

В процессе создания газового конденсационного котла очень важно выбрать материал для производства теплообменника, который должен обладать многими преимуществами. В настоящее время сплав алюминия и кремния имеет наибольшее количество благоприятных характеристик для использования его в конструкции моноблочных котлов средней и большой мощности.

АЛЮМИНИЙ

МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО ДЛЯ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ГАЗОВЫХ КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЛОВ СРЕДНЕЙ И БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Алюминий - это металл, открытый достаточно недавно (в 19 веке) датчанином Христианом Эрстедом. В 1827 Фридрих Велер (1800-1882) впервые получил чистый алюминий путем восстановления хлорита алюминия калием.

Алюминий, после череды успешных доработок, был представлен как новый металл на Всемирной Выставке в Париже в 1855 году.

Это металл, который часто встречается в земной коре. Его характеристики удовлетворяют запросам самых разнообразных областей промышленности (упаковка, авиация, автомобилестроение, производство взрывчатых веществ и антикоррозийных красок). Производство промышленной упаковки использует, по большей части, свойство пластичности алюминия для того, чтобы создавать фольгу толщиной 0,004 мм (листовую) или даже 0,0004 мм (кованую) для упаковки шоколадных плиток.

Авиационная промышленность, автомобилестроение и другие извлекают пользу из-за его легкости ($2,702 \text{ г/см}^3$) в чистом виде или в сплавах. Это позволяет производить детали в три раза более легкие, чем такие же детали из стали или меди.

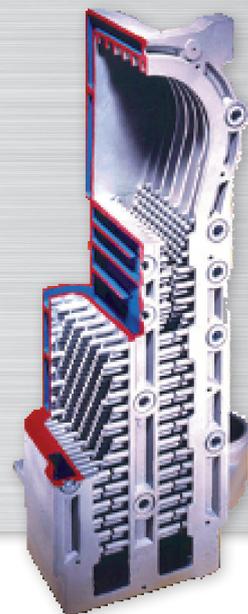
В зависимости от сферы применения и требуемых свойств существуют сплавы на базе цинка, меди, кремния или магния.

>>> СПЛАВ АЛЮМИНИЯ С КРЕМНИЕМ И ОТОПЛЕНИЕ

Среди сплавов, упомянутых выше, сплав алюминия с кремнием обладает наилучшими свойствами для использования в отопительном оборудовании.

Эти сплавы группы Al-Si (алюминий-кремний) имеют схожую с эвтектикой структуру, что делает их превосходными для литья. Эвтектика - это смесь двух чистых веществ, которые в отличие от других смесей плавятся и затвердевают при постоянной температуре. Фактически, такой сплав при плавлении ведет себя как чистое вещество с очень хорошей текучестью.

Эта способность к литью находит свое применение в производстве теплообменников котлов с очень сложной формой, которая увеличивает поверхность теплообмена и улучшает проток теплоносителя. Цель состоит в том, чтобы оптимизировать теплопередачу в очень компактном объеме.



>> ПРЕВОСХОДНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

МАТЕРИАЛ	ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ(Вт·м ⁻¹ ·К ⁻¹) ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 20°C
Сталь	46
Нержавеющая сталь (18% хром, 8% никель)	26
Алюминий (в чистом виде, 99,9%)	237

Коэффициент теплопередачи для алюминия в 5 раз больше, чем для стали, и в 7 раз больше, чем для нержавеющей стали.

Очевидно, что алюминий передает тепло лучше. Используя этот материал, можно уменьшить поверхности теплообмена и при этом обеспечить передачу той же мощности контуру отопления.

Таким образом, для одной и той же мощности теплообменники из алюминия более компактные.

