

Sponsor główny:



Program Seminarium:

10.00 – 10.10

Otwarcie – **Andrzej Ciepiela**,
Polska Unia Dystrybutorów Stali

10.10 – 10.50

Stale odporne na korozję w budownictwie:
wybór gatunku i prawidłowe stosowanie
– **Benoît Van Hecke**, Euro Inox

10.50 – 11.10

Przetapianie laserowe powierzchni stali
odpornych na korozję – **Miroslaw Bonek**,
Zbigniew Brytan, Instytut Materiałów
Inżynierskich i Biomedycznych

11.10 – 11.40

Stal nierdzewna w przemyśle budowlanym
– **David Holland**, **Izabela Dors-Wolak**,
Ugine & Alz Arcelor Mittal Group

11.40 – 12.00

Dachy i ściany z blach nierdzewnych-
sposób wykonania dachu Sądu w Antwerpii
– **Paweł Fiszer**, ME Polska

12.00 – 12.15

Przerwa kawowa

12.15 – 13.45

Obróbka powierzchni stali odpornych na
korozję po procesie spawania
– **Thomas Van Os**, VECOM

13.45 – 14.10

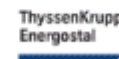
Metody spawania stali nierdzewnych
i ich wpływ na jakość spoin i powierzchni
złączy spawanych
– **Jerzy Niagaj**, Instytut Spawalnictwa

od 14.10

Panel dyskusyjny

Poczęstunek

Partnerzy:



Obróbka powierzchni stali odpornych na korozję po procesie spawania

Inż. Thomas van Os

Dyrektor ds. badań i rozwoju,
Vecom Group

Wykład

Poznań

12 czerwca 2007 r.



*Eksperti w dziedzinie konserwacji i obróbki
powierzchniowej*





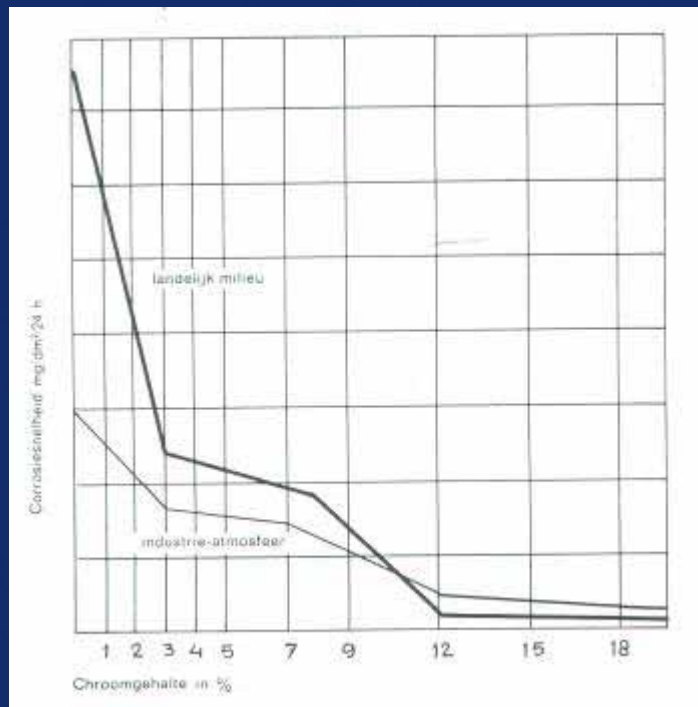
Spis treści

- ▶ Stal nierdzewna — wprowadzenie; pasywacja, korozja
- ▶ Czynniki korozyjne w przypadku stali nierdzewnej
- ▶ Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej:
 - ▶ powody
 - ▶ stosowane metody mechaniczne i chemiczne
 - ▶ wytrawianie: zanurzeniowe, natryskowe, szrotkowanie, obróbka strumieniowa
- ▶ Jakość, kontrola, ochrona środowiska, bezpieczeństwo
- ▶ Czas na pytania



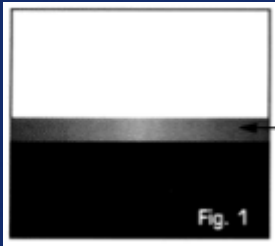
Wstęp: Stal nierdzewna

- ▶ Stop żelaza z przynajmniej dwunastoprocentową zawartością chromu
- ▶ Pasywna warstwa ochronna tlenku chromu (ochrona przed korozją)

