

Теплообменники из сплава Al-Si – легкость и долговечность

О. Козлов, региональный представитель De Dietrich в Северо-Западном регионе

Компания De Dietrich, продолжая более чем 300-летние традиции чугунолитейного производства, выбрала сплав алюминия с кремнием главным материалом для производства большинства теплообменников своих конденсационных котлов с 2002 года.

История и предпосылки появления

Со второй половины XIX века алюминий и его сплавы активно используют в самых разных отраслях промышленности. В авиации и автомобилестроении материал используют из-за сочетания легкости ($2,7 \text{ г/см}^3$) и прочности, в упаковке (в том числе для пищевых продуктов) – из-за гибкости и коррозионной стойкости и т.д. В зависимости от сферы применения и требуемых свойств существуют сплавы на базе цинка, меди, кремния, магния и др. Среди сплавов, упомянутых выше, именно сплав алюминия с кремнием обладает наилучшими свойствами для использования в отопительном оборудовании с точки зрения литейных свойств, прочности и коррозионной устойчивости при высоких температурах.

Сплавы группы Al-Si (алюминий-кремний) имеют сходную с эвтектикой структуру, что делает их превосходными для литья. Эвтектика – это сплав двух чистых веществ, которые в отличие от других плавятся и затвердевают при одной и той же наиболее низкой температуре. Фактически, такой сплав при производстве ведет себя как чистое вещество с очень хорошей текучестью. Эта способность к литью находит свое применение в производстве теплообменников с очень сложной формой и развитой поверхностью теплообмена как по стороне дымовых газов, так и по сто-

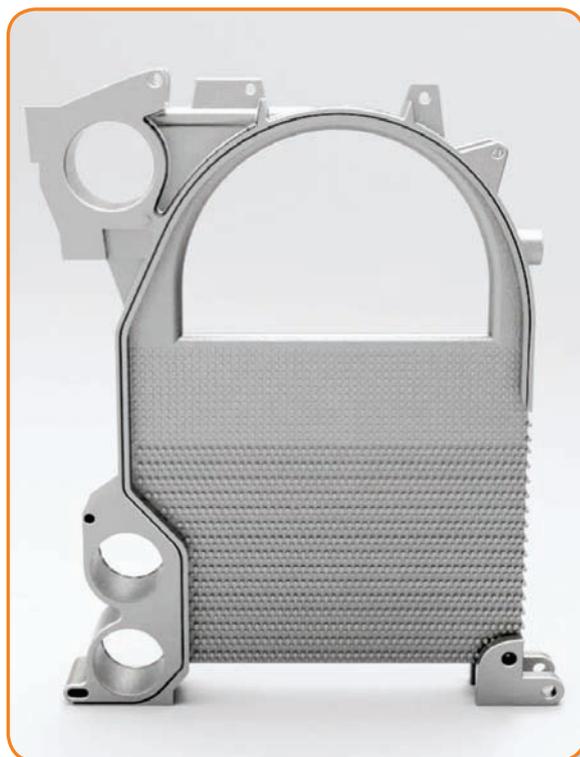
роне теплоносителя. К тому же в таких теплообменниках возможно изготовить различную форму поверхностей нагрева для зон с разной температурой, например, для топки и конвективных поверхностей дымовых газов. Цель состоит в том, чтобы оптимизировать теплопередачу в очень компактном объеме.

Особенности и преимущества котлов De Dietrich

В конденсационных котлах De Dietrich средней и большой мощности изначально применялись только литые теплообменники. Производство подобных теплообменников является более сложным и дорогостоящим, но при должном качестве процесса обеспечивает наивысшие эксплуатационные характеристики конденсационной техники. Рассмотрим основные из них на примере серии промышленных конденсационных котлов C 330/C 630 мощностью до 1200 кВт.

Прочность теплообменника. Рабочее давление составляет 7 бар. Такая прочность достигается добавлением в сплав кремния и других легирующих элементов, а также толщиной стенки теплообменника и литой конструкцией секции.

Температурные режимы. Максимальная температура котла (защита от перегрева) – 110°C . Температура отключения горелки (предельная рабочая температура) – 95°C . Регулировка рабочей температуры – $20\text{--}90^\circ\text{C}$. Номинальная ΔT – 20 К. Максимальная ΔT – 30 К (контролируется и поддерживается автоматикой котла). Данные параметры достигаются благодаря пластичности сплава и низкому термическому расширению, а также



особой форме секций и отсутствию сварных соединений.

Низкий вес. Плотность алюминия составляет $2,7 \text{ г/см}^3$, что в три раза легче, чем нержавеющая сталь. В итоге вес котла С 630-1300 мощностью 1202 кВт (при $80/60^\circ\text{C}$) составляет 1095 кг, а удельный вес всего $0,91 \text{ кг на } 1 \text{ кВт}$ полезной мощности!

