

Aluminium, materiał przyszłości dla wymienników ciepła w gazowych kotłach kondensacyjnych dużej mocy

Podczas projektowania gazowego kotła kondensacyjnego, ważnym jest, aby wybrać dla produkcji wymiennika ciepła materiał oferujący najwięcej zalet. Stop aluminium i krzemu oferuje obecnie maksymalną liczbę korzystnych cech pozwalających na rozwiązanie problemów związanych z budową komercyjnych kotłów monoblokowych.

Aluminium:

Metal ten, którego odkrycie przypisuje się Duńczykowi, Christianowi Oersted, jest stosunkowo młody (XIX wiek). W 1927 Friedrich Wöhler (1800-1882) po raz pierwszy wytworzył czyste aluminium poprzez redukcję chloranu glinu z wykorzystaniem potasu. Aluminium, po wielu kolejnych korektach zostało ogłoszone jako nowy metal na Wystawie Światowej w Paryżu w roku 1855.

Jest to najczęściej spotykany w skorupie ziemskiej metal, którego cechy przyciągają zainteresowanie najróżniejszych gałęzi przemysłu (opakowania, lotnictwo, motoryzacja, materiały wybuchowe, farby antykorozyjne).

Przemysł opakowań koncentruje się szczególnie na jego własności rozszerzalności pozwalającej na wytworzenie folii opakowaniowych o grubości 0,004 mm (laminowana) lub nawet 0,0004 mm (kuta) do zawijania tabliczek czekolady.

Lotnictwo, motoryzacja i inne gałęzie przemysłu uzyskują znaczące korzyści dzięki jego lekkości ($2,702 \text{ g/cm}^3$) zarówno w postaci czystego aluminium jak i stopu. Umożliwia to produkcję części około trzykrotnie lżejszych, niż gdyby były wykonane ze stali lub miedzi.

W zależności od zastosowania i poszukiwanych cech, istnieją stopy oparte na cynku, miedzi, krzemie i magnezie.

Stopy aluminium i krzemu a ogrzewanie:

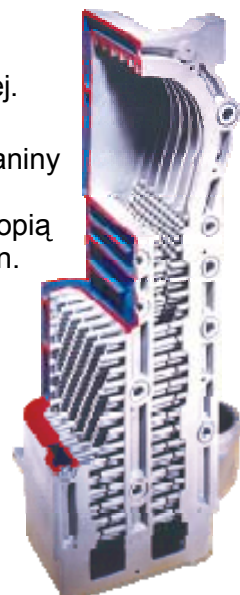
Wśród wymienionych powyżej stopów, stopy aluminium i krzemu posiadają cechy, które są szczególnie przydatne do zastosowania w technice grzewczej.

Stopy te, z grupy AlSi (aluminium-krzem), mają skład podobny do mieszaniny eutektycznej, co daje im doskonale własności odlewnicze.

Mieszanina eutektyczna, to mieszanina dwóch czystych substancji, które topią się i krzepną w stałej temperaturze, w przeciwieństwie do innych mieszanin.

Podczas topnienia, stop ten zachowuje się w rzeczywistości jak czysta substancja, z bardzo dobrymi charakterystykami płynności.

Ta przydatność do odlewania prezentuje swój potencjał podczas wytwarzania korpusów kotłów o bardzo skomplikowanych kształtach, które zwiększają powierzchnie wymiany i poprawiają przepływ hydrauliczny. Celem jest zwiększenie wymiany ciepła w niewielkiej objętości.



Doskonały współczynnik przewodzenia ciepła:

Materiał	Przewodnictwo cieplne ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) Wartości dla temperatury 20°C
Stal	46
Stal nierdzewna (chrom 18%, nikiel 8%)	26
Aluminium (czystość 99,9%)	237

Dla aluminium współczynnik przewodzenia ciepła jest pięć razy lepszy niż dla stali i siedem razy lepszy niż od stali nierdzewnej.

Jako że aluminium przewodzi ciepło wyraźnie lepiej, wybierając ten metal możemy zmniejszyć powierzchnie wymiany, aby osiągnąć taką samą wydajność przenoszenia ciepła do obiegu grzewczego.

→ Przy takiej samej wydajności, korpusy grzewcze z aluminium są zatem znacząco mniejsze.