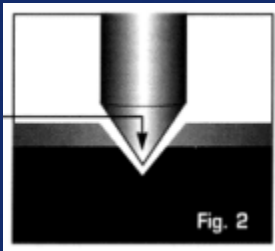




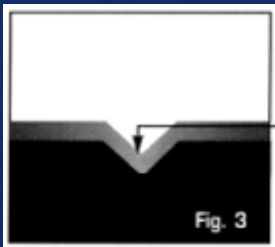
Wstęp: Pasywacja stali nierdzewnej



Pasywna warstwa tlenku chromu nadaje stali nierdzewnej właściwości chroniące ją przed korozją.



W przypadku uszkodzenia powierzchni.



Ochronna warstwa tlenku odtwarza się samoistnie w kontakcie z powietrzem.



Wstęp: Przyczyny rdzewienia (korozji)

- ▶ W procesie produkcji stali niezbędna jest energia umożliwiająca uwolnienie żelaza z rudy (tlenków żelaza).
- ▶ Zgodnie z prawami natury każdy pierwiastek dąży do powrotu do możliwie najniższego poziomu energetycznego.

ruda żelaza + energia + żelazo (wielkie piece)

żelazo + tlen + energia + tlenki żelaza (rdza, korozja)



Wstęp :

Stal węglowa i stal nierdzewna

Tlenki żelaza nie tworzą solidnej warstwy ochronnej na stali węglowej

Przyczyny:

- brak przyczepności do leżącej poniżej warstwy stali
- grubość
- różne rodzaje tlenków
- właściwości higroskopijne
- porowatość

Stal nierdzewna może ulegać korozji!



Czynniki wpływające na korozję

1. Skład — rodzaj stali nierdzewnej
2. Struktura
3. Otoczenie
4. Zanieczyszczenia
5. Chropowatość powierzchni
6. Konstrukcja



Czynniki korozyjne

1. Skład — rodzaj stali nierdzewnej

Pierwiastki stopowe w stali nierdzewnej

- ▶ Podnoszenie zawartości chromu (odporność na korozję↑)
- ▶ Dodatek niklu (odporność na korozję↑)
- ▶ Dodatek molibdenu: wyższa odporność na substancje powodujące korozję oraz szybsza pasywacja
- ▶ Tytan i niob obniżają ryzyko korozji międzykrystalicznej



Czynniki korozyjne

2. Struktura

Ferrytyczna Seria 400	Martenzytyczna Seria 400	Austenityczna Seria 300	Dupleks
13–18% Cr No Ni	12–18% Cr 0–2% Ni	16–24% Cr 4–22% Ni	24–27% Cr 4,5–7% Ni
Ferromagnetyczna	Ferromagnetyczna	Niemagnetyczna	Ferromagnetyczna
Zadawalająca odporność na korozję	Utwardzana: dobra odporność na korozję	Bardzo dobra odporność na korozję	Doskonała odporność na korozję



Czynniki korozyjne

3. Otoczenie

- ▶ Zastosowanie wewnętrzne: środowisko suche / wilgotne / skrajne: basen
- ▶ Zastosowanie zewnętrzne (przemysł, drogi, szyny kolejowe itp.)
- ▶ Obszary przybrzeżne (chlorki): < 1 km (ostre), < 50 km (średnio ostre, morskie)



