

*Materiały stosowane w środowisku
kwasu fluorowodorowego (HF) i
bezwodnego fluorowodoru (AHF)*

Komorowska Marta

Palacz Ewa

Kadylak Aleksandra

Gajowiec Grzegorz



HF i AHF - charakterystyka

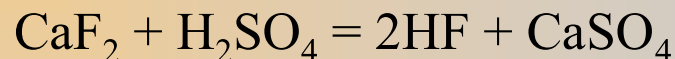


HF i AHF mają ogromne znaczenie w przemyśle. AHF jest podstawowym substratem w przemyśle związków fluoru i węgla, na który składa się zasadniczo większość czynników chłodniczych, środków gaśniczych, płynów do mycia ultra-dźwiękowego i fluorowęglowych tworzyw sztucznych i elastomerów. Popularny proces alkilowania ropy naftowej w celu zwiększenia wydajności benzyny bazuje na wykorzystaniu AHF. HF jest wykorzystywany w ogromnych ilościach do wytrawiania stali odpornych na korozję i szkła. HF i AHF są substancjami niebezpiecznymi. Sole fluoru są, co prawda dodawane do wody pitnej w celu zapobieżenia próchnicy, to jednak w większych stężeniach są szkodliwe. W kontakcie ze skórą wywołują bolesne, głębokie poparzenia, a ich pary uszkadzają płuca.



HF i AHF - charakterystyka

Bezwodny HF jest produkowany w reakcji H_2SO_4 i CaF_2 w poziomych reaktorach piecowych o konstrukcji stalowej z wkładką ze stopów niklu od strony zasilania i powrotu.



Popularny proces Bucha polega na wstępnym mieszaniu CaF_2 i H_2SO_4 w mieszalniku ze stopów wysokoniklowych, co zmniejsza korozję właściwego reaktora. Reakcja jest endotermiczna, czyli wymaga źródła ciepła.

Najważniejszymi czynnikami, które wpływają na agresywność środowiska HF są:

- stężenie
- temperatura
- obecność zanieczyszczeń (zwłaszcza o charakterze utleniającym)





Stale austenityczne

Seria 304 (0,08% C, 18-20%Cr, 8-10,5% Ni):

- dobra odporność na ciekły AHF w temperaturze 100°C (szybkość korozji poniżej 0,13 mm/rok), lecz w temperaturze 150°C wysoka szybkość korozji
- dobra odporność na AHF do 200°C
- ograniczona odporność na rozcieńczony HF

Seria 316 (0,08% C, 16-18% Cr, 10-14%Ni, 2-3% Mo):

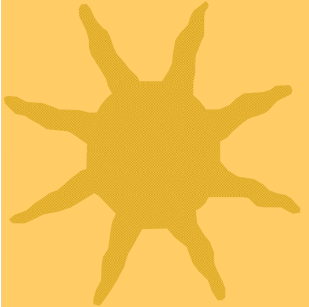
- dobra odporność na HF o stężeniu poniżej 10% w temperaturze otoczenia
- stabilna metalurgicznie (podczas obróbki plastycznej na zimno nie zachodzi w niej przemiana martenzytyczna)



Stale austenityczne

Podsumowanie:

- charakteryzują się dobrą odpornością na ciekły AHF
- ograniczona odporność na rozcieńczony HF
- nie są w pełni odporne na korozyjne pękanie naprężeniowe
- podczas obróbki plastycznej na zimno zachodzi przemiana martenzytyczna, w wyniku której odporność korozyjna tych stali obniża się





Stale wysokostopowe i nadstopy



Stale wysokostopowe takie jak np. 20Nb-3 (0,02% C, 20% Cr, 33% Ni, 0,5% Nb, 2,2% Mo, 3,3% Cu) i Incoloy 825 (0,03% C, 21,5% Cr, 30% Fe, 3% Mo, 2,2% Cu) charakteryzują się dobrą odpornością korozyjną w środowisku HF (w każdym stężeniu) w temperaturze otoczenia a także w rozcieńczonym HF (do 10%) w temperaturze do 70°C.



