



Правильный расчет – ключ к настоящей экономии

Эффект, который оказывает параметр перепада давления при выборе теплообменного оборудования



Основные требования, предъявляемые к теплообменному оборудованию, используемому в ЖКХ

Основными требованиями, предъявляемыми сегодня к теплообменному оборудованию, используемому в коммунальных сетях, являются его энергетическая эффективность, минимальное отрицательное влияние на окружающую среду и способность оказывать положительный эффект на эксплуатационные затраты. Остановившись подробно на последнем пункте, отметим, что одной из наиболее заметных составляющих эксплуатационных затрат в системах теплоснабжения являются расходы на перекачку теплоносителя в циркуляционных кольцах инженерных сетей.

Существует два пути, с помощью которых можно минимизировать их:

- уменьшение падения давления между подающим и обратным теплопроводами;
- обеспечение низкой температуры обратной воды.

Далее, рассмотрев обе эти альтернативы, мы увидим, как мнимая экономия на этапе расчета мощности оборудования и разница в трактовке вариантов расчета самым негативным образом могут сказаться на эксплуатационных расходах заказчика.





Потери давления

Являются ли заданные показатели тепловой мощности и температуры в подающем и обратном теплопроводах по стороне греющей среды, а также по стороне нагреваемой среды достаточными параметрами при расчете теплообменного оборудования? Разумеется, нет.

Между тем, как правило, в целях снижения расходов на циркуляцию компоненты тепловых систем (трубы, отводы, фильтры, клапаны, компенсаторы теплового расширения, пластинчатые теплообменные аппараты и др.) рассчитываются исходя из минимальных потерь давления.

Ниже приведен пример типичного расчета теплообменного аппарата на нужды системы отопления здания.

В качестве примера задана тепловая мощность 1000 кВт;
расходы теплоносителя по греющему и нагреваемому контуру можно рассчитать из уравнения теплопроводности Фурье:

$$Q = Gc\Delta T,$$

где **G** – расход теплоносителя, кг/с; **c** – теплоемкость воды, 4189 Дж/кг*°С; **ΔT** – перепад температур, °С.

Теплофикационная вода	130 °С	→	70 °С	ΔT = 60 °С	Расход = 14 240 кг/ч
Нагреваемая вода системы отопления	85 °С	←	65 °С	ΔT = 20 °С	Расход = 43 050 кг/ч

Проанализировав полученные данные, мы получим варианты площади поверхности теплообмена, удовлетворяющие заданным параметрам, в диапазоне от 8 до 12 кв. м. Этим часто пользуются некоторые производители, заявляющие о том, что теплообменное оборудование площадью поверхности 8 м² является в данном случае совершенно достаточным.

Однако на деле это не так – для корректного расчета необходимо принимать во внимание потери давления при прохождении теплоносителя через пакет пластин.

Тогда мы увидим, что теплообменный аппарат с 12 м² площади поверхности теплообмена способен передать

одинаковое количество тепловой энергии от одной среды к другой с меньшими потерями давления по сравнению с теплообменным аппаратом площадью поверхности теплообмена 8 м². Таким образом, увеличение площади поверхности теплообмена ведет к снижению потерь давления при передаче одного и того же количества энергии.

