

# „Materiały stosowane w obecności kwasu azotowego”

„Corrosion by Nitric Acid”

# Wprowadzenie

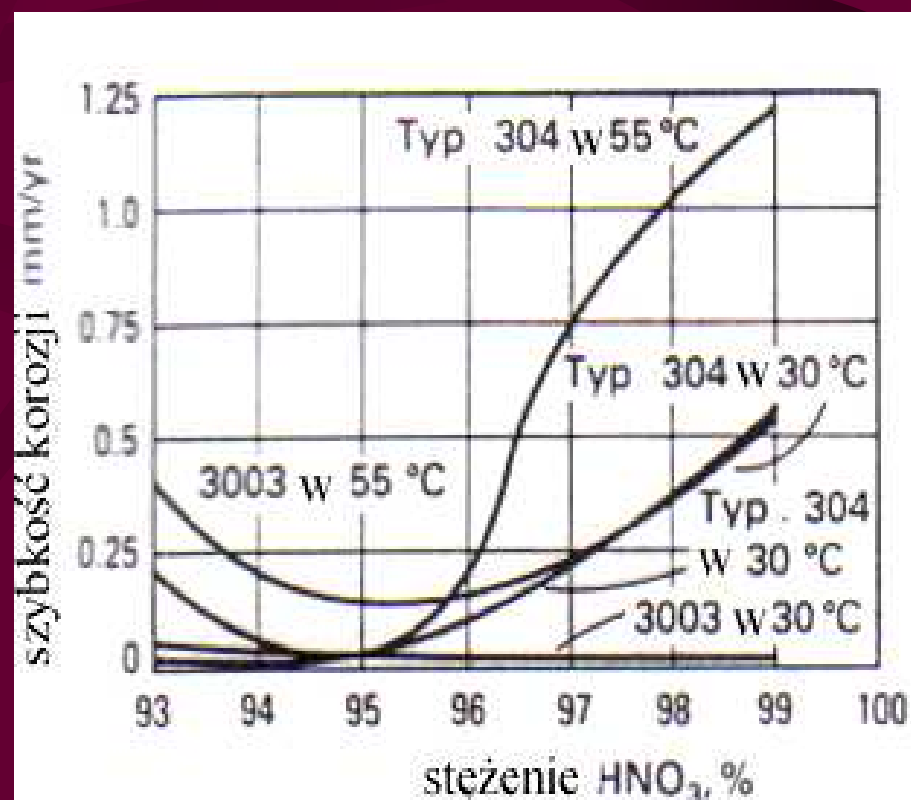
Kwas azotowy wytwarzany jest poprzez utlenianie amoniaku. Odbywa się to w bardzo wysokiej temperaturze. Wynik utleniania będący w postaci lotnej skrapla się w wodną ciecz o 65% stężeniu. Działanie podwyższonej temperatury sprawia, że pod uwagę brane są przede wszystkim właściwości materiału w podwyższonej temperaturze. Korozja rozważana jest podczas i po procesie kondensacji, jak również przy niższych temperaturach.

Kwas azotowy o stężeniu do 99% wymaga ponownego przetworzenia, aby usunąć nadmiar wody. Wymaga to zmieszania 65% HNO<sub>3</sub> z inną substancją, bardziej zgodną z wodą ( np.: kwas siarkowy ), a następnie oddziela się zmieszane kwasy poprzez destylację i kondensację.

Produkowany przemysłowy  $\text{HNO}_3$  to kwas o stężeniu od 52% do 99%.

Kwas o stężeniu do 95% jest magazynowany i transportowany w zbiornikach ze stali nierdzewnej 304, natomiast o wyższych stężeniach - w stopach aluminium ( AA ) 3100 lub 3003 ( 1,2% Mn, przerobiony plastycznie)

*Szybkość korozji stopu 3003 i stali 304 w kwasie azotowym*



## Materiały stosowane w obecności kwasu azotowego:

### 1. Metale:

- stal austenityczna odporna na korozję
- aluminium
- materiały wysokostopowe
- stopy tytanu i tytanu z palladem

### 2. Niemetale:

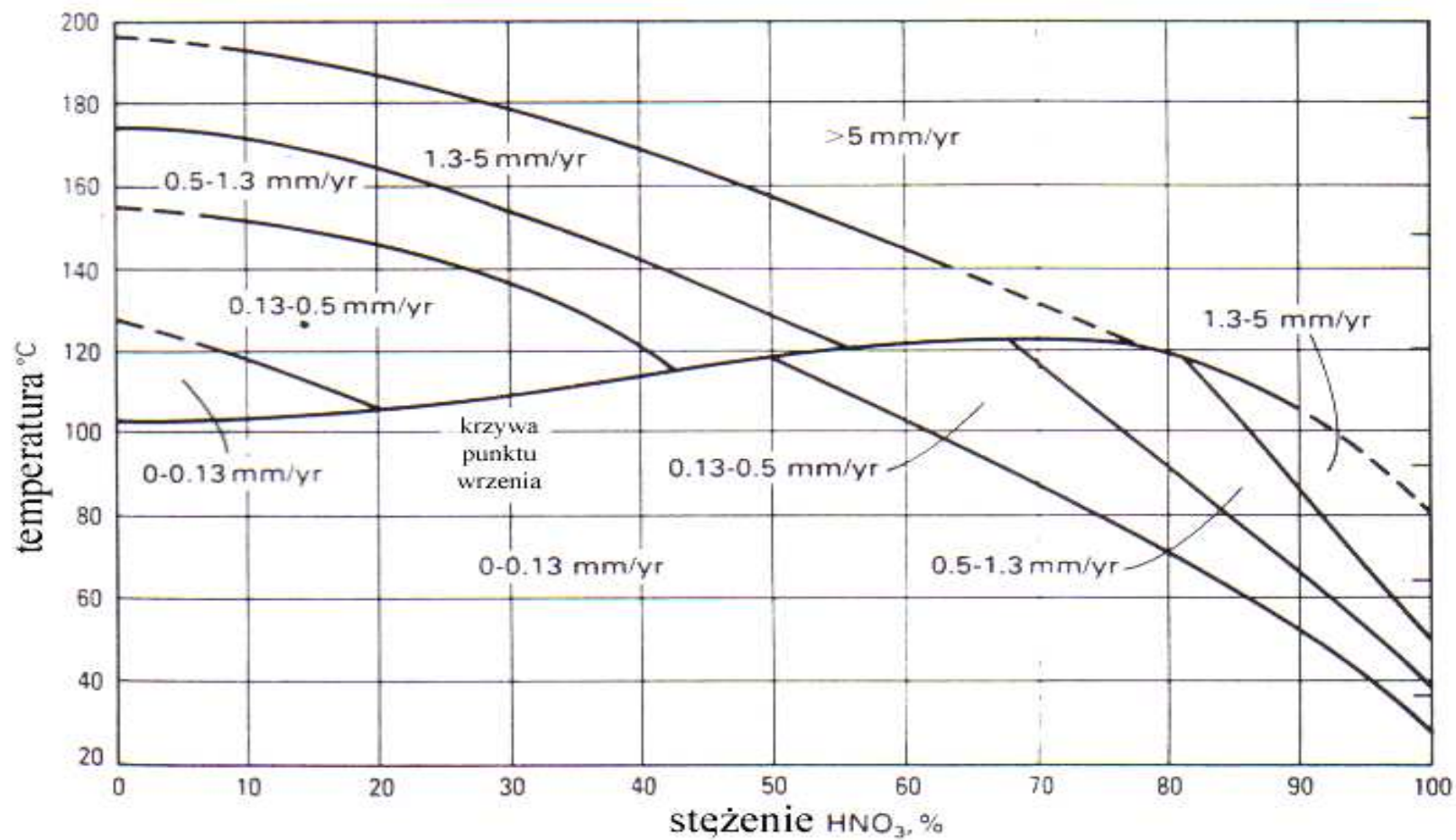
- szkło oraz materiały ceramiczne

# Metale

---

## Stal austenityczna odporna na korozję

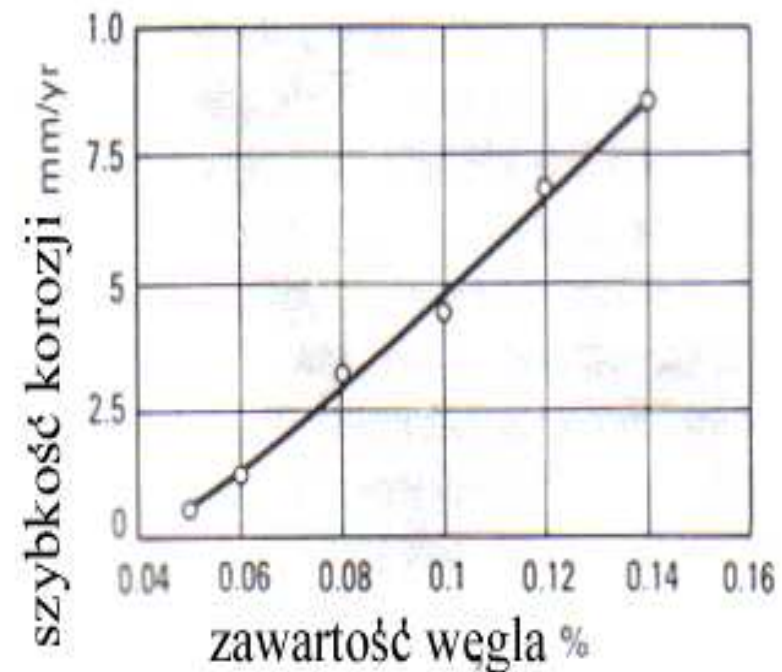
*Wykres izokorozji stali 304 w kwasie azotowym*



Chociaż odporne na korozję stale austenityczne są powszechnie używane w obecności  $\text{HNO}_3$  to nie jest to bezproblemowe. Jednym z najczęściej występujących problemów jest selektywna korozja związana z wydzielaniem się węglików Cr przy granicy ziaren w strefie wpływu ciepła złącza spawanego.

Są trzy metody unikania tego problemu:

- stosowanie stali niskowęglowych  
( wykres )
- wprowadzenie pierwiastków stabilizujących węgliki
- przesycanie po spawaniu w celu wprowadzenia węglików Cr do roztworu

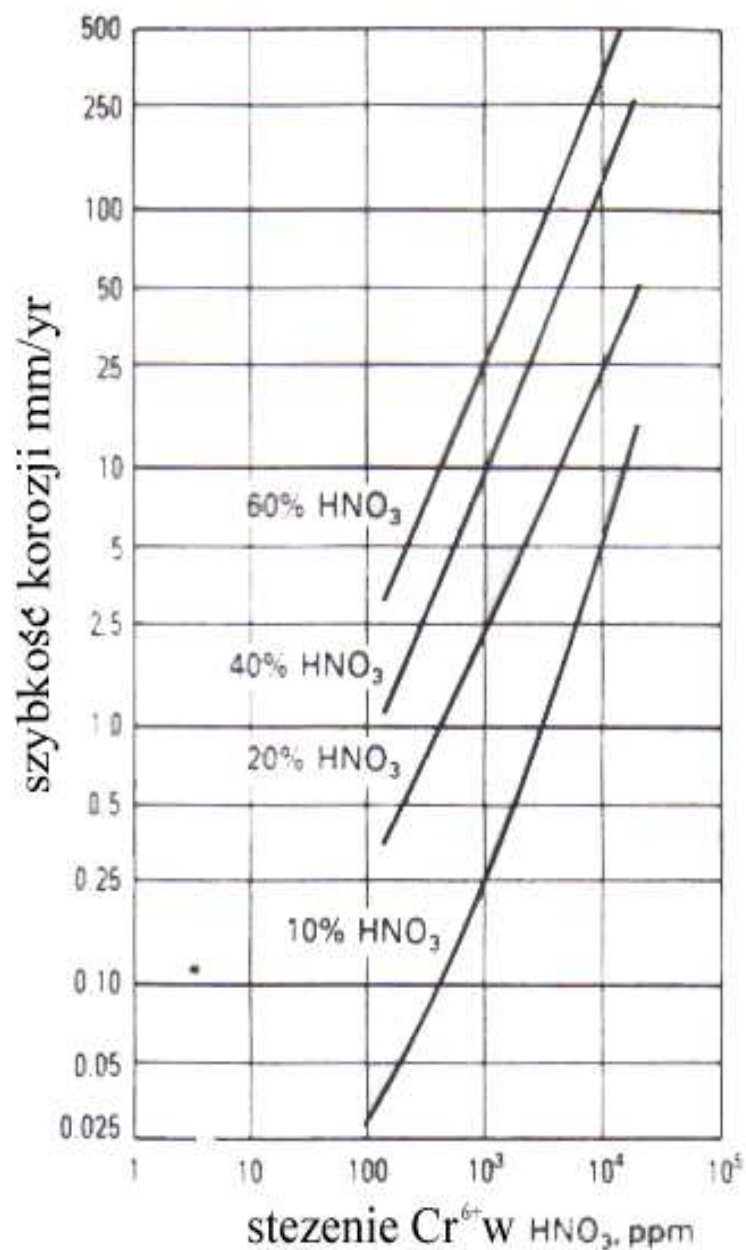




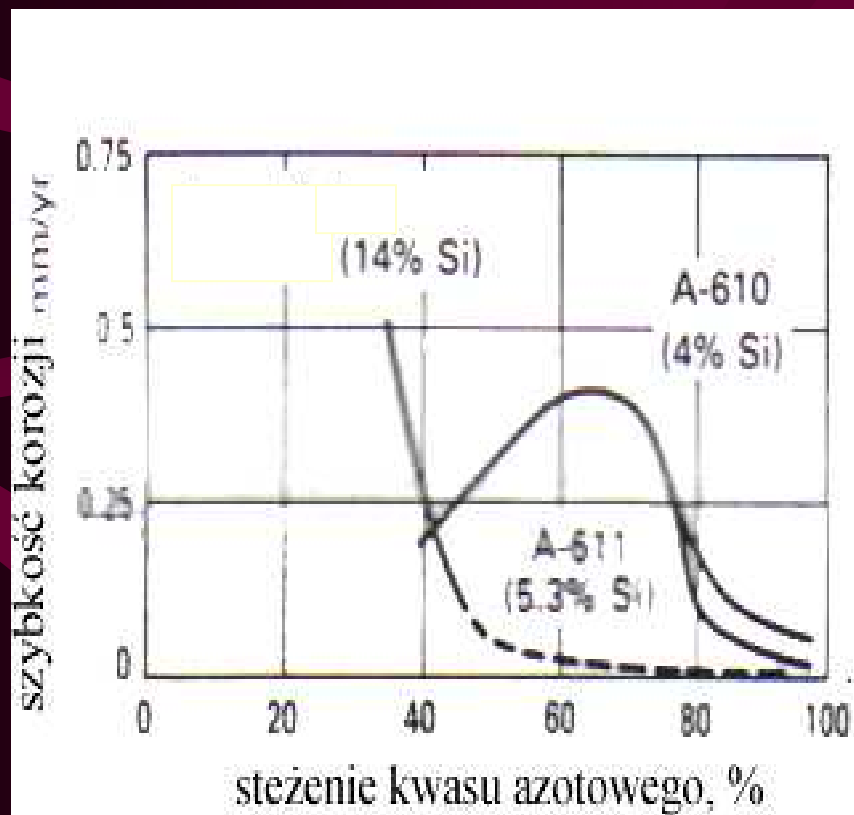
Korozji stali austenitycznych w kwasie azotowym towarzyszy tworzenie się kompleksowego związku sześciowartościowego chromu, który zwiększa korozyjność roztworów kwasu azotowego.

Obecność chlorków i fluorków w związkach kwasu azotowego zwiększa korozyjność stali austenitycznych.

*Wpływ zanieczyszczonego chromu na szybkość korozji stali 304 w kwasie azotowym*



*Wpływ zawartości krzemu na szybkość korozji we wrzącym kwasie azotowym*



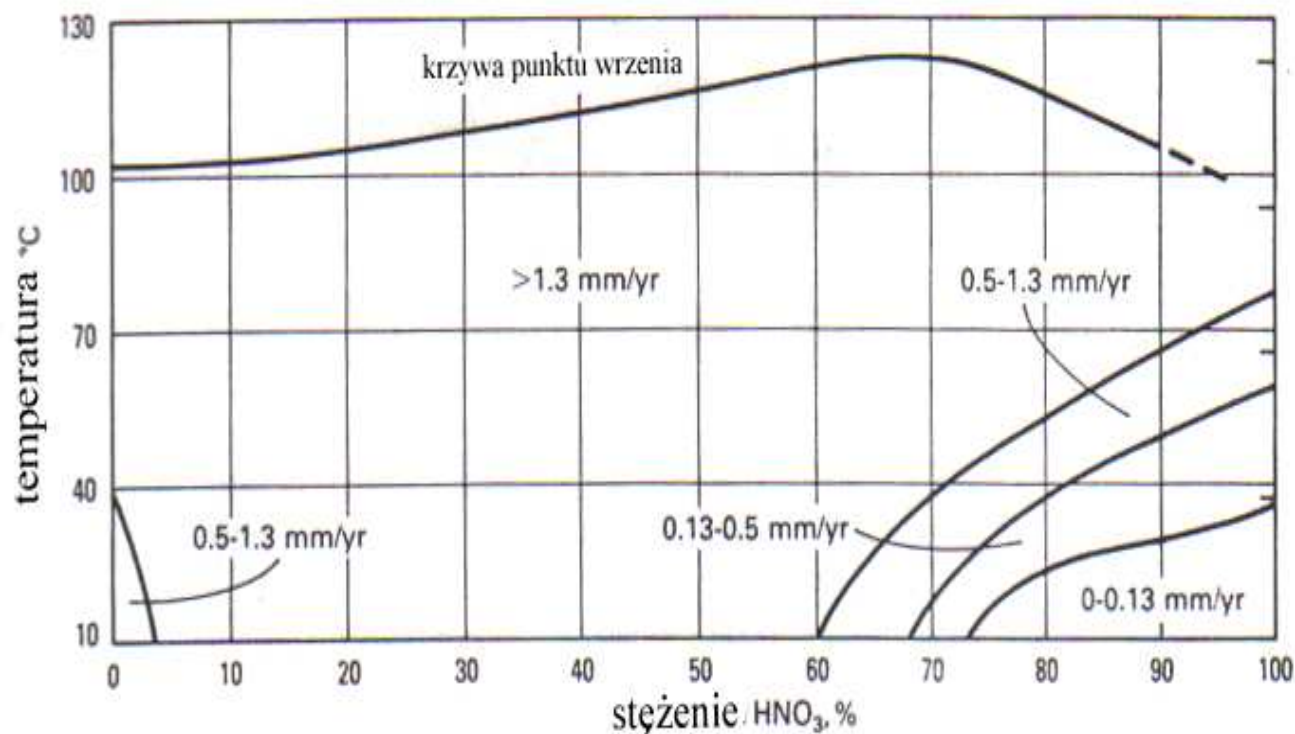
Dodatek krzemu ( do 14% ) do stali i staliw austenitycznych poprawia odporność na korozję.

W ostatnich czasach produkowane są dwa nowe, odporne na korozję stopy z 4 i 6% Si – A-610 i A-611.

Charakteryzują się one bardzo dobrą odpornością na kwas azotowy o stężeniu przekraczającym 95%, jednak w niższych stężeniach nie wykazują żadnej przewagi nad typem 304.

## Aluminium.

Wykazuje ono przewagę nad stalą w wypadku kwasu o stężeniu do 95% . Przy stężeniu niższym niż 80% i temperaturze wyższej niż 40°C szybkość korozji jest stosunkowo wysoka.



*Wykres izokorozji stopu aluminium 1100 w kwasie azotowym*

## Materiały wysokostopowe:

- stal austenityczna z 20% Nb
- Incoloy 825 ( 2,4NiCr21Mo )
- Hastelloy C-267
- Illum 98

Są one odpowiednio odporne na działanie kwasu azotowego, ale nie są często stosowane, ponieważ stale austenityczne są tak samo dobre i są bardziej ekonomiczne. Jednak są wyjątki gdzie materiały wysokostopowe są przydatne np.: wysoka prędkość, kwasy mieszane (zwłaszcza HF ) lub obecność innych substancji zanieczyszczających kwas azotowy, które mają tendencję do podnoszenia czynnika korozji, np.: jony  $\text{Cl}^-$  lub  $\text{F}^-$ .

## Stopy tytanu i tytanu z palladem.

Stopy te są odporne na kwas azotowy o stężeniu 65% - 90% oraz na rozcieńczony kwas azotowy poniżej 10% . Jednak przy stężeniach powyżej 90% tytan jest poddany SCC ( korozyjne pękanie naprężeniowe). Tytan nie jest nigdy stosowany w czerwonym dymiącym kwasie azotowym, ponieważ istnieje ryzyko reakcji samozapalnej, jeśli zawartość wody wynosi mniej niż 1,34% a dwutlenku azotu sięga do 6%.