротора о неподвижные части установки, что снижает эффективность работы турбины и приводит к преждевременному износу оборудования. Использование в качестве маслоохладителя турбины пластинчатого теплообменника с двойной пластиной позволяет полностью исключить возможность внутренней течи в теплообменнике и соответственно попадания воды в смазочное масло. Не менее важным преимуществом использования пластинчатого теплообменника будет возможность обеспечения эффективного теплосъема при очень низких значениях температурного напора (до 1°C), что позволит отводить тепло даже в самые жаркие летние месяцы.

Маслоохладители и охладители уплотнений циркуляционных насосов

Пластинчатые теплообменники двойной пластиной могут использоваться в качестве маслоохладителей и охладителей уплотнений циркуляционных насосов. В таких теплообменниках исключается смешение сред, а температурный напор может быть минимальным, что позволяет более полно отводить тепло от движущихся частей. Высокая маневренность пластинчатых теплообменников, их исключительная надежность обеспечивают возможность их применения и в качестве маслоохладителей и в качестве охладителей уплотнений циркуляционных насосов.

Маслоохладители трансформаторов

Попадание воды в изоляционное масло трансформатора существенно снижает изоляционные свойства последнего и при большой внутренней течи может привести к полному выходу из строя трансформаторной подстанции. Специальная конструкция пластинчатого теплообменника - пластина с двойной стенкой позволяет гарантированно избежать возможности возникновения межконтурной течи и, соответственно, всех последствий с этим связанных. Использование пластинчатых теплообменников в качестве маслоохладителей трансформаторов существенно повышает надежность работы трансформаторных установок в целом.

Промышленный контур охлаждения градирен

Механические загрязнения, попадающие в техническую воду через открытые градирни, являются причиной частых ремонтов, очисток внутростанционного технологического оборудования. Для выполнения этих работ требуется наличие высококвалифицированного персонала и огромное количество времени. Избежать этих проблем возможно, разделив контур технической воды градирен и внутростанционные контуры. Использование в качестве охладителя пром.контура пластинчатого теплообменника оправдано, так как на пластинчатом теплообменнике возможен эффективный теплообмен при исключительно низких значениях температурного напора (до 1°C). Еще одним аргументом в пользу применения пластинчатого теплообменника



в качестве охладителя пром.контура градирен будет низкая, по сравнению с традиционным оборудованием скорость возникновения отложений.

Теплообменники стационарных промышленных контуров

Промежуточные контура станций предназначены для защиты дорогостоящего стационарного оборудования от загрязнений и механических повреждений, неизбежно возникающих при использовании открытых (прямых) систем охлаждения. Задача отвода низкопотенциального тепла через теплообменное оборудование пром.контуров не может эффективно решаться с применением традиционных кожухотрубных теплообменников. Многие станции сталкиваются с проблемой недоохлаждения внутренних стационарных контуров в жаркие летние месяцы. Неэффективный отвод тепла от пром.контура охлаждения генератора приводит к необходимости снижать выработку электроэнергии, что существенно ухудшает экономические показатели работы станции. Очевидными преимуществами использования пластинчатых теплообменников в качестве оборудования пром.контуров является возможность обеспечения эффективного теплосъема при исключительно низких температурных напорах (до 1°C), меньшая по сравнению с кожухотрубными теплообменниками скорость возникновения отложений, меньшие трудозатраты при обслуживании и возможность 100% восстановления теплообменной поверхности после очистки.

Охладители спринклерных установок

Высокая маневренность пластинчатых теплообменников, возможность работы при небольших температурных напорах, до 1°C, обеспечивают возможность их эффективного применения в качестве охладителей спринклерных установок. Спринклерные установки АЭС, являются активными системами безопасности станции, поэтому находятся в состоянии постоянной готовности, заполненные водой. Одним из существенных преимуществ использования пластинчатых теплообменников в этом случае будет возможность визуальной инспекции состояния поверхностей нагрева теплообменного оборудования.

