

ТЕПЛООБМЕННИКИ

Технические рекомендации Jukka Hyvärinen,
Manager R&D, Heat exchangers.

Цель:

Целью данных технических рекомендаций является предоставление торговым представителям возможности изучить важные особенности, характеристики теплообменников (HEX) и их применение. Это не подразумевает замену тренингов, но является способом предоставления информации широкой аудитории людей быстрее, чем это можно сделать с помощью практических тренингов.

Вопросы касательно этих технических рекомендаций можно направлять Raavo Tarvus, Product Manager, heat exchangers, либо товарищам, указанным ниже. Мы подготовим ответы и распространим информацию среди лиц занимающихся продажей теплообменников.

С наилучшими пожеланиями

Bruno Nielsen
Project Manager

Выбор теплообменника Применение теплообменников

Центральное теплоснабжение

Для систем отопления при температурном графике, например, 115 - 45 / 40 - 70 °С и 115 - 65 / 60 - 80 °С выбирается одноходовой теплообменник.

Для системы горячего водоснабжения в большинстве случаев выбирается двухходовой теплообменник. Температуры для расчета соответствуют летнему режиму. Выбирается температурный режим 70/25 °С и 10/55 °С.

Двухходовой теплообменник часто охлаждает греющую сетевую воду до температуры ниже 25 °С. Если была выбрана функция оптимизации, эта оптимальная температура и соответствующий ей расход используется и отображается в программе расчета (верно только для программы расчета Теплового пункта). В этом случае, достигается необходимая мощность при использовании большей разницы температур и, соответственно, меньшем расходе и теплообменнике с оптимальной площадью теплообмена. Это повлияет, например, на выбор регулировочного клапана. Циркуляция ГВС должна составлять 20-30% общего расхода горячей воды.

Рекомендуемый материал – нержавеющая сталь.

Централизованное охлаждение

Для задач централизованного охлаждения используется режим, например, 7-17 / 8-18 °С. Этот температурный режим является сложным для теплообменника и требует очень большой поверхности теплообмена и, соответственно, большого теплообменника в сравнении с температурным режимом, который обычно используется для теплоснабжения. В большинстве случаев применяются крупные разборные теплообменники. Паяные теплообменники также подходят для этих целей. Рекомендуемый материал – нержавеющая сталь.

Охлаждение

Теплообменники для охлаждения обычно спроектированы таким образом, чтобы поток охлаждающей воды протекал по первичной стороне, а охлаждаемый поток по вторичной стороне теплообменника при использовании температурного режима, например, 6 - 12 / 20 - 10 °С. При таком устройстве, первичный поток охлаждает вторичный поток.

Однако, программа для расчета написана для случая когда передача теплового потока происходит с первичной ко вторичной стороне. Следовательно, при подборе теплообменника более высокие температуры, например ранее указанные температуры 20 - 10 °С, должны заполняться на первичной стороне, и более низкие температуры 6 - 12 °С на вторичной стороне. По причине небольшой разницы температур, что, таким образом, приводит к сравнительно большой величине расходов, в большинстве случаев выбираются одноходовые теплообменники.

Бассейны

Для бассейнов мы рекомендуем разборные или паяные теплообменники, с материалом пластин EN 1.4547 (SMO 254). Поскольку разница температур по вторичной стороне обычно не велика, в этом случае подходящим выбором будет одноходовой теплообменник.

Прочее

Разборные или паяные пластинчатые теплообменники подходят для HVAC установок в большинстве случаев. Рабочей средой должна быть вода или жидкости на основе воды. Для других промышленных установок подбор должен производиться с изучением каждого отдельного случая.

Выбор разборного или паяного теплообменника

Паяные теплообменники рекомендованы для большинства случаев. Они имеют более кокументноспособную цену и их прочность выше, чем у разборных теплообменников. К тому же большинства паяных теплообменников имеет меньший вес и размеры, по сравнению с теплообменниками разборного типа. Разборные теплообменники рекомендуются к использованию только для загрязненной воды и, по этой причине, они должны периодически очищаться.