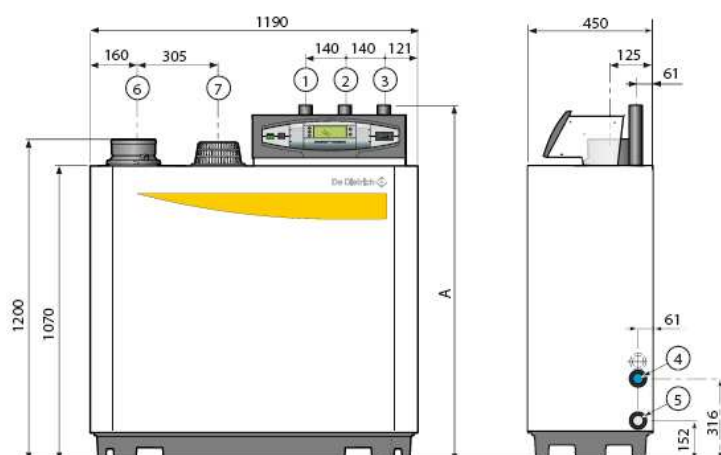
Mniejszy ciężar:

Materiał	Gęstość (g/cm^3)
Stal	7,3
Stal nierdzewna	8
Aluminium (stop)	2,7

Ponieważ aluminium jest bardzo lekkie, często wybiera się je w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym dla zmniejszenia ciężaru sprzętu: rzeczywiście, jest ono trzy razy lżejsze niż stal nierdzewna lub miedź.

Poza zwartą budową wymienników aluminiowych, połączoną z doskonałą przewodnością cieplną, możemy również skorzystać na znacznej redukcji ciężaru, w porównaniu z wykorzystaniem innych materiałów. Staje się zatem możliwe projektowanie kotłów zajmujących znacznie mniej miejsca i o znacznie mniejszym ciężarze obciążającym ściany i stropy, co daje większą swobodę w konfiguracji instalacji kotłowni.

Przykład parametrów wymiarowych i wagowych szeregu De Dietrich C 230 Eco:



0,54 m² powierzchni podłogi
Waga netto (pusty) = 200 kg /
217 kW czyli mniej niż 1 kg / kW

Niezerównana odporność fizyczna

1) Brak słabych punktów gwarantujący długą żywotność korpusu grzewczego

W konstrukcji korpusów grzewczych ze stali lub stali nierdzewnej, zespoły spawów, zgięcia, tłoczone części są obszarami wrażliwymi, podatnymi na obciążenia związane z pracą kotła. Zmiany temperatury związane z pracą kotła są główną przyczyną naprężeń w materiałach. Te fizyczne obciążenia, występujące szczególnie w spawach i szwach zabezpieczających, osłabiają materiały.

Korpus kotła zbudowany z elementów ze stopu aluminium-krzemowego o jednorodnej grubości nie zawiera zgięć i spawów i co za tym idzie wykazuje cechy odporności na korozję szczególnie odpowiednie w zastosowaniach kondensacyjnych. Jest to o tyle bardziej wartościowe, że zasada kondensacji oznacza stykanie się metalowych powierzchni z kondensatem, który ma kwaśny odczyn i z tego powodu jest szczególnie żrący dla metali, zwłaszcza jeśli są one poddane naprężeniom lub osłabione.

2) Idealna odporność mechaniczna dla optymalizacji zasady powrotu niskotemperaturowego

Jednorodność i elastyczność AISi pozwalają na jego zastosowanie przy znaczących różnicach temperatur (do 30 K) między zasilaniem kotła i powrotem bez ryzyka zmęczenia metalu spowodowanego powtarzającymi przez cały sezon grzewczy nagłymi zmianami temperatury, mogącymi prowadzić do uszkodzenia elementów.

To zjawisko różnicy temperatur między zasilaniem i powrotem jest często wynikiem codziennej pracy instalacji, w której zmiana natężenia przepływu w obiegach wtórnych jest spowodowana przez ciągle otwieranie i zamykanie zaworów trójdrogowych.

Umożliwia to maksymalne wykorzystanie sprawności kotłów: ponieważ nie są one podatne na szok termiczny, możemy wprowadzić niskotemperaturowe powroty, które wzmacniają kondensację gazów spalinowych wewnątrz wymiennika i co za tym idzie efekt odzyskiwania ciepła.

