



## Удвоенная безопасность

Путь к улучшению эксплуатационных характеристик



Компактные пластинчатые теплообменники (ПТО) с двойными стенками имеют исключительно высокий коэффициент теплопередачи и обеспечивают повышенный уровень безопасности по сравнению с традиционными кожухотрубными теплообменниками (КТТО) с «двойной» стенкой. Пластинчатые теплообменники для систем охлаждения трансформаторов отличаются возможностью изменения размеров путем установки дополнительных пластин, универсальностью и требуют меньшей площади размещения.

В настоящее время в бизнесе по производству трансформаторов делается упор на увеличение производительности при одновременном сокращении энергетических потерь, минимизации занимаемой площади и обеспечении экологической безопасности производства. При этом недопустимо пренебрежение безопасностью во имя достижения экономической и энергетической эффективности. Система охлаждения масла является одной из важнейших частей трансформатора и должна работать бесперебойно.

Компания Альфа Лаваль предлагает компактные теплообменники из пластин с двойными стенками, которые позволяют увеличить производительность с меньшей себестоимостью при сохранении уровня безопасности, характерного для традиционных кожухотрубных теплообменников с двойной трубой.

Пластинчатые теплообменники значительно меньше кожухотрубных, что позволяет легко разместить их на существующих площадях. По положительным отзывам заказчиков, пластинчатые теплообменники быстрее реагируют на изменения температуры и реже требуют технического обслуживания. Их конструкция обеспечивает удобный доступ ко всей поверхности теплообмена для проведения технического обслуживания, что облегчает полное восстановление эффективности теплопередачи.

### Теплообмен

Пластинчатый теплообменник (рис. 1) состоит из пакета гофрированных пластин с отверстиями, за счет которых между пластинами образуются каналы для холодной и горячей сред, между которыми осуществляется теплообмен. Пакет пластин размещен между опорной и подвижной прижимной плитой и закреплен стяжными болтами. Пластины снабжены прокладками, уплотняющими места соединения и обеспечивающими направление потоков жидкостей в соответствующие каналы. Необходимое число устанавливаемых пластин определяется в соответствии с расходом, физическими свойствами жидкостей, допустимой потерей напора и разницей температур.

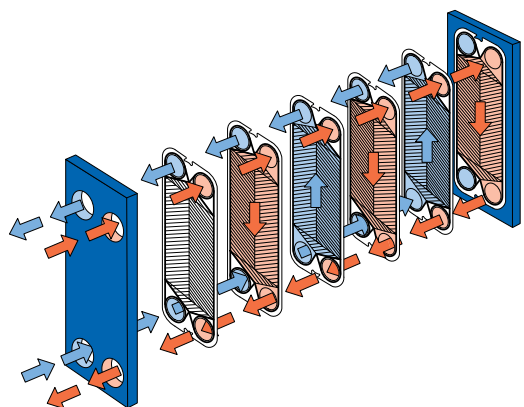


Рис. 1. Схематическое изображение пластинчатого теплообменника

Отличие пластинчатого теплообменника от традиционного кожухотрубного состоит в наличии гофрированных пластин, которые формируют теплообменные каналы. Когда эти пластины собраны в единый пакет, многочисленные точки контакта между ними обуславливают движение жидкости по каналам в виде завихренного потока (рис. 2) с высокой степенью турбулентности, что повышает коэффициент теплопередачи этой конструкции по сравнению с кожухотрубным вариантом.

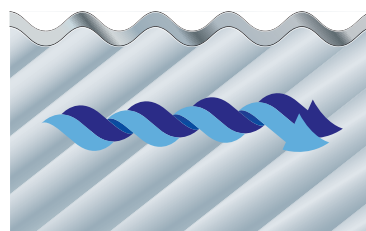


Рис. 2. Множество точек контакта между собранными в единый пакет пластинами формирует турбулентный завихренный поток

Более высокая степень турбулентности также создает большее касательное напряжение на стенках. Тогда как в кожухотрубных теплообменниках присутствуют так называемые мертвые зоны, в пластинчатых теплообменниках создается высокое касательное напряжение по всей теплопередающей поверхности, что вызывает эффект самоочистки (рис. 3). Это сокращает риск образования отложений и позволяет реже проводить техническое обслуживание. Чтобы компенсировать влияние отложений, производители кожухотрубных теплообменников зачастую заранее учитывают возможность их образования в конструкции теплообменника.