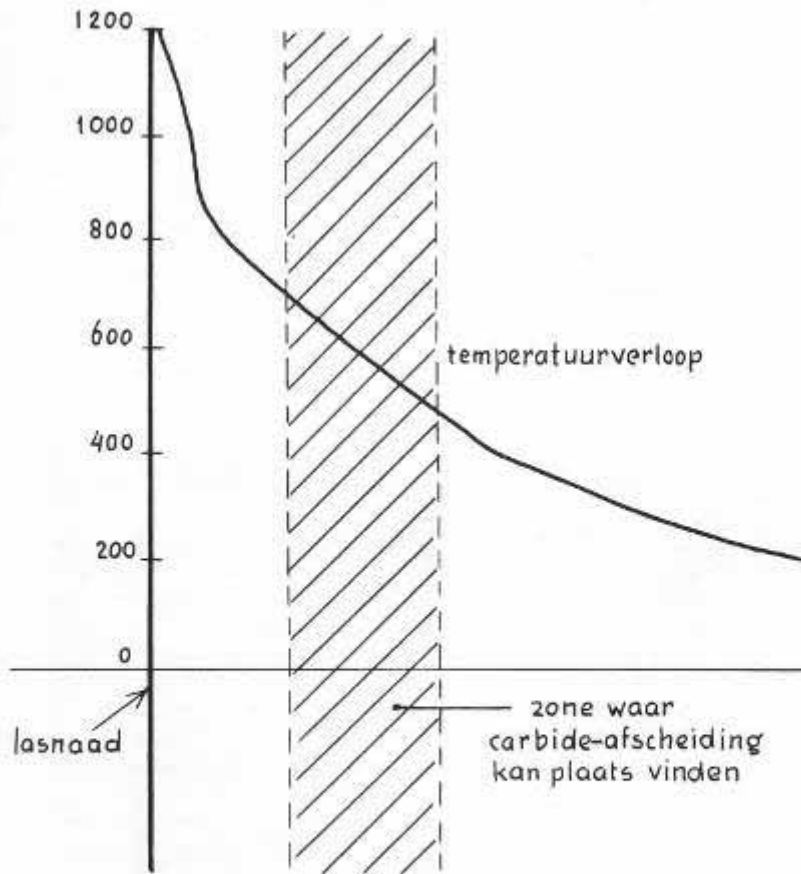


Czynniki korozyjne

4. Zanieczyszczenia

- ▶ Do korozji stali nierdzewnej mogą przyczyniać się różne metale
- ▶ Zanieczyszczenie żelazem pochodzącym z zewnątrz:
 - przerwanie powłoki tlenku chromu na skutek wzbogacenia w tlenki żelaza
 - powstawanie korozji wżerowej
- ▶ Przyczyny:
 - narzędzia, rusztowania, stoły warsztatowe
 - szczotki, tarcze szlifierskie zanieczyszczone stalą
 - pył żelazny z szyn kolejowych

Tlenki termiczne



Figuur 5. Gevoelige zone en temperatuurverloop bij het lassen van austenitisch roestvast staal.



Czynniki korozyjne

5. Chropowatość powierzchni

- ▶ Im większa chropowatość powierzchni, tym więcej substancji może do niej przylgnąć
- ▶ Im większa chropowatość powierzchni, tym trudniejsze czyszczenie
- ▶ Im większa ilość zanieczyszczeń na powierzchni, tym mniejsza odporność na korozję



Czynniki korozyjne

6. Konstrukcja

- ▶ Konstrukcja elementów ze stali nierdzewnej, w której występują szczeliny, sprzyja korozji szczelinowej
- ▶ Konstrukcja elementów ze stali nierdzewnej, w której może zbierać się wilgoć lub brud





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Powody

Powody wykończeniowej obróbki stali nierdzewnej:

1. estetyka (wygląd)
2. czystość (np. Fe)
3. przywrócenie odporności na korozję (tlenki termiczne)
4. higiena (gładka powierzchnia)



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Metody obróbki wykończeniowej

A. Metody mechaniczne:

- ▶ piaskowanie, szczotkowanie, polerowanie automatyczne lub ręczne
- ▶ piaskowanie ścierniwo piaskowe, stalowe, szklane, ceramiczne

B. Metody chemiczne:

- ▶ wytrawianie: zanurzeniowe, natryskowe przy użyciu płynu lub pasty
- ▶ polerowanie elektrolityczne kąpiel