3) Odporność chemiczna idealna dla kondensacji

W kotle kondensacyjnym, każdy element jest bardziej wystawiony na działanie niesprzyjających czynników, gdyż styka się z kondensatami, które mają odczyn kwaśny i są zatem szczególnie korozyjne dla metali.

Dobrą odporność na korozję aluminium zawdzięcza zdolności swojej powierzchni do pasywacji (niewrażliwości na korozję). Przy kontakcie z wodą lub tlenem, w naturalny sposób tworzy się nieporowata warstwa ochronna tlenku aluminium: nazywamy ją „warstwą pasywacji”.

To jest właśnie ta właściwość aluminium, która chroni powierzchnie wymiany korpusu grzewczego stykające się z gazami spalinowymi przed agresywnym działaniem kondensatów i czyni ten metal szczególnie odpowiednim dla techniki kondensacji. W fazie kondensacji, spływ kondensatu po powierzchni wymiany zapewnia, że korpus z AISi jest samoczyszczący poprzez zapobieganie odkładaniu się pozostałości i nie spalonych materiałów, które mogą zakłócić prawidłowy przepływ ciepła. Jednocześnie wzmacniana jest warstwa samo ochronna aluminium, gwarantując jego odporność na korozję.

Ponadto aluminium nie jest szczególnie wrażliwe na korozję wżerową, często powiązaną z użyciem do napełniania wody o wysokiej zawartości minerałów. Stal nierdzewna, na przykład, jest podatna na stężenia chlorków większe niż 100mg/l (w zależności od ich typu). Miedź natomiast jest szczególnie podatna na siarczany, które szybko prowadzą do perforacji.

Aluminium jest także chemicznie obojętne w powietrzu i warstwa tlenku aluminium skutecznie chroni je przed utlenianiem.

Kocioł ze stopu aluminium-krzemowego i jakość wody w instalacji grzewczej:

W celu zapewnienia optymalnej pracy, kocioł wymaga czystej wody o jakości pozwalającej na kontakt z metalem użytym w jego konstrukcji. Jest to prawda dla wszystkich kotłów używających wody jako czynnika przenoszącego ciepło, bez względu na ich zasadę działania (tradycyjne, ciecz przegrzana, para, kondensacja itd..) i materiał z jakiego zostały wykonane (stal, stal nierdzewna, miedź, aluminium...).

Jakość wody w instalacji grzewczej jest mierzona za pomocą określonych parametrów takich jak (między innymi):

- pH (poziom kwasowości lub zasadowości wody);
- twardość (zawartość rozpuszczonego wapienia);
- przewodność właściwa (przybliżenie całkowitej zawartości minerałów);
- poziom chlorków, siarczanów, itd...

Te składniki mogą różnić się zależnie od regionu, źródła zaopatrzenia w wodę, (publiczna sieć wodociągowa, studnia, deszczówka, itd,,,) oraz materiałów i stanu rur w których jest ona transportowana.

Niektóre parametry muszą być sprawdzane systematycznie, niezależnie od materiału z jakiego wykonano kocioł (żadnych ściernych cząsteczek zawieszonych w wodzie, unikać wody o zbyt dużej zawartości wapienia, itd...). Inaczej wygląda sprawa z testem pH. Jest on istotny, ale wartości które mają być obserwowane różnią się. Rzeczywiście, ogólnie mówiąc, metale korodują w obecności kwasów, ale każdy metal ma właściwą sobie odporność i aby uniknąć szybkiej i nieodwracalnej korozji należy obserwować określony zakres pH.

Materiał	Strefa pH													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
żelazo/stal	[Red line]								[Green line]		[Black background]			
miedź	[Red line]							[Green line]			[Black background]			
brąz	[Red line]						[Green line]				[Black background]			
aluminium	[Red line]			[Green line]								[Black background]		

Powyższa tabela pokazuje, dlaczego zazwyczaj instaluje się ochronny system uzdatniania wody w sieci grzewczej: stal i żeliwo, które są tradycyjnie używane w instalacjach wodociągowych i sieciach grzewczych łatwo korodują przy kontakcie z wodą, ponieważ pH w sieci rozdzielczej (od 6,5 do 9, jednak z powodu zdatności do spożycia rzadko przekracza 8,5) nie jest naturalnie kompatybilne z tymi stopami.