Выбор одноходового или двухходового теплообменника

Есть два ограничительных параметра, которые влияют на размер теплообменника: требуемая площадь теплообмена и падение давления на теплообменнике. Мощность теплообменника пропорционально зависит от массового или объемного расхода и разницы температур. Следовательно, при малой расчетной разнице температур, например 60 - 80 °С в циркуляционном контуре радиаторов, потребуется относительно большой расход для того чтобы получить необходимую мощность. В этом случае падение давления на теплообменнике становится ограничительным расчетным параметром. Лучшим выбором в этом случае является одноходовой теплообменник, как показано на Рис. 2. Программа для расчета выберет требуемое количество каналов, т.е. пластин для теплообменника, сохраняя падение давления ниже выбранного максимума. С точки зрения исключительно теплотехнической, был бы достаточен значительно меньший по размеру теплообменник, но это, однако, привело бы к экономически невыгодно большому падению давления, что увеличило бы стоимость циркуляционного насоса. В случае когда падение давления разрешается увеличивать без ограничений, программа продолжит уменьшать количество пластин в теплообменнике до величины теоретически необходимой площади теплообмена. Это позволит выбрать теплообменник, который имеет наименьшее возможное количество пластин, но который не обязательно является самым функциональным.

Когда расчетная разница температур велика, например 115 - 45 °С / 40 - 80 °С, требуемая площадь теплообмена становится определяющим фактором. В этом случае, также наиболее экономически выгодным выбором является одноходовой теплообменник. Но когда расчетные температуры, например, 90 - 45 °С / 40- 80 °С или 115 - 65 °С / 60 - 100 °С, наиболее рациональным выбором будет двухходовой теплообменник, Рис. 3. Выбор одноходового теплообменника для этого температурного графика привел бы к нерационально большому количеству пластин в сравнении с двухходовым теплообменником.

В таком случае, в чем разница между вышеупомянутыми температурными режимами? Мощность теплообменника может также быть посчитана перемножением коэффициента теплопередачи, площади теплопередачи и среднелогарифмической разницы температур. В случае температурного режима 90 - 45 °С / 40 - 80 °С, среднелогарифмическая разница температур меньше, чем для первого температурного режима и, таким образом, необходимая мощность может быть получена увеличением площади поверхности теплообмена.

Часто сложно точно определить какой тип и размер теплообменника является самым оптимальным только исходя из температурного режима и максимального падения давления. В этих случаях следует экспериментально с помощью расчетной программы определить какой тип и конструкция теплообменника являются оптимальными.

Отношение тепловой проводимости теплообменника и минимального теплового потока называется безразмерной проводимостью или термической длиной, обозначаемой z . В международной литературе она также имеет обозначение NTU (number of transfer units). Термическая длина является безразмерной величиной. Термическая длина используется для анализа теплообменника, например для выбора рабочих температур.

Термическая длина постоянна, когда рабочие температуры постоянны. Она прямо пропорциональна коэффициенту теплопередачи и поверхности теплообмена

теплообменника. Фактическая физическая длина поверхности теплообмена, измеренная вдоль потока, следовательно не является единственным фактором, который влияет на величину термической длины. Маленькое значение среднелогарифмической разницы температур потребует большой термической длины. Другими словами, большой перепад на первичной стороне и большое увеличение температуры на вторичной стороне потребует большой термической длины.

Важным параметром для выбора теплообменника является Граничная разница температур теплообменника. Граничная разница температур означает разницу температур между первичным обратным и вторичным входящим потоками. В Финляндии граничная разница температур, требуемая для систем центрального теплоснабжения, составляет 5 °С. Требуемая разница обычно является компромиссом между количеством пластин теплообменника и требуемым охлаждением. Небольшое значение граничной разницы температур легче получить при использовании двухходового теплообменника в сравнении с одноходовым теплообменником с тем же количеством пластин. Для температурных режимов, для которых ограничительным фактором является повехность теплообмена не следует пытаться получить граничную разницу температур меньше чем 3 °С. Рис. 1 иллюстрирует зависимость увеличения количества пластин теплообменника при уменьшении граничной разницы температур. Если, например, температура обратной воды первичной стороны выбранного теплообменника составляет 43 °С, и температура воды обратной воды из контура радиаторов составляет 40 °С, - теплообменник имеет граничную разницу температур 3 °С. Если в этом случае мы хотим установить температуру обратной сетевой воды 41 °С, то, согласно графику на Рис. 1, количество пластин теплообменника должно быть удвоено, т.о. разница составляет 1 °С и коэффициент умножения количества пластин становится равным 2.

Стоимость теплообменника напрямую зависит от количества пластин в нем. Рис. 1 можно также рассматривать в качестве графика зависимости стоимости теплообменника от граничной разницы температур.