Охладители бассейна выдержки ОЯТ

Использование в качестве охладителей бассейнов ОЯТ пластинчатых теплообменников обусловлено возможностью обеспечения низких температурных напоров (до 1°C), стойкостью к возникновению загрязнений, и их исключительной надежностью. Возможность 100% визуального контроля состояния теплообменной поверхности, использование в качестве материала теплообменной поверхности коррозионностойких материалов обеспечивает существенное снижение риска радиационных выбросов в контур охлаждающей воды по причине возникновения внутренней течи. При переходе на режим уплотненного хранения ОЯТ теплосъем на пластинчатых разборных теплообменниках может быть увеличен за счет увеличения количества пластин, путем добавления дополнительных пластин в уже установленный теплообменник.

Съем остаточных тепловыделений реактора

Эффективный отвод остаточных тепловыделений от активной зоны может быть обеспечен через пластинчатый теплообменник. Малый внутренний объем пластинчатого теплообменника обеспечивает ему возможность мгновенного выхода на расчетные параметры, после окончания паровой фазы расхолаживания и перехода к отводу тепла через теплообменник. Преимуществами пластинчатых теплообменников в случае их использования в качестве охладителей остаточных тепловыделений реактора будут:

- Их высокая маневренность
- Стойкость к возникновению загрязнений
- Возможность обеспечения низких температурных напоров
- Возможность 100% контроля поверхности теплообменника

Охладители воды баков САОЗ

Вода из реакторного приемка охлаждается в теплообменниках и подается обратно в баки САОЗ для последующего пролива активной зоны. В качестве теплообменника охладителя воды баков САОЗ может быть использован пластинчатый теплообменник. Малый внутренний объем пластинчатого теплообменника обеспечивает ему возможность мгновенного выхода на расчетные параметры, что исключительно важно для



оборудования работающего в составе активных систем безопасности АЭС. Преимуществами пластинчатых теплообменников будут:

- Их высокая маневренность
- Стойкость к возникновению загрязнений
- Возможность обеспечения низких температурных напоров
- Возможность 100% контроля поверхности теплообменника.

Теплообменник промышленного контура охлаждения генератора

Многие станции сталкиваются с проблемой недоохлаждения внутренних стационарных контуров в жаркие летние месяцы. Неэффективный отвод тепла от пром.контура охлаждения генератора приводит к необходимости снижать выработку электроэнергии, что существенно ухудшает экономические показатели работы станции. Очевидными преимуществами использования пластинчатых теплообменников в качестве оборудования пром.контуров является возможность обеспечения эффективного теплосъема при исключительно низких температурных напорах (до 1°C), меньшая по сравнению с кожухотрубными теплообменниками скорость возникновения отложений, меньшие трудозатраты при обслуживании и возможность 100% восстановления теплообменной поверхности после очистки.

// КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ //

Теплообменная поверхность

Материал теплообменной поверхности пластинчатого теплообменника выбирается коррозионностойким по отношению к рабочим средам. Учитывая малые толщины пластин (от 0.4 до 0.8мм) скорость коррозии для материала пластин должна равняться 0 мм/год. Физические свойства материала, из которого изготавливаются пластины, должны так же обеспечивать возможность выполнения однопроходной холодной штамповки.

В энергетике традиционно в качестве материала теплообменной поверхности используется нержавеющая сталь типа AISI 316 или AISI 316L. В случае, если в качестве одного из теплоносителей используется морская вода, применяется титан. При правильном выборе материала поверхности теплообменника и соблюдении правил эксплуатации теплообменника, замены теплообменных пластин не потребуется в течение всего срока службы оборудования.

Материал уплотнений

Для обеспечения надежного уплотнения каналов при работе с теплоносителями не содержащими минеральных и синтетических масел и для температур в диапазоне от -15 до 150°C используется резина типа EPDM (сополимер этилена и пропилена с добавлением третьего мономера - этилилена норбонена или циклопентадиена).