Inaczej wygląda to w przypadku aluminium. Przedstawia ono dobrą odporność na neutralne lub nawet kwaśne pH. Jest ono jednym z najbardziej odpornych na korozję metali. Jego zakres tolerancji pH jest bardzo szeroki. Może z łatwością wytrzymać kontakt z wodą, nawet jeśli nie została ona uzdatniona.

Wykorzystanie aluminium i zasada odzyskiwania ciepła dzięki kondensacji są mimo wszystko bardzo zaawansowanymi i nowymi technikami. Zalecenia odnośnie wysokich poziomów pH, mocno zakorzenione w nawykach eksploatacyjnych i tekstach na temat dobrych praktyk, zostały ustalone przed tymi zmianami w ukierunkowaniu technicznym i nie były w stanie brać ich pod uwagę.

Zalecenie pH wyższego niż 9,7 – kryterium łatwe w sprawdzeniu i realizacji (na przykład poprzez dodanie wodorotlenku sodu do wody wodociągowej) – jest niekompatybilne z aluminium, jednakże: jego warstwa pasywacji rozpuszcza się gdy pH przekracza 8,5. Staje się ono wtedy podatne na korozję i w środowisku alkalicznym niszczy się jeszcze szybciej. Zatem chęć ochrony innych materiałów w instalacji grzewczej osłabia aluminium i czasem prowadzi do jego perforacji.

Na szczęście stara dobra metoda uzdatniania wody w sieci grzewczej za pomocą wodorotlenku sodu i/lub garbników należy już do przeszłości. Postęp techniczny w dziedzinie uzdatniania wody przyniósł znacznie bardziej skuteczne inhibitory korozji dla stopów żelaza (żeliwo, stal, itd.) i miedzi. Poza tym współczesne instalacje są coraz bardziej „wielomateriałowe” i uzdatnianie odpowiednio się rozwinęło. Obecne molekuly, takie jak fosforany i molibdeniany, aktualnie szeroko stosowane, są całkowicie kompatybilne z korpusem grzewczym z aluminium.

Zalecenia w zakresie uzdatniania wody do użycia w kotle ze stopu aluminium-krzemowego są zatem kwestią zdrowego rozsądku:

- Tak jak dla wszystkich innych kotłów, woda o małej twardości i przeciętnej zawartości minerałów zapobiegnie odkładaniu się osadów które mogą zakłócić poprawną wymianę ciepła.
- Jeśli chodzi o korozję, ten typ urządzenia poradzi sobie z nieuzdatnioną wodą, ale inne metale użyte w sieci ucierpią z tego powodu. Konieczne jest zatem wybranie uzdatniania kompatybilnego z aluminium (nie zwiększającego pH wody).
- W celu zainstalowania w istniejącej sieci, należy sprawdzić kompatybilność uzdatniania (prosty pomiar pH). Gdyby pH okazało się wyższe niż 8,5, wystarczy opróżnienie i oczyszczenie, które jest zalecane we wszystkich przypadkach, aby zapobiec zatkaniu nowego kotła przez cząstki i osady obecne w starej instalacji.

Z poszanowaniem wprowadzenia zasad praktyki, byłoby możliwe pełne wykorzystanie zalet wydajnej instalacji z generatorem aluminium-krzemowym.

Wnioski:

Główne cechy, które czynią stop aluminium-krzemowy materiałem wyboru, to jego niska gęstość, odporność mechaniczna, odporność na korozję, długa żywotność, łatwość formowania i jego przewodnictwo.

Ponadto, możliwość praktycznie nieograniczonego odzysku bez straty właściwości jest „rodzynkiem w cieście” jego licznych cech, które są szczególnie korzystne w dziedzinie wymiany ciepła, a zwłaszcza przy rozwijaniu gazowej techniki kondensacyjnej.

Z powodu tej unikalnej kombinacji właściwości, znacząca liczba producentów kotłów, wierznych uprzednio innym materiałom, zaczyna stosować aluminium.

Jest to zatem materiał przyszłości w świecie ogrzewania.