Эффективность. Высокая поверхность теплообмена литых секций теплообменника и оптимальная геометрия, а также очень высокая теплопроводность алюминия ($\lambda = 237 \text{ Вт/м}^\circ\text{K}$, что в семь раз больше, чем у нержавеющей стали) обеспечивают следующие показатели:

- КПД (по воде) в режиме максимальной мощности (Hi) ($80/60^\circ\text{C}$) – до 98,5%;

- КПД в режиме максимальной мощности (Hi) ($50/30^\circ\text{C}$) – до 106,8%;

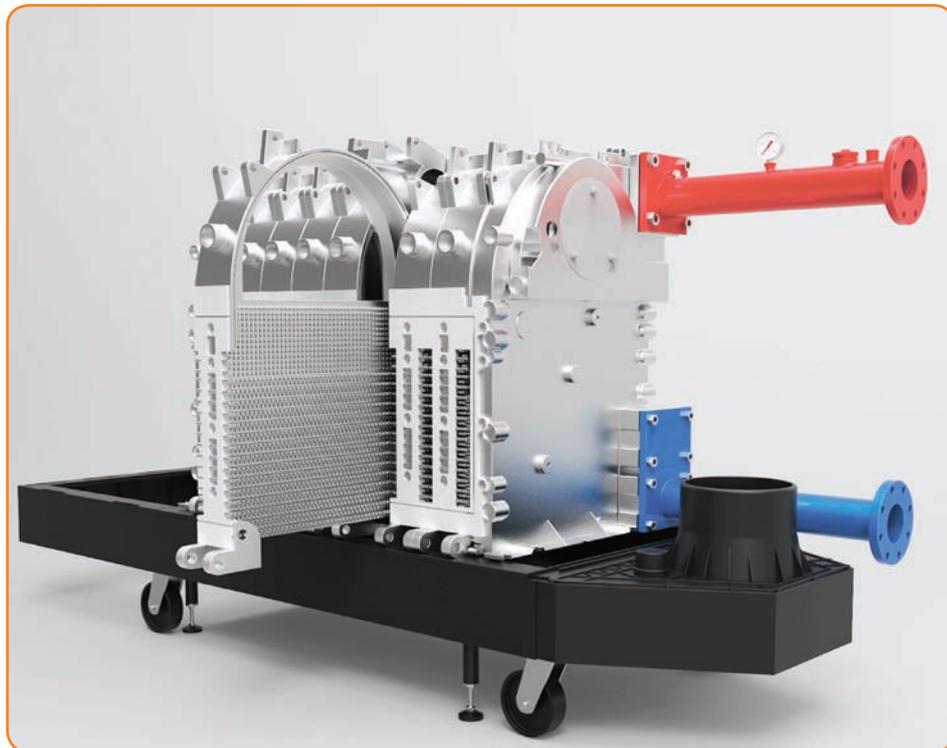
- среднегодовое значение КПД G20 (Выбросы $\text{O}_2 = 0\%$) (DIN 4702, часть 8) – до 109,6 %;

- максимальная температура дымовых газов: 80°C .

Ремонтопригодность. Теплообменник котла состоит из литых секций, которые возможно заменить при необходимости. В теплообменнике присутствуют передняя, задняя и промежуточные секции, которые доступны в качестве запасных частей. Для замены секции дополнительно необходимы тороидальные прокладки. Специальный инструмент не требуется. Стоимость секции составляет от 8 до 12 % стоимости котла в зависимости от количества секций в теплообменнике.

Также существует возможность восстановления отдельной литой секции в случае нарушения герметичности литой заглушки (возможно, как правило, при критическом превышении давления). При этом устанавливается новая литая заглушка и фиксируется аргоновой сваркой.

Коррозионная стойкость. Материал теплообменника подобран в первую очередь с точки зрения устойчивости к агрессивному конденсату (повышенная кислотность). Теплообменник максимально устойчив к коррозии, как по стороне теплоносителя, так и по стороне конденсата в широком диапазоне кис-



лотности/щелочности: $3,5-8,5 \text{ pH}$ среды. Это достигается благодаря алюминию, который, соединяясь с кислородом, на поверхности металла образует слой оксида алюминия, надежно защищающий от коррозии.

Требования к теплоносителю. Степень кислотности/щелочности – $7-9 \text{ pH}$. Это более узкий диапазон по сравнению с ограничениями для теплообменника, так как в состав водяного тракта котла помимо теплообменника из сплава алюминия с кремнием входят детали из стали, которые более чувствительны к низкому уровню pH.

Полная жесткость – $0,1-0,5 \text{ ммоль/л}$ при постоянной подпитке. При ограниченной подпитке (до трехкратного объема установки) полная жесткость может достигать $1,5-2 \text{ ммоль/л}$. Таким образом, в большинстве случаев в качестве теплоносителя подходит водопроводная неподготовленная вода.

Техническое обслуживание. Чистка теплообменника выполняется только при необходимости по результатам осмотра. Для доступа к поверхностям нагрева в теплообменнике имеется специальный лючок для обслуживания. Теплоизоляция теплообменника представлена специальными изолирующими матами на

липучках. Все это делает доступ для обслуживания очень быстрым и комфортным. Общее техническое обслуживание котла должно выполняться не реже одного раза в год. Как правило, при корректной настройке горелки котла теплообменник не нуждается в чистке. К тому же большая часть поверхности теплообменника самоочищается стекающим конденсатом.

Гарантийный срок – пять лет.

Срок службы – не менее 20 лет.

В настоящее время компания De Dietrich продолжает интенсивное развитие технологий изготовления теплообменников из сплава алюминия с кремнием. В 2018 году в России стал доступен настенный котел Innovens MCA 160 Pro с литым монолитным теплообменником 160 кВт. Для бытовых конденсационных котлов Evodens AMC выпущен теплообменник со специальной обработкой для сокращения необходимости чистки в несколько раз. А для промышленных котлов ведется работа по увеличению единичной мощности теплообменника вплоть до 2500 кВт.