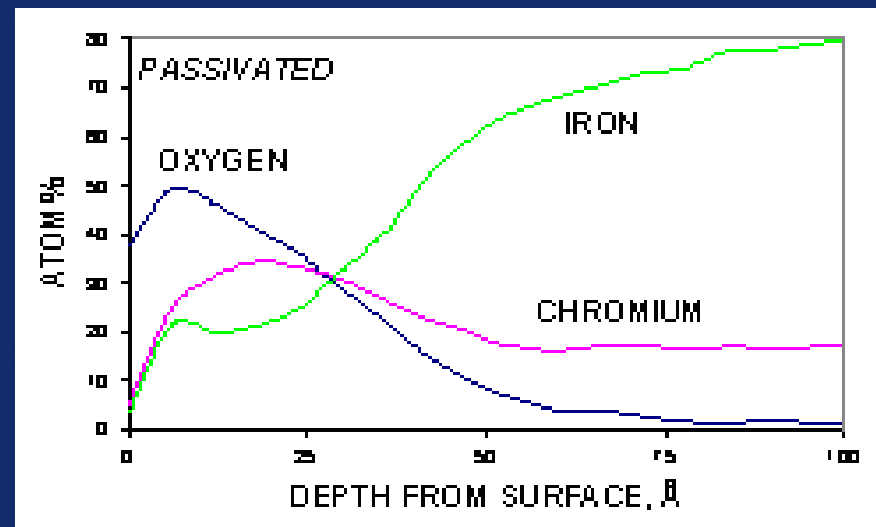
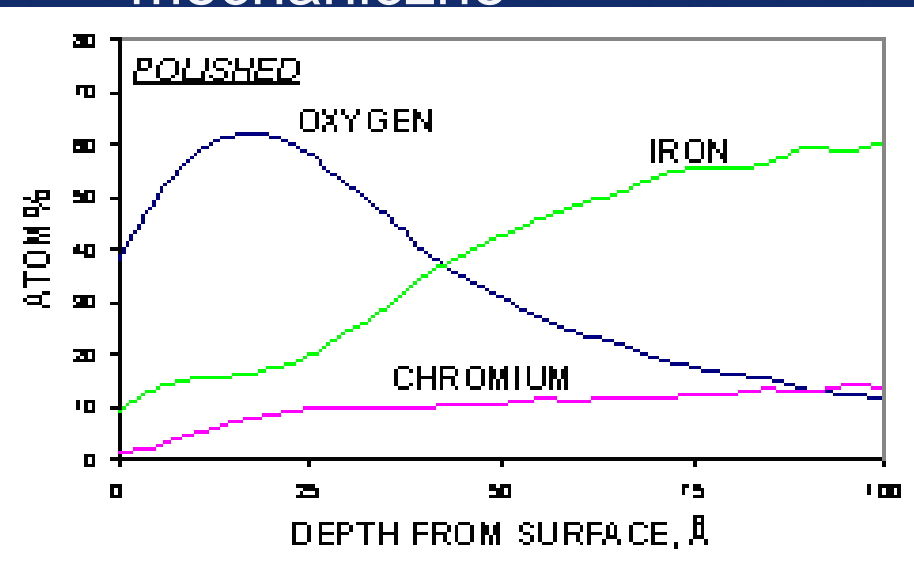
Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Metody mechaniczne i metody chemiczne

Określenie profilu głębokości metodą Augera

Polerowanie mechaniczne

Wytrawianie



Ryzyko

zanieczyszczenia

Wzbogacanie chromem



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Szczotkowanie

Zalety	Wady
Niski koszt Łatwe wykonanie	Na zanieczyszczonej szczotce mogą znajdować się cząstki żelaza pochodzące z zewnątrz Wyłącznie zewnętrzne zastosowanie Chropowacenie powierzchni



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Kulki szklane i ceramiczne

Zalety	Wady
Efekt wykończeniowy	Nie zawsze możliwe Wymagane stanowisko do piaskowania Niezbędna chemiczna pasywacja Chropowacenie powierzchni



Wyposażenie do śrutowania

Hala z urządzeniami

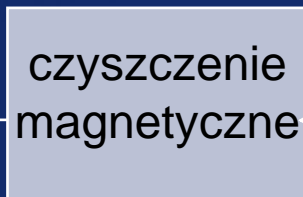
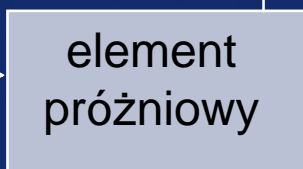
Komora śrutownicza



Ujście powietrza

↑

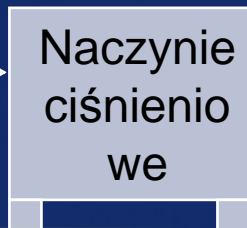
A label indicating an air outlet, with an upward-pointing arrow.