Таким образом, вследствие высокого риска образования отложений кожухотрубные теплообменники получают огромную дополнительную площадь поверхности теплообмена, что может стать причиной функциональных проблем, таких как снижение скорости потока и ускоренное образование отложений из-за большего диаметра кожуха и меньшего касательного напряжения на стенках. Благодаря высокой степени турбулентности потока и касательным напряжениям на стенках пластинчатых теплообменников при их проектировании отсутствует необходимость учитывать риск образования отложений и увеличивать габариты устройства.

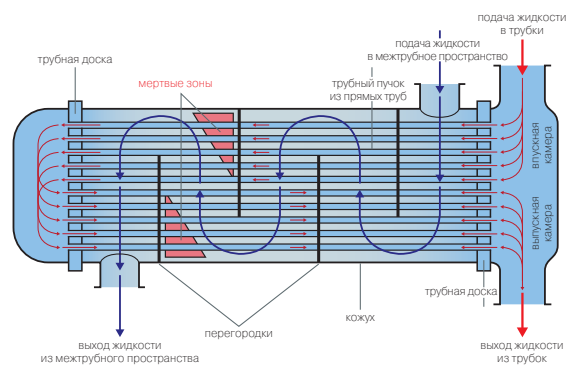
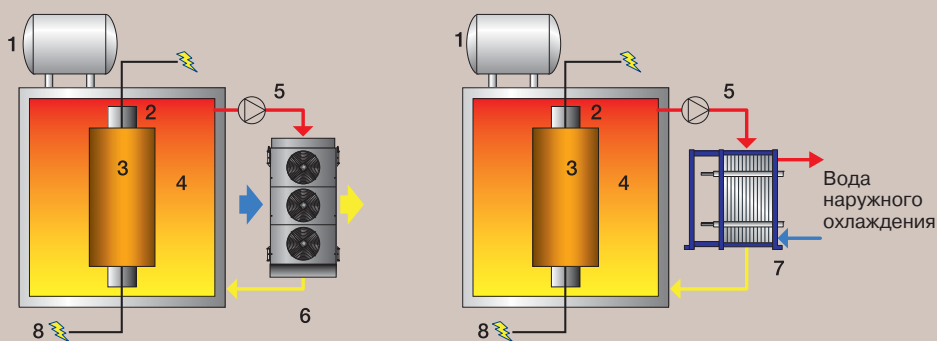


Рис. 3. Мертвые зоны с застойным потоком у перегородок вблизи кожуха в кожухотрубном теплообменнике

1. Расширительный бак для масла
2. Стальной сердечник трансформатора
3. Обмотка трансформатора
4. Трансформаторное масло
5. Масляный насос
6. Сухой охладитель Альфа Лаваль
7. Пластинчатый теплообменник Альфа Лаваль
8. Электрический вход/выход



### Настоящий противоток

В пластинчатом теплообменнике стандартной конфигурации горячее масло поступает с того конца, откуда выходит охлаждающая вода. Таким образом обеспечивается подлинный противоток, позволяющий реализовать температурные программы с пересечением температур — масло охлаждается до температуры ниже температуры охлаждающей воды на выходе (рис. 4).

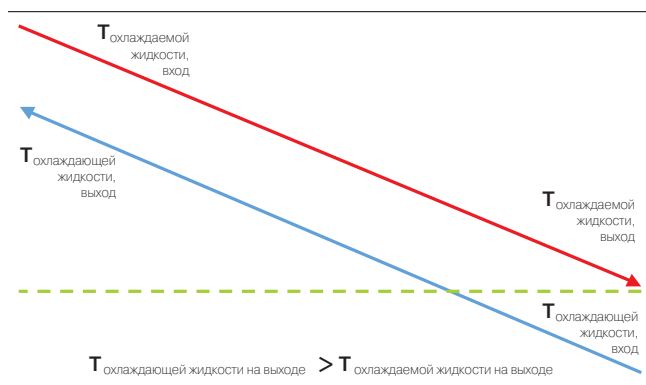


Рис. 4. Температурная программа с пересечением температур

Более того, охлаждающая вода может нагреваться до температуры, очень близкой к температуре масла на входе (высокая рекуперация), что позволяет утилизировать большую часть тепла для других целей, например для отопления зданий.