Маслостойкая резина NITRIL (сополимер акрилонитрила и 1.4 бутадиена) используется для теплоносителей, содержащих минеральные, синтетические или растительные масла. Стандартный Nitril работает в диапазоне температур от -10 до 115°C. Обезводороженный Nitril (Hy-Nitril) обеспечивает надежную работу от -10 до 160°C)

Средний срок службы уплотнений в зависимости от условий эксплуатации, цикличности нагрузок сочетания максимальных параметров - температуры и давления, составляет от 5 до 8 лет.

Рама

Неподвижная и подвижные плиты, а так же опоры теплообменника изготавливаются из углеродистых сталей. Тип стали и необходимые физические свойства определяются прочностным расчетом.

Защита фланцев

Если теплообменник работает с агрессивными средами, то втулки, развальцованные в патрубках теплообменника и исключают контакт теплоносителей с плитами, изготовленными из углеродистой стали,

===== **стр. 8** =====



выполняются из того же материала, что и теплообменная поверхность для предотвращения образования электрохимической пары и соответственно преждевременной коррозии.

Стяжные болты, шпильки

Стяжные болты теплообменника изготавливаются из углеродистых сталей, марка которых и необходимые физические свойства определяются прочностным расчетом. Все стяжные элементы теплообменников обязательном порядке оцинковываются для предотвращения коррозии и упрощения процедур обслуживания.

// ДОКУМЕНТАЦИЯ, РАСЧЕТЫ, СЕРТИФИКАТЫ, ТЕСТЫ И СПЕЦПРОЦЕДУРЫ //

Стандартная поставка

Под стандартной поставкой подразумевается отсутствие специальных требований к оборудованию, возможность использования при изготовлении только общепромышленных норм и правил. В эту категорию попадают практически все теплообменное оборудование поставляемое на тепловые, дизельные, геотермальные и гидроэлектростанции. На АЭС под категорию стандартной поставки попадают лишь теплообменники, отнесенные к 4-классу безопасности в соответствии с классификацией ПНАЭ-Г 9-123-5.

В объем стандартной поставки входит непосредственно теплообменник в сборе, прошедший гидравлические испытания на заводе изготовителе, две инструкции по транспортировке, хранению, монтажу, эксплуатации и обслуживанию, паспорт теплообменника, габаритно-присоединительный чертеж, сертификат о прохождении гидравлических испытаний и сертификат соответствия. Теплообменник отгружается в упаковке, обеспечивающей возможность транспортировки автомобильным, железнодорожным или авиатранспортом и хранения в закрытом складском помещении.

Изготовление теплообменника осуществляется в соответствии со стандартными заводскими техническими условиями ТУ№2122313132353-12.

Нестандартная поставка

Нестандартная поставка возникает тогда, когда Заказчик предъявляет к оборудованию специальные требования, которые должны подтверждаться документально или экспериментальным путем, например требования по сейсмостойкости.

Перечень документации, процедур, расчетов, сертификатов и тестов, опционо включаемых в состав нестандартной поставки

Документация

- Выдержки из программы обеспечения качества
- Программа контроля качества
- Таблицы контроля качества
- Детализованный габаритно-присоединительный чертеж с указанием сварных швов
- Описание сварочных процедур

Расчеты

- Расчет сосуда под давлением на расчетные параметры конкретного проекта
- Прочностной расчет с учетом возможных сейсмических воздействий на оборудование



Сертификаты

- Сертификат на конструкционные материалы
- Сертификат на резиновые уплотнения
- Квалификационный сертификат сварщика
- Сертификат о выполнении неразрушающего контроля
- Сертификат о выполнении гелиевого теста на плотность

Тесты

- Магнитопорошковая дефектоскопия сварных соединений
- Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений
- Ультразвуковая дефектоскопия основного материала плит
- Гелиевый тест на плотность
- Тест проникающей жидкостью теплообменной поверхности

Процедуры

- Осушка теплообменника после выполнения гидравлических испытаний
- Заводская приемка оборудования уполномоченными надзорными органами (ГосАтомНадзор РФ, ГосГорТехнадзор РФ)