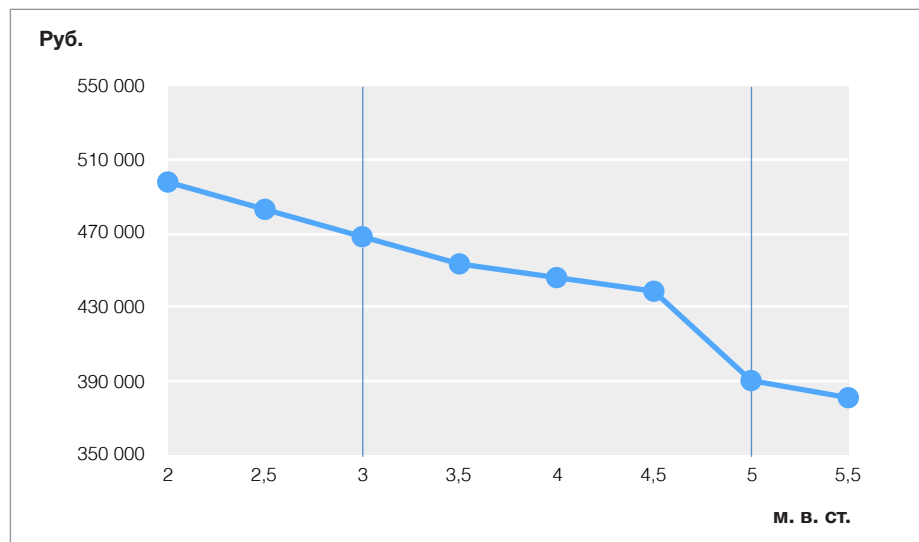


График 1 демонстрирует взаимосвязь между значениями потерь давления при расчетах типичного теплообменного аппарата для нужд отопления и стоимостью теплообменного аппарата. Разница в стоимости при сравнении расчета на 30 кПа и на 50 кПа составляет 20%.

Примечание: Теплообменный аппарат подобран на нагрузку 1500 кВт, с температурными графиками по первичной и вторичной сторонам 130-76/70-95 соответственно. Стоимость указана в российских рублях.



Обычно ограниченные только температурными параметрами расчеты теплообменного оборудования используются в случаях, когда логарифмический температурный напор имеет значения менее 3°C . Это характерно для расчетов систем центрального кондиционирования.

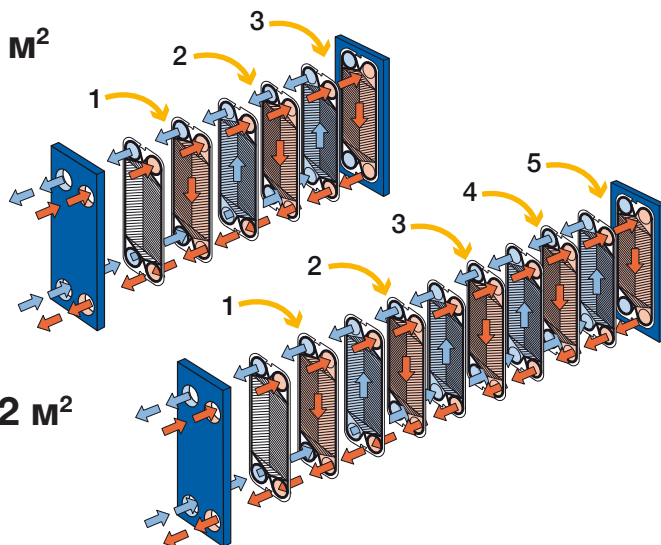
Пример расчета, рассмотренный ранее, не попадает под это правило, так как логарифмический температурный напор здесь равен 18°C . Следовательно, в этом случае выбор теплообменного оборудования

должен быть регламентирован ограничением максимального значения потерь давления в теплообменном аппарате. Именно оно и определяет площадь поверхности теплообмена, то есть количество пластин в теплообменном аппарате, а иными словами – его стоимость.

Когда параметр потерь давления является ограничивающим фактором, что является типичным случаем при расчетах теплообменных аппаратов для нужд систем отопления, дополнительные пластины,

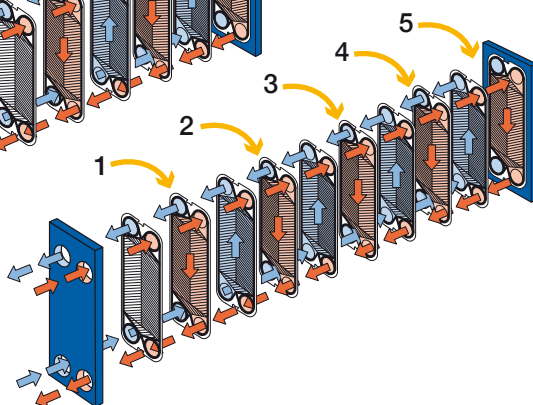
добавленные программой расчета (не для достижения необходимой мощности, а для уменьшения потерь давления), увеличивают стоимость теплообменного аппарата. В то же время **с точки зрения жизненного цикла такой подход, напротив, положительно сказывается на эксплуатационных затратах, существенно их снижая.** Аналогичные ситуации могут возникать при расчетах теплообменных аппаратов для первой ступени горячего водоснабжения (ГВС) в случае двухступенчатой схемы ГВС.