Stop odlewniczy ACI CN-7M (0,07% C, 19-22% Cr, 28-31% Ni, 2-3% Mo, 3-4% Cu) jest zalecanym materiałem na pompy i zawory pracujące w środowisku HF do 70% w temperaturze otoczenia.





Nikiel i jego stopy

Nikiel 200 (0,08% C, 99,6% Ni):

- jeden z najbardziej odpornych stopów na gorące opary AHF (zanieczyszczenia związkami siarki powodują wzrost kruchości stopu)

- może być stosowany w środowisku HF w temperaturze do 80°C przy braku dostępu tlenu (tlen zwiększa szybkość korozji)

- w przypadku obecności fluorku miedzi stop ten staje się podatny na korozyjne pękanie naprężeniowe

Wysokosprawne stopy niklu - stopy Hastelloy (C-276, B-2, G, G-3) a także Inconel 625 (0,1% C, 21,5% Cr, 9% Mo, 3,6% Nb) posiadają bardzo dobrą odporność w środowisku HF, AHF i gorących oparów HF. Obecność tlenu lub innych utleniaczy może zwiększyć szybkość korozji w środowisku gorących kwasów. Są odporne na gorącą mieszaninę HF i H₂SO₄ (stosuje się je przy wytwarzaniu HF).



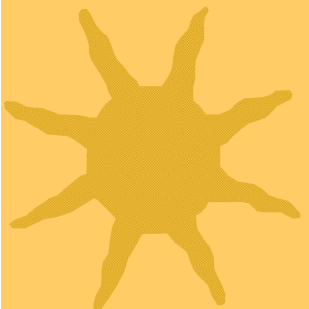
Nikiel i jego stopy

Monel 400 (31,5% Cu, 1,2% Fe, 1,1% Mn):

- bardzo dobra odporność w środowisku HF (w każdym stężeniu) w temperaturze do 150°C przy braku dostępu tlenu
- wystawiony na działanie wilgotnych oparów HF w obecności tlenu ulega korozyjnemu pękaniu naprężeniowemu
- jest szeroko stosowany w urządzeniach alkilujących, wytwarzaniu i transporcie HF

Inconel 600 (0,08% C, 15,5% Cr, 8% Fe):

- odporny na ciekły HF w temperaturze otoczenia i na AHF
- bardzo dobra odporność chemiczna i stabilność metalurgiczna
- szeroko stosowany w środowisku gorących oparów HF
- odporny na korozyjne pękanie naprężeniowe (zastępuje Monel 400)



Nikiel i jego stopy

Podsumowanie:

- nikiel i jego stopy charakteryzują się bardzo dobrą odpornością w środowisku HF, AHF i gorących oparów HF
- obecność tlenu zwiększa szybkość korozji



Inne metale i stopy

Molibden – charakteryzuje się dobrą odpornością w środowisku HF i AHF. Szybkość korozji w 25-50% HF w temperaturze 100°C wynosi około 0,4-0,5 mm/rok.

Platyna i złoto – są odporne na HF i AHF (w każdym stężeniu) w temperaturze otoczenia i w wysokich temperaturach (temperatury wrzenia i powyżej).

Srebro – ma podobne właściwości jak platyna i złoto, jednakże w obecności tlenu i siarczków może ulegać korozji.

Magnez – charakteryzuje się dobrą odpornością w środowisku HF (ulega pasywacji)

Metale reaktywne i ogniotrwałe (Ta, Nb, Ti, Zr) – są nieodporne na HF i AHF nawet w śladowych ilościach. Metale i stopy zawierające znaczne ilości tych pierwiastków będą ulegały przyspieszonej korozji w środowisku HF.



Materiały niemetaliczne



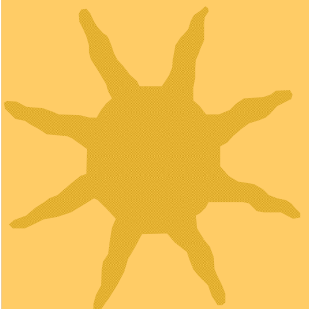
Szkło i materiały zawierające krzemionkę i krzem są nieodporne na HF.