Skompresowane suche powietrze

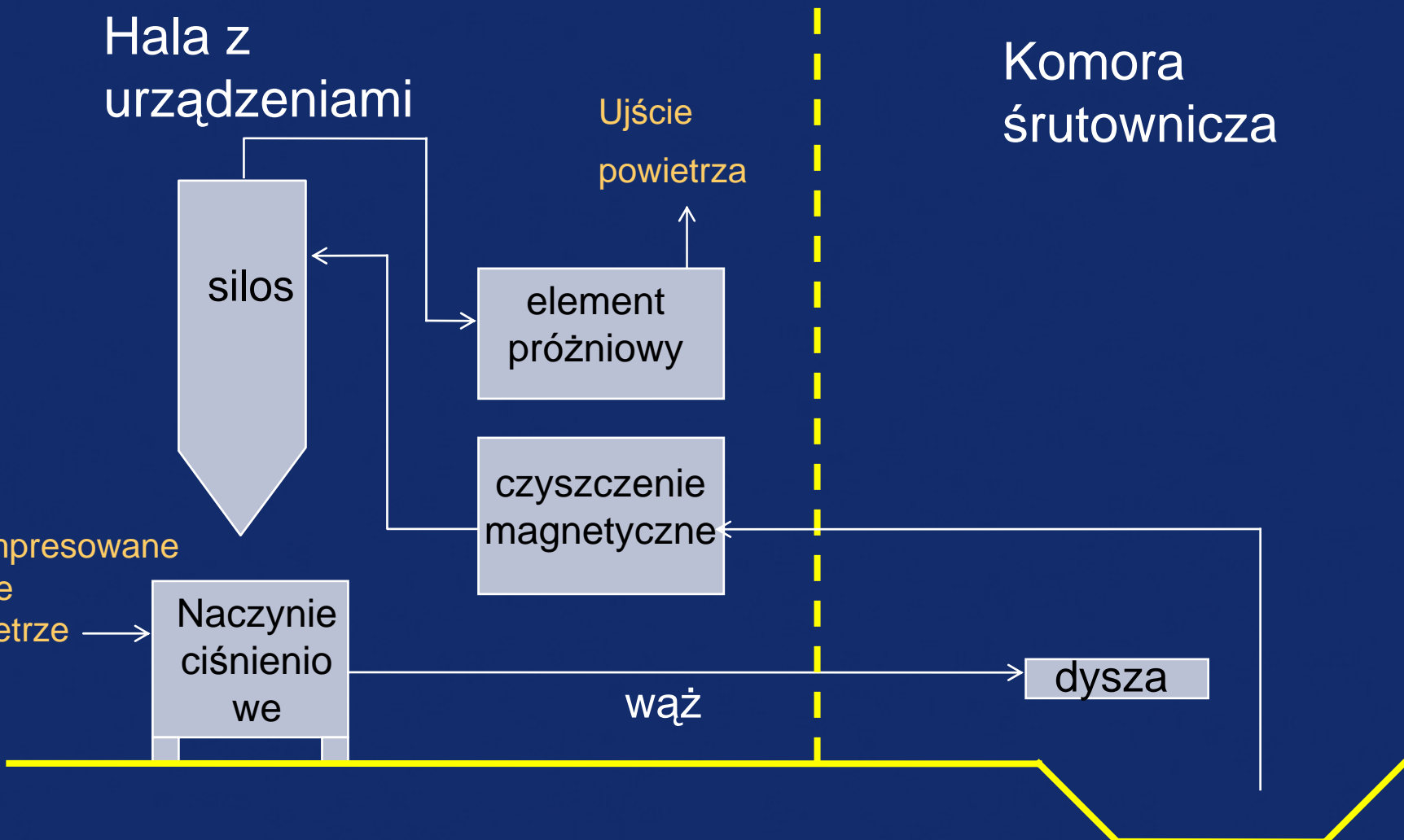
→

A label indicating compressed dry air, with a rightward-pointing arrow.



wąż

A label indicating a hose, positioned below the main air duct line.