A: 8 м^2



A: Равный по объему расход жидкости, проходящий через **3 канала**

B: 12 м^2



B: Равный по объему расход жидкости, проходящий через **5 каналов**

Большее количество пластин приводит к снижению потерь давления. Равный по объему расход жидкости распределяется по большему количеству каналов

- Скорость потока ↓
- Турбулентность потока ↓
- Потери давления ↓

Рисунок 1 наглядно демонстрирует разницу двух рассчитанных теплообменных аппаратов, обеспечивающих передачу одного и того же количества энергии с одинаковыми температурными параметрами. При этом большее количество пластин обеспечивает меньшее значение потерь давления.

В сетях централизованного теплоснабжения, где, как правило, имеют место постоянный циркуляционный расход и переменные температуры, зависящие от фактической температуры наружного воздуха, на эксплуатационные расходы на циркуляцию теплоносителя в течение отопительного сезона оказывает влияние каждый кПа снижения потерь давления. Следовательно,

при наличии точного измерительного оборудования скорости потока мы можем точно измерить фактическое снижение давления в теплообменном аппарате и сравнить его со значением, указанным в расчетной спецификации.

Следует помнить, что в случае ограничения потерь давления на уровне 30 кПа даже 5 кПа

оказывают заметное влияние на стоимость теплообменного аппарата, а следовательно – на его выбор. Именно в этой плоскости находится самый серьезный ресурс для разного рода манипуляций с расчетом необходимой мощности теплообмена, которым умело пользуются производители, чье оборудование не сертифицировано ведущими европейскими институтами.



За отправную точку здесь следует принять тот тезис, что любое теплообменное оборудование, рассчитанное для нужд систем отопления и ГВС, должно эффективно работать в течение всего отопительного сезона. Хотя статистически 80% времени

оборудование работает в режиме 50% от пиковой нагрузки, при расчете следует принимать во внимание и периоды с максимальной нагрузкой, и 25% от расчетной мощности, что может случаться в осенне-весенний период.

В корне неверным представляется подход, при котором производитель теплообменного оборудования исходит из среднестатистического значения половинной нагрузки в течение 80% времени.

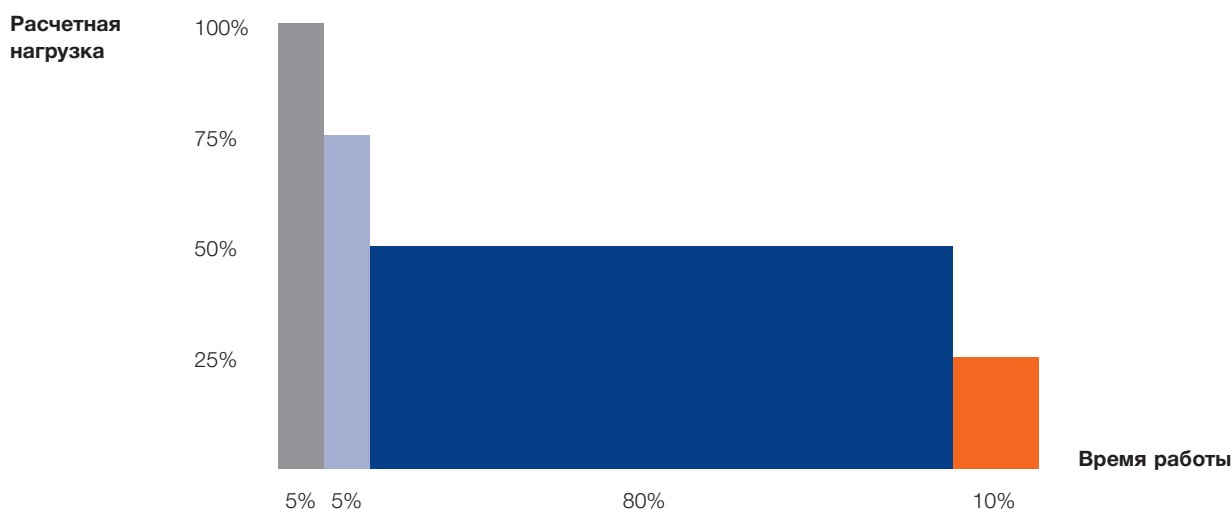


Рисунок 2 демонстрирует статистическое соотношение периодов, когда теплообменное оборудование работает на 100%, 75%, 50% и 25% от своей расчетной (пиковой) нагрузки.

В сетях централизованного теплоснабжения, когда имеют место переменные температуры и расходы теплоносителя (так называемое качественно-количественное регулирование), стоимость расходов на циркуляцию

теплоносителя как по первичному, так и по вторичному контурам пропорциональна изменению расхода в соответствующих циркуляционных кольцах в течение отопительного периода.

Уровень снижения потерь давления в теплообменном оборудовании в зависимости от снижения расхода через него определяется по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2} \rho$$

Следовательно, потери давления пропорциональны квадрату скорости движения (расходу) теплоносителя. Иными словами, при условии работы оборудования с половиной нагрузки действительные потери давления в нем будут равны 25% от расчетных.