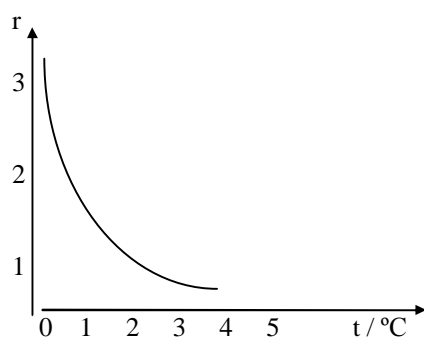


Рис. 1. Коэффициент умножения количества пластин (r) в зависимости от граничной разницы температур (t).

Положение графика незначительно отличается для различных типов теплообменников.

Среда

В большинстве случаев являются подходящими вода и жидкости на основе воды такие как водогликолевая смесь.

Высокое содержание кальция или мела в воде для бытовых нужд может привести к образованию отложений внутри теплообменника. Это означает, что теплообменник будет заблокирован и, таким образом, не будет функционировать. Рекомендуется использовать оборудование для декальцинации.

Рекомендуется устанавливать фильтр в направлении потока перед теплообменником. Например фильтр с размером ячейки сетки 1 мм.

Хлор в большом количестве или вода с содержанием соли являются очень агрессивными средами для нержавеющей стали (EN 1.4404). Такими средами являются, например, морская вода и вода в бассейнах. Содержание хлора в пределах до 100 мг/л допустимо для EN 1.4404.

В случае если концентрация хлора составляет 100 – 400 мг/л, для использования пригоден только материал EN 1.4547 (SMO 254).

Присоединения

Теплообменники имеют резьбовое или фланцевое присоединение. Патрубки (муфты) могут быть различных размеров, изготовлены из меди для припоя к медным трубам или из стали для сварки. Дополнительная информация находится в таблицах.

Теплообменники должны иметь возможность отсоединения от сети. Это означает, что нельзя выполнять сварное присоединение непосредственно к сетевым трубопроводам (без муфт, резьбового присоединения или фланцев). Это важно для проведения обслуживания.

Выбор материала

Смотри первую страницу и НЭХ приложения.

Коэффициент загрязнения

В основном коэффициент загрязнения R обосновывается при расчете кожухо-трубных теплообменников.

Использование коэффициента загрязнения означает, что можно гарантировать лучшую работу теплообменника в случае когда среда или вода загрязнена. Использование коэффициента загрязнения при расчете приводит к получению большей поверхности теплообмена. Это практически равно увеличению запаса поверхности.

Тем не менее, коэффициент загрязнения не четко выражен для пластинчатых теплообменников (PHE).

Конструкция PHE отличается от кожухо-трубных теплообменников. Очевидно, что частички налета прилипают к стенкам каналов и, таким образом, уменьшают теплопередачу и увеличивают падение давления. Восприимчивость к образованию отложений зависит, помимо всего остального, от скорости потока. Использование при расчете коэффициента загрязнения приводит к увеличению поверхности теплообмена. В случае с PHE это фактически добавляет пластины. Это означает, что скорость потока между пластинами замедляется и возрастает восприимчивость к образованию отложений. Теплообменник PHE является так называемым самоочищающимся теплообменником без использования при расчетах коэффициента загрязнения.

В большинстве случаев мы не рекомендуем проводить расчеты с использованием коэффициента загрязнения (например для систем центрального теплоснабжения). Использование коэффициента загрязнения важно при расчете PHE теплообменников только в некоторых особых случаях.

Расчет

Тепловая мощность зависит от необходимой площади теплообмена.

Уравнения для расчета тепловой мощности P выглядят следующим образом

$$P = q_m c_p (t_1 - t_2) = k A \text{LMTD}$$

где q_m = массовый расход (первичный или вторичный)

c_p = удельная теплоемкость

$t_1 - t_2$ = разница температур (по первичной или вторичной стороне)

k = коэффициент теплопередачи

A = площадь теплообмена

LMTD = среднелогарифмическая разница температур

Обычно определяется тепловая проводимость $G = k A$. Этот элемент включает всю информацию о геометрии каналов теплообменника и размерах площади теплопередачи.

Остальные из указанных выше величин зависят от характеристик процесса. Вычисление коэффициента теплопередачи (k) основывается на лабораторных тестах каждого типа теплообменников.

Основной целью расчетов является подбор необходимой площади теплопередачи при известных значениях тепловой мощности или массового расхода и температурного графика.