>> БОЛЕЕ ЛЕГКИЙ

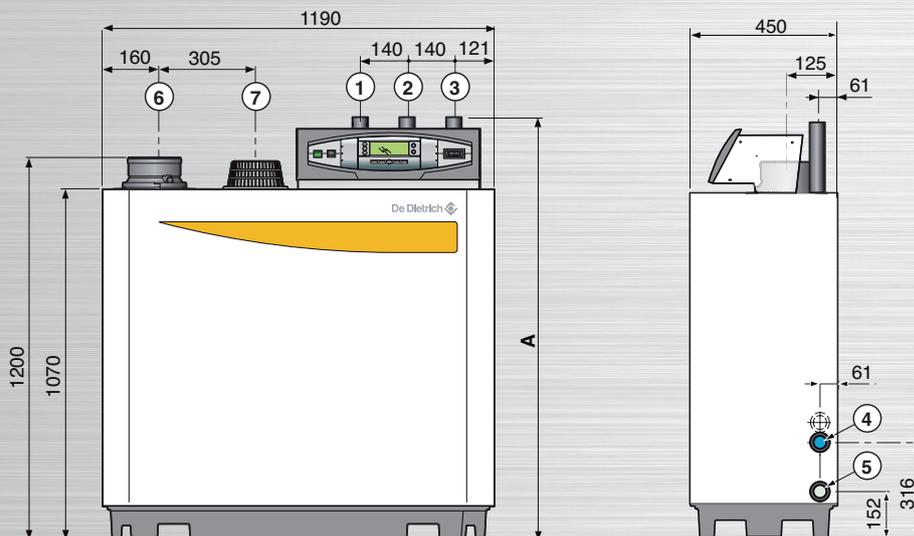
МАТЕРИАЛ	ПЛОТНОСТЬ (Г/СМ ³)
Сталь	7,3
Нержавеющая сталь	8
Алюминий (сплав)	2,7

Поскольку алюминий очень легкий, то он часто применяется в авиационной и автомобильной промышленности для снижения веса оборудования: и, действительно, он в 3 раза легче, чем нержавеющая сталь или медь.

Поэтому, к компактности алюминиевых теплообменников, вместе с превосходной теплопроводностью материала, добавляется преимущество значительного сокращения веса по сравнению с использованием других материалов. Таким образом, становится возможным создавать котлы, которые занимают значительно меньше места и с меньшим весом, то есть с гораздо более низкой нагрузкой на стены и на пол. Всё это предоставляет больший простор для компоновки в котельной.

>> РАЗМЕРЫ И ВЕС НА ПРИМЕРЕ СЕРИИ КОТЛОВ С 230 ЕСО ПРОИЗВОДСТВА DE DIETRICH

Занимаемая площадь - 0,54 м²
Вес (без воды) - 200 кг (для 217 кВт)
т.е. менее 1 кг / кВт



>> НЕСРАВНИМАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

ОТСУТСТВИЕ СЛАБЫХ МЕСТ – ГАРАНТИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКА КОТЛА

В конструкции теплообменников котлов из стали или нержавеющей стали присутствуют сварочные швы, сгибы, спрессованные части. Они являются чувствительными областями и подвержены напряжениям, связанными с работой котла.

Изменения температуры во время работы котла являются причиной напряжения в материалах. Эти физические напряжения наиболее часто сосредоточены в местах сварки и креплений, они ослабляют металл.

Секционный теплообменник котла из сплава алюминия с кремнием имеет одинаковую толщину однородного материала и не содержит сгибов или сварочных швов. Поэтому он обладает отличительной коррозионной устойчивостью, что идеально подходит для использования в конденсационной технике. Это наиболее ценно, потому что принцип конденсации предполагает контакт поверхностей теплообмена с конденсатом, который имеет кислотные свойства и вызывает коррозию металлов, особенно если они нагружены или ослаблены.

ИДЕАЛЬНОЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОБРАТНОЙ ЛИНИИ

Однородность и гибкость сплава Al-Si позволяют использовать его при работе с высокими разностями температур между подающей и обратной линией котла (до 30°C) без риска усталости материала теплообменника котла, вызванной повторяющимися тепловыми напряжениями в течение отопительного сезона, которые могли бы привести к поломке секций.

Это явление разности температур между подающей и обратной линией зачастую является результатом ежедневной работы установки или изменением расхода во вторичных контурах, что вызвано постоянным открыванием и закрыванием трехходовых клапанов.

Данное свойство позволяет максимально использовать КПД котлов: они не восприимчивы к термическим шокам, поэтому

можно допустить низкую температуру обратной линии, которая благоприятна для конденсации дымовых газов в теплообменнике, то есть для рекуперации тепла.

ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ, ИДЕАЛЬНАЯ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИИ

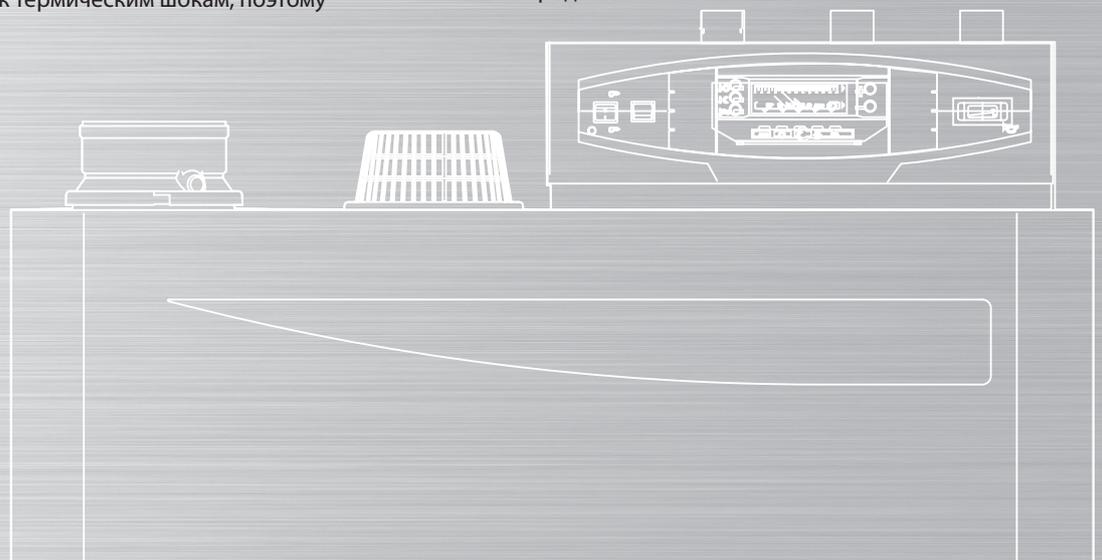
В конденсационном котле любая точка тем больше подвержена воздействию, чем больше она находится в контакте с конденсатом, который является кислотным и коррозионным для металлов.

Хорошая коррозионная устойчивость алюминия связана со способностью его поверхности становиться пассивной, то есть быть инертной по отношению к коррозии. Обычно, при контакте с водой или кислородом на поверхности образуется сплошной защитный слой оксида алюминия: окись алюминия или "пассивный слой".

Именно это свойство алюминия защищает поверхность теплообменника котла от агрессивного воздействия конденсатов во время контакта с дымовыми газами и делает этот металл идеально подходящим для принципа конденсации. В фазе конденсации стекание конденсата вниз по поверхности теплообмена обеспечивает самоочистку теплообменника из сплава алюминия с кремнием и предотвращает отложение остатков и несгоревших частиц, которые могут ослабить теплопередачу, сохраняя тем самым защитный алюминиевый слой, который гарантирует коррозионную устойчивость.

Кроме того алюминий слабо чувствителен к точечной коррозии, которая часто связана с использованием слишком жесткой воды для заполнения установки. В качестве примера, нержавеющая сталь восприимчива к концентрации хлоридов больше, чем 100 мг/л (в зависимости от их типа). Что касается меди, то она крайне восприимчива к сульфатам, которые быстро приводят к сквозной коррозии.

Алюминий также инертен по отношению к воздуху, так как слой оксида алюминия эффективно защищает его от окисления кислородом.



>> КОТЕЛ ИЗ СПЛАВА АЛЮМИНИЯ С КРЕМНИЕМ И КАЧЕСТВО ВОДЫ В ОТОПИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Для оптимальной работы котла необходима чистая вода, совместимая по свойствам с теми металлами, которые находятся с ней в контакте и из которых состоит котел. Это справедливо для всех котлов, использующих воду в качестве теплоносителя, независимо от их принципа работы (традиционные, с перегретой водой, паровые, конденсационные и прочие) и материала, из которого они изготовлены (сталь, нержавеющая сталь, медь или алюминий).

Качество воды в отопительной установке определяется следующими специальными параметрами:

- рН (уровень кислотности или щелочности воды);
- Жесткость (содержание известковых солей);
- Удельная электропроводность (приблизительная общая минерализация);
- Содержание хлоридов, сульфатов и прочее.

Эти параметры могут изменяться в зависимости от региона, источника водоснабжения (водопроводная сеть, скважина, дождевая вода и т.д.), а также от материалов труб и их состояния.

Некоторые параметры должны регулярно проверяться вне зависимости от материала, из которого изготовлен котел (не допускать наличие абразивных частиц в виде взвесей в воде, не применять воду с очень высоким содержанием солей кальция и магния и прочее). И наоборот,

находится в диапазоне от 6,5 до 9 (по условиям пригодности для питья), но очень редко превышает 8,5. Понятно, что по данному параметру такая вода несовместима с этими сплавами.