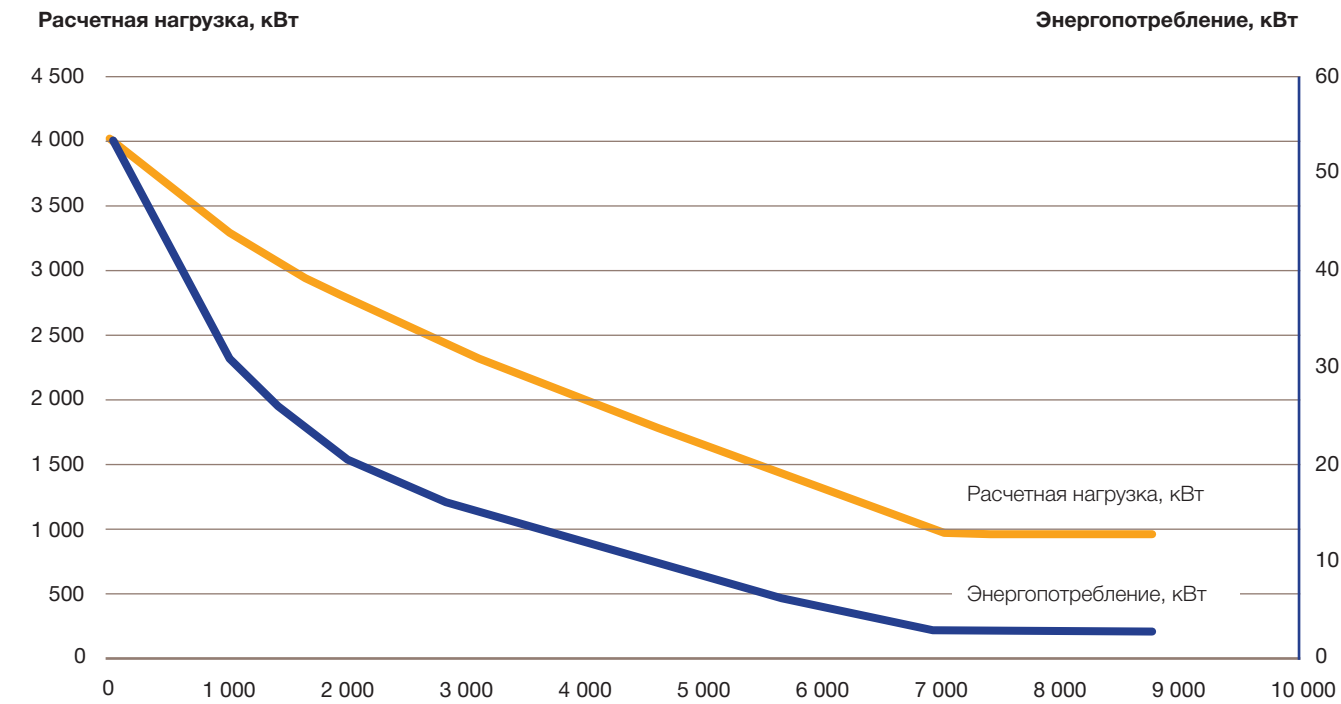


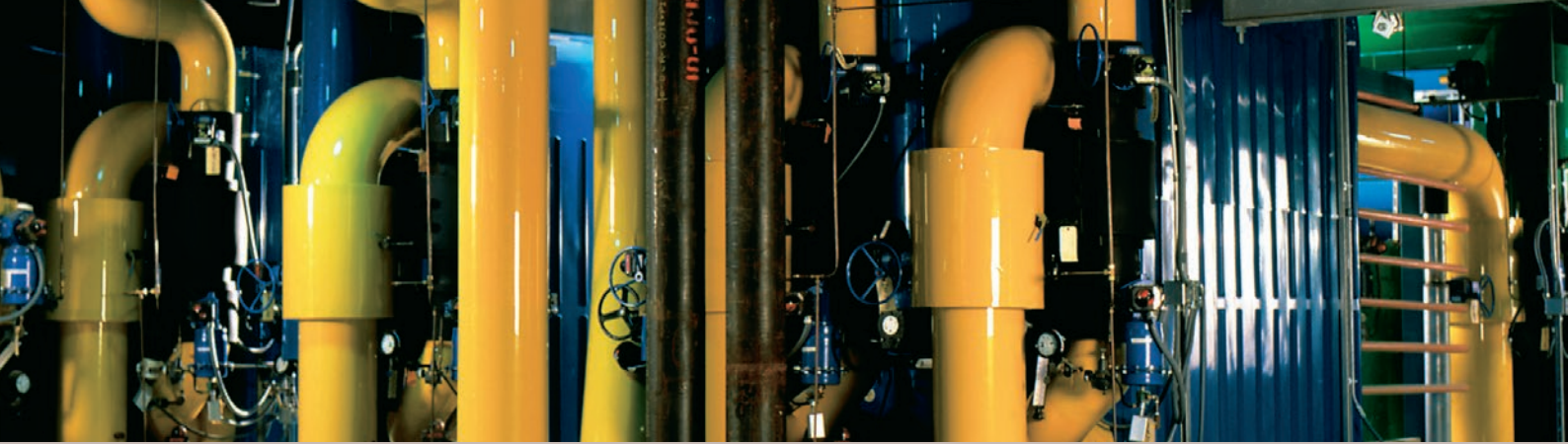
В таблице 1 показаны примеры снижения потерь давления в зависимости от снижения расхода теплоносителя. Так, снижение расхода теплоносителя до уровня 1/3 от расчетного означает, что реальные потери будут равны лишь 11% от расчетных.

Развивая пример с теплообменным оборудованием, подобранным для системы отопления при условии ограничения расчетных потерь давления в нем на уровне 30 кПа, мы понимаем, что при условии работы с половиной пикового расхода теплоносителя реальные потери давления будут равны 7,5 кПа; при расходе 1/3 от пикового – 3 кПа. Следовательно, и расходы на эксплуатацию будут пропорционально снижаться.