PE, PP, PVDE i fenoplasty mogą być stosowane w środowisku HF o stężeniu do 70%, natomiast PVC i guma naturalna do 50%.

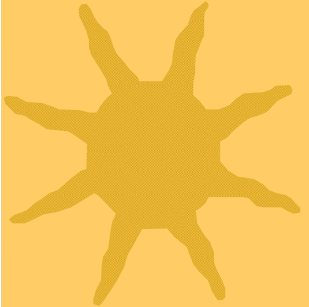


Elastomery na bazie butylu i chlorobutylu są stosowane w cysternach przeznaczonych do transportu HF o stężeniu do 70%, jednakże w temperaturze powyżej 30°C są atakowane przez opary HF.





Stale węglowe i niskostopowe

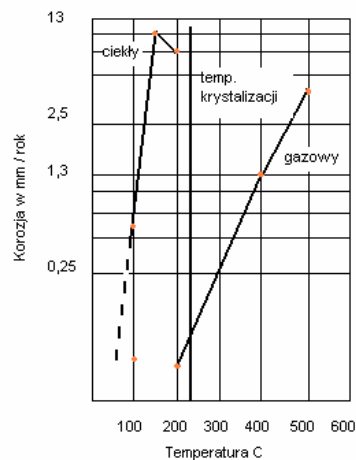


Stale węglowe (niestopowe)

- ★ Obrobiony plastycznie techniczny stop żelaza z węglem, zawierający poniżej 2% C

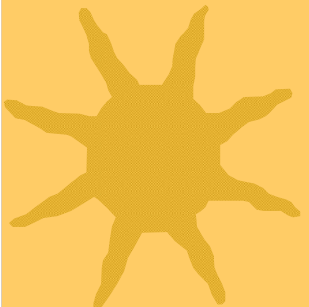
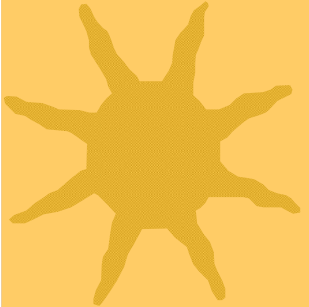


Stale węglowe



Korozja stali w w ciekłym i gazowym, uwodnionym HF

- ★ Stal węglowa jest odporna na korozję w (65 – 100%) HF
- ★ Odporność na korozję w uwodnionym kwasie jest ograniczona do temp. otoczenia
- ★ Ciekły AHF jest bezpieczny tylko w przedziale temp. do 65 °C
- ★ Gazowy AHF jest mniej niebezpieczny i może być używany w temp. do 300 °C



Stale niskostopowe

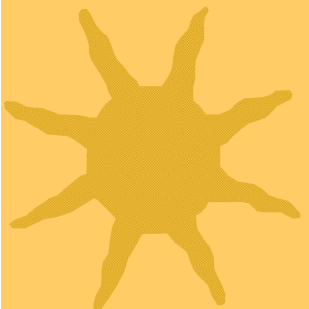
- ★ Stal o małej zawartości węgla (do 0,2%)
zwiększonej zawartości Mn (do 1,6%)
oraz małej zawartości (do 0,1%) jednego
lub kilku z następujących pierwiastków:
Nb, Ti, V, Al i B, które dużą wytrzymałość
i niską temp. przejścia w stan kruchy
uzyskują dzięki rozdrobnieniu ziarna.



Stale węglowe i niskostopowe



- ★ Stal węglowa jest odporna na korozję (65-100%) HF
- ★ Odporność na korozję uwodnionego kwasu fluorowodorowego w temp. otoczenia
- ★ (Ciekły AHF) Bezwodny fluorowodór w przypadku stali węglowych jest stosowany w temp. 60 °C
- ★ Gazowy AHF jest mniej korozyjny i może być stosowany nawet do temp. 300 °C



Dziękujemy za uwagę