Напротив, алюминий представляет хорошее сопротивление к нейтральному и даже кислотному уровню рН. Это один из металлов, наиболее устойчивых к коррозии. Он имеет очень широкий диапазон допуска по рН и хорошо переносит контакт с водой даже для случаев без водоподготовки.

Использование алюминия и принципа рекуперации тепла при помощи конденсации успешно развивается в современной технике. Рекомендации по поводу высокого уровня рН, глубоко внедренные в эксплуатационные привычки и описания практического опыта, созданные до настоящих изменений в техническом направлении, были неспособны учесть их.

Однако, рекомендация для уровня рН выше 9,7 – это критерий, который легко проверить и осуществить (например, добавить гидроксид натрия в воду), не подходит для алюминия: его защитный слой разрушается при рН, превышающем 8,5. Тогда материал становится восприимчивым к коррозии и интенсивнее размывается, если окружающая среда является щелочной. Это означает, что желая защитить другие материалы системы отопления, ослабляем алюминий, что иногда приводит к сквозной коррозии.

К счастью, старый добрый метод обработки

	Уровень рН													
Материал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Железо/сталь	[Red bar]								[Green bar]					
Медь	[Red bar]						[Green bar]		[Red bar]					
Бронза	[Red bar]						[Green bar]		[Red bar]					
Алюминий	[Red bar]			[Green bar]						[Red bar]				

проверка уровня рН является основной, но соблюдаемые значения меняются. Действительно, в общем случае металлы корродируют в присутствии кислоты, но у каждого металла есть свое собственное сопротивление и, таким образом, должен соблюдаться определенный диапазон рН для предотвращения быстрой и необратимой коррозии.

Данная таблица показывает, почему является общепринятой установка защитной водоподготовки в тепловых сетях. Сталь и чугун, которые традиционно используются в сантехнике и отоплении, легко корродируют при контакте с водой, потому что рН воды в водопроводной сети

тепловых сетей гидроксидом натрия и/или дубильной кислотой уже в прошлом. Технические нововведения с области водоподготовки были разработаны с гораздо более эффективными ингибиторами коррозии для сплавов железа (сталь, чугун и прочее), а также и для меди. Кроме того, современные установки все чаще состоят из нескольких материалов, и водоподготовка сформировалась соответственно. Молекулы, такие как фосфаты и молибдаты, которые в настоящее время широко распространены, абсолютно совместимы с алюминиевым теплообменником.

Рекомендации по водоподготовке для котлов из сплава алюминия с кремнием основаны на

простом здравом смысле:

- Как и для любых других котлов, умеренно жесткая вода со средним содержанием минеральных солей предотвратит образование отложений, которые могут ослабить теплообмен.
- Что касается коррозии, то этот тип оборудования мог бы быть весьма подходящим для контакта с неподготовленной водой, однако в результате пострадали бы другие металлы, используемые в сетях. Поэтому необходимо выбрать подходящую для алюминия водоподготовку (которая не приводит к повышению уровня pH).
- Для установки на существующей сети нужно проверить соответствие водоподготовки (простое измерение уровня pH). Если он оказался выше 8,5, то достаточно непосредственного слива в процессе реконструкции. Такой уровень pH настоятельно рекомендуется для всех случаев, чтобы предотвратить засорение нового котла частицами и отложениями из старой сети.

Следуя данным практическим принципам, возможно в полной мере использовать преимущества высокоэффективной установки с котлом из сплава алюминия с кремнием.

Основными свойствами, из-за которых следует остановить свой выбор на сплаве алюминия с кремнием, являются : низкая плотность, механическое сопротивление, устойчивость к коррозии, долговечность, тягучесть, пластичность, отличная теплопроводность.

АЛЮМИНИЙ ОБЛАДАЕТ ХОРОШИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ К НЕЙТРАЛЬНОМУ ИЛИ ДАЖЕ КИСЛОМУ PH

Кроме того, его практически бесконечная повторная переработка без потери свойств становится еще одним из многих других преимуществ, которые являются крайне выгодными в сфере теплообмена и, особенно, в развитии газовой конденсационной технологии.

Вследствие этой уникальной комбинации свойств, большое количество производителей котельного оборудования начинают использовать этот материал вместо прежних.

Поэтому это материал будущего в мире отопительной техники.