	Расход м³/ч	Поправочный коэффициент	Коэффициент влияния на потери давления	Потери давления, кПа	Потери давления %, кПа
1	100	1,00	$1^2=1,00$	100 кПа	100%
	90	0,9	$0,9^2=0,81$	81 кПа	81%
3/4	75	0,75	$0,75^2=0,56$	56 кПа	56%
1/2	50	0,50	$0,50^2=0,25$	25 кПа	25%
1/3	33	0,33	$0,33^2=0,11$	11 кПа	11%
1/4	25	0,25	$0,25^2=0,06$	6 кПа	6%
2	200	2,00	$2,0^2=4$	400 кПа	400%

График 2 демонстрирует изменение мощности теплообменного оборудования и потребления электроэнергии насосным оборудованием в течение года (8760 рабочих часов).





Температура обратного теплоносителя

Это критический параметр в рамках сетей централизованного теплоснабжения. Чем ниже температура обратного теплоносителя, тем выше количество энергии, которое можно передать одним и тем же количеством теплоносителя.

Соответственно, чем эффективнее теплообменное оборудование, передающее энергию от одной среды к другой, тем большее количество энергии можно отобрать от теплофикационной воды, максимально увеличивая при этом разницу температур подающего и обратного теплопроводов.

Логическим завершением данных теоретических изысканий становится поиск инструментов гарантированного квалифицированного подбора теплообменного оборудования для систем централизованного теплоснабжения в условиях работы с переменными нагрузками.

По мнению Альфа Лаваль, главными условиями вдумчивого подхода к подбору теплообменного оборудования, отвечающего реальным потребностям заказчика, являются полная прозрачность расчетов, гарантированная заявленная мощность теплообмена и исчерпывающее представление об общих затратах уже на старте проекта.

Как уже отмечалось, пиковые нагрузки, на которые подобрано оборудование, могут случаться менее, чем в 5% времени работы оборудования в течение года. В этой связи конечному пользователю, на балансе которого оно находится, очень сложно определить реальный эффект, который оказывают на эксплуатационные расходы переменные нагрузки. Часто заказчик узнает о нем уже по факту получения счетов за электроэнергию.

Избежать этого позволяет применение теплообменного оборудования,



сертифицированного ведущими институтами – Eurovent, CTI, AHRI.

Последний из них, специализирующийся на системах кондиционирования, отопления и промышленного холодоснабжения, разработал, в частности, Стандарт №400 для сред вода-вода, предлагающий сертификацию теплообменного оборудования, работающего в условиях переменных нагрузок.

Согласно исследованиям экспертов AHRI, в случае ограничения потерь давления в теплообменном аппарате на уровне 30 кПа и их превышения всего лишь на 5 кПа (общие потери давления 35 кПа) можно достичь 10% экономии на капитальных затратах. Данная экономия будет сведена на нет эксплуатационными затратами в течение даже одного отопительного сезона, а учитывая средний жизненный цикл теплообменного оборудования в 15 лет, приведет к многократному превышению реальных расходов.

Компания ОАО «Альфа Лаваль Поток» как эксперт в области теплообмена рекомендует при проектировании систем централизованного теплоснабжения применять теплообменные аппараты, имеющие сертификат стандарта AHRI 400. Это гарантирует заказчику обеспечение необходимой производительности и достижение оптимального баланса между капитальными и эксплуатационными затратами в рамках жизненного цикла оборудования, что особенно актуально в условиях непрерывно повышающихся тарифов на электроэнергию.



Альфа Лаваль – компания-участник программы сертификации по Стандарту AHRI 400

Компания Альфа Лаваль

Компания Альфа Лаваль является ведущим мировым поставщиком оборудования и решений для различных отраслей промышленности и специфических процессов.

С помощью наших технологий, оборудования и сервиса мы помогаем заказчикам оптимизировать их производственные процессы. Последовательно и постоянно.

Мы нагреваем и охлаждаем, сепарируем и управляем транспортировкой масел, воды, химикатов, напитков, продуктов питания, крахмала и продуктов фармацевтики.

Мы тесно работаем с нашими заказчиками почти в 100 странах и помогаем им занимать лидирующие позиции в бизнесе.

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.com** и узнать больше о нашей продукции.