Изоляция

Существует два типа изоляции для теплообменников: листы из Ewopa волокна (синтетическое волокно) и изоляция из полиуретана. (последний из указанных видов будет внедрен в течение 2004 года). Теплообменники полностью изолированы. Температура на поверхности изоляции обычно ниже 35 °C.

Защита теплообменников

Предохранительный клапан должен устанавливаться на более холодной стороне, обычно на вторичной стороне. В установках HVAC предохранительные клапаны обычно устанавливаются на трубопроводе расширительного бака. Это возможно в случаях когда трубопровод расширительного бака расположен между предохранительными клапанами и теплообменником и не используются отсечные или обратные клапаны.

PED (Pressure Equipment Directive)

Сосуды под давлением, такие как Теплообменники, рассчитываются, производятся и продаются согласно Директиве 97/23/ЕС для оборудования под давлением. Сосуды под давлением, в зависимости от класса их опасности, подразделяются на четыре категории. Самой высокой категорией значимости для теплообменников LPM, является третья категория.

Для обеспечения возможности производить продукт третьей категории, необходимо выбрать модуль гарантии качества. LPM (Danfoss) выбрали модуль Н. Этот модуль имеет очень высокие требования к производителю. Поскольку LPM (Danfoss) сертифицирована в соответствии с модулем Н, мы можем рассчитывать, производить и продавать сосуды под давлением, здесь Теплообменники, без получения разрешения органов государственной власти для каждого отдельно случая.

Это также означает, что мы имеем право использовать знак CE и можем выдавать сертификат соответствия PED. Это сертификат соответствия является официальным сертификатом, который подтверждает, что мы соответствуем требованиям PED.

Одноходовой и двухходовой теплообменники

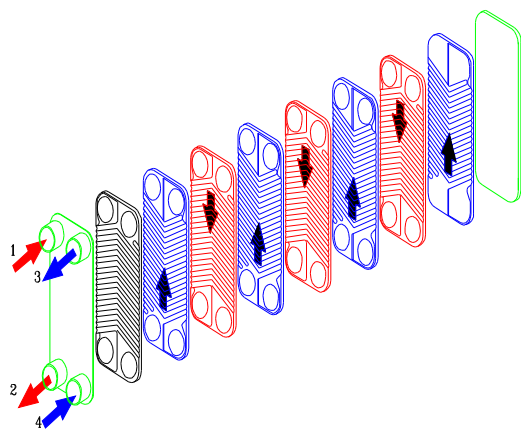


Рис 2. Одноходовой теплообменник. Проходные каналы соединены параллельно.

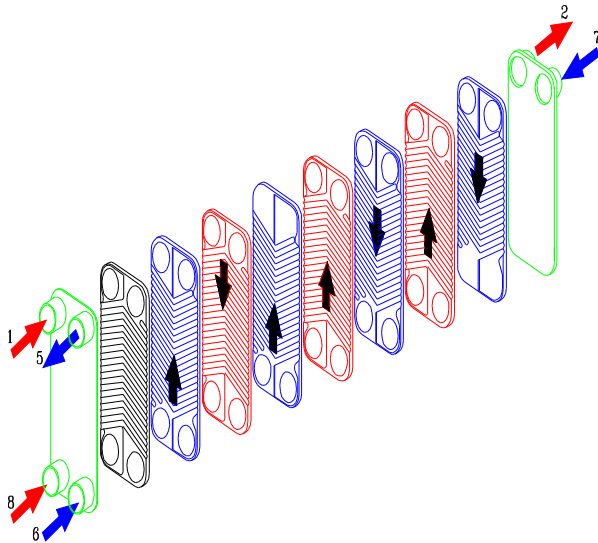


Рис 3. Двухходовой теплообменник. Используется в основном для горячего водоснабжения в системах центрального теплоснабжения. Проходные каналы соединены одновременно параллельно и последовательно. Результат равноценен использованию двух одноходовых теплообменников соединенных последовательно.

1. Греющая среда, вход, напр. сетевая вода.
2. Греющая среда, выход, напр. сетевая вода.
3. Нагреваемая среда, выход, напр. отопление.
4. Нагреваемая среда, вход, напр. отопление.
5. Нагреваемая среда, выход, напр. вода для ГВС.
6. Циркуляция горячей воды.
7. Нагреваемая вода, вход, напр. холодная вода ГВС.
8. Вода из обратки теплообменника отопления.