Для того чтобы добиться близкого температурного приближения в кожухотрубном теплообменнике, требуется удлинять трубки, укладывая их во множество рядов с различными конфигурациями перегородок

или последовательно соединять несколько трубок. Однако это приводит к снижению скорости потока или проблемам в гидравлической системе, снижению эффективности теплопередачи и повышению риска образования отложений. Еще одним недостатком такой конструкции с перегородками является вероятность возникновения значительных вибраций в теплообменнике.

### Возможность повышения производительности

При повышении мощности трансформатора охлаждающая способность существующей системы может оказаться недостаточной. Замена всей системы охлаждения зачастую требует больших затрат времени и средств. В отличие от кожухотрубных теплообменников производительность пластинчатого теплообменника можно увеличить, не изменяя его конструкцию. Для этого необходимо просто отвернуть стяжные болты рамы и добавить пластины. В зависимости от первоначального варианта увеличение производительности может составить до 50 %.

### Уменьшенные габариты

Значительная разница между пластинчатыми и кожухотрубными теплообменниками заключается также в их размере. Компактная конструкция пластинчатого теплообменника имеет меньшую площадь размещения. Кроме того, существуют различия в массе и объеме заполнения. Осушенный кожухотрубный теплообменник в 1,5—4 раза тяжелее пластинчатого. Объем заполнения в кожухотрубном теплообменнике в 7—20 раз превышает аналогичный показатель пластинчатого теплообменника.

Следовательно, во время эксплуатации вес кожухотрубного теплообменника в 2—6 раз превышает вес пластинчатого (см. таблицу).

#### Пример охлаждения трансформаторного масла

	ПТО с двойными стенками	Двухтрубный КТТО
Вес (сухой/рабочий), кг	410/450	700/1000
Объем удерживаемой жидкости (вода/масло), дм <sup>3</sup>	22/22	195/130
Габариты (длина/ширина/высота), мм	1120/470/1080	2480/500/610
Дополнительный объем для компенсации риска образования отложений, %	0	10
Возможность увеличения производительности, %	63	—

**Примечание:** тепловые потери в трансформаторе, которые необходимо рассеять — 500 кВт, расход масла — 36 л/с, температура масла на входе/выходе — 70 °С/62 °С; температура охлаждающей воды на входе — 30 °С.

В системах охлаждения высокой производительности разница в объеме удерживаемой жидкости может быть значительной. Для крупной системы с необходимостью 100-процентного резервирования может дополнительно потребоваться 2 м<sup>3</sup> трансформаторного масла на пару охладителей.



Пример инсталляции кожухотрубного и пластинчатого маслоохладителей на трансформаторе



Как видно из этого примера, вес кожухотрубного теплообменника почти вдвое превышает вес пластинчатого теплообменника аналогичной производительности. Поскольку затраты на материалы составляют почти 50 % себестоимости теплообменника, разница в весе неизбежно отражается на его цене.

### Двойные стенки — двойная безопасность

Пластинчатые теплообменники с пластинами с двойными стенками производства Альфа Лаваль благодаря особой конструкции сочетают в себе высокую эффективность теплопередачи традиционных ПТО с отсутствием риска смешения рабочих жидкостей внутри теплообменника. Пластины с двойными стенками изготавливаются с помощью лазерной сварки двух одинаковых пластин по периметру отверстий. Каналы образуются при объединении попарно сваренных пластин в пакет и стандартной их герметизации с помощью прокладок.



Рис. 5. Схема пар пластин с двойными стенками, сваренных по периметру отверстий

При случайном возникновении течи двойные стенки не позволят жидкостям смешаться. Любой пробой в одной из спаренных пластин приведет к утечке жидкости из этой пары за пределы теплообменника. Дефект прокладки приведет к утечке жидкости за пределы теплообменника либо непосредственно из внешнего уплотнения, либо из индикационных отверстий двойной границы уплотнителя. Дефект сварного шва приведет к утечке жидкости за пределы теплообменника либо из индикаторов течи уплотнителя, либо в месте повреждения между пластинами.

### Как найти Альфа Лаваль

Постоянно обновляемую информацию о деятельности компании Альфа Лаваль в мире вы найдете на нашем веб-сайте. Приглашаем вас посетить [www.alfalaval.ru](http://www.alfalaval.ru)