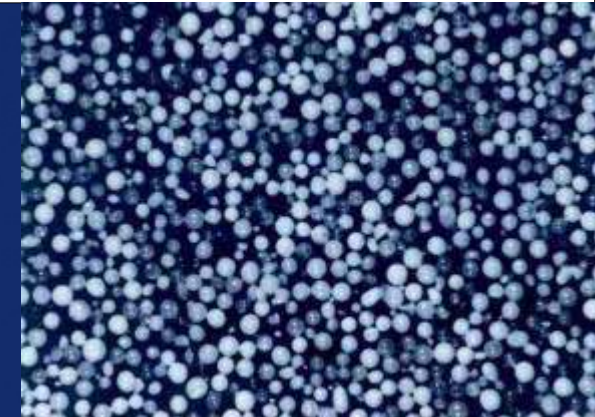
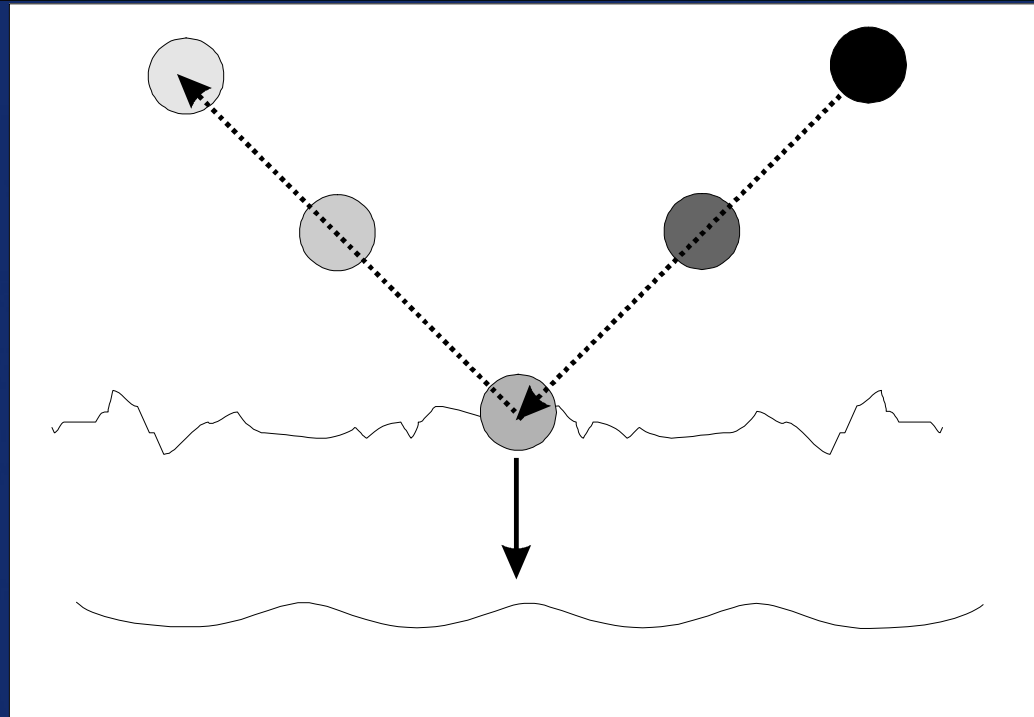




Obróbka powierzchniowej stali nierdzewnej

Przyczyny kolizji podczas śrutowania

- ▶ rozmiar cząstek
- ▶ kształt
- ▶ twardość
- ▶ ciśnienie powietrza
- ▶ kąt natrysku
- ▶ stosunek powietrza do ścierniwa
- ▶ odległość dyszy do powierzchni





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Śrutowanie: kulki ceramiczne i szklane

- ▶ Pękanie: kulki szklane 10–15% na sesję, kulki ceramiczne < 1% na sesję
- ▶ Ścierniwo ceramiczne posiada stukrotnie wyższą wytrzymałość
- ▶ Kulki ceramiczne pozostają okrągłe, natomiast szklane odpryskują → Ścierniwo ceramiczne umożliwia uzyskanie gładziej powierzchni
- ▶ Koszt ścierniwa ceramicznego (Zirblast) jest 10 razy wyższy
- ▶ Ścierniwo ceramiczne jest o 10 do 20% mniej wydajne w produkcji (mniejsza twardość)



Przed i po śrutowaniu przy użyciu kulek ceramicznych





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Polerowanie elektrolityczne

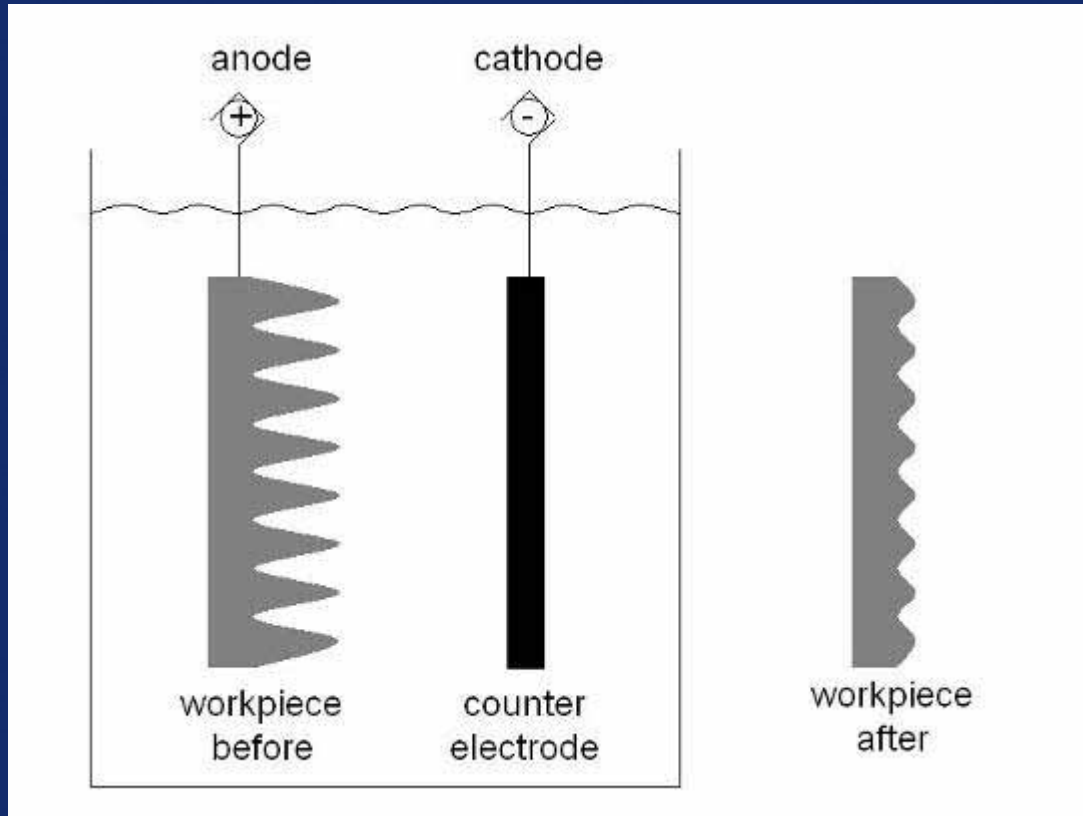
Zalety	Wady
<p>Bardzo gładka powierzchnia (mniejsza przyczepność brudu)</p> <p>Jednolity wygląd</p> <p>Wyższa odporność na korozję</p>	<p>Nie zawsze możliwe</p> <p>Wysoki koszt</p> <p>Wymaga użycia silnych kwasów</p>

Zastosowanie: przemysł spożywczy i farmaceutyczny
(naczynia, reaktory, wyposażenie gastronomiczne itp.)



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Polerowanie elektrolityczne



Schemat

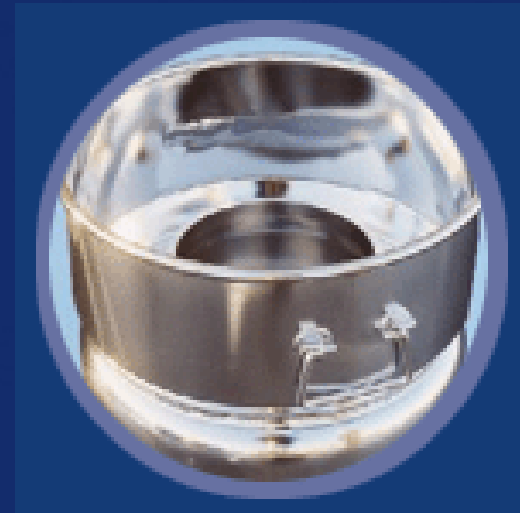


Polerowanie elektrolityczne





Przed i po polerowaniu elektrolitycznym





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Polerowanie mechaniczne

Zalety	Wady
<p>Gładka powierzchnia (mniejsza przyczepność brudu)</p> <p>Jednolity wygląd</p> <p>Wyższa odporność na korozję</p>	<p>Nie zawsze możliwe</p> <p>Wynik zależny od doświadczenia</p> <p>Pasywacja chemiczna poprzez wytworzenie powłoki aktywnej</p>



Blacha cienka polerowana mechanicznie





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Wytrawianie i pasywacja

Zalety	Wady
<p>Jednolity wygląd</p> <p>Wyższa odporność na korozję</p> <p>Stosunkowo niski koszt</p>	<p>Wymaga zastosowania silnych kwasów, takich jak fluorowodorowy</p> <p>Odpady chemiczne</p> <p>Wyłącznie do austenitycznej stali nierdzewnej</p>



Przed i po wytrawianiu





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Ograniczenia materiałowe i strukturalne

	Wyłącznie do austenitycznej stali nierdzewnej	Wyłącznie do blachy cienkiej i rur standardowych	Ryzyko tworzenia się przebarwień wewnętrznych (trudność)	Nie nadaje się do powierzchni Rozmiar elementów musi umożliwiać kąpiel	Materiał nie może zawierać żadnych szczelin lub zamkniętych odcinków	Usuwanie (µm)
Polerowanie elektrolityczne	~		X	~	X	50-20
Wytrawianie (kąpiel)	~				X	3-1
Wytrawianie (natrysk, pasta)	~					3-1
Śrutowanie przy użyciu kulek ceramicznych				X		100-30
Śrutowanie przy użyciu kulek szklanych				X		100-30
Polerowanie automatyczne		X		X		100-30
Polerowanie ręczne				~		100-30



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Porównanie jakości powierzchni

	Chropowacenie	Nadaje powierzchni jednolity wygląd	Chropowatość (μm)	Ryzyko zanieczyszczenia żelazem	Wskaźnik ceny (EUR/m ² powierzchni)
Polerowanie elektrolityczne	↓	X	0.3-0.2		40-300
Wytrawianie (kąpiel)	↑		~0.5		10-25
Wytrawianie (natrysk, pasta)	↑		~0.5		~20
Śrutowanie przy użyciu kulek ceramicznych	↑	X	2.0-0.8		10-20
Śrutowanie przy użyciu kulek szklanych	↑↓	X	3.0-1.5	X	5-15
Polerowanie automatyczne	↑↓	X	5-0.05	X	2-20
Polerowanie ręczne	↑↓	X	5-0.05	X	20-60



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej CPT i obróbka powierzchniowa

CPT, °C (0.1% NaCl, +300 mV SCE)

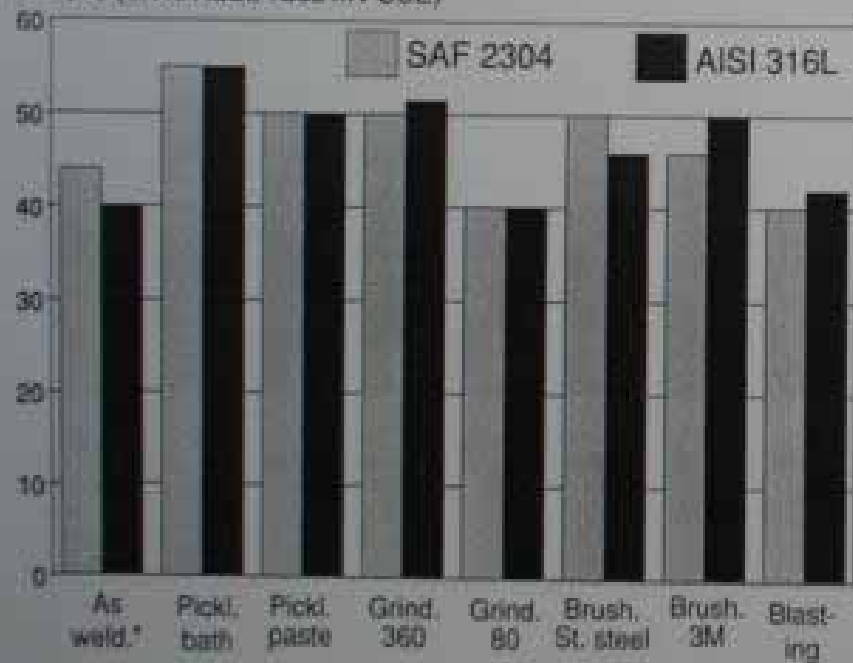


Table 4. CPT vs post-weld cleaning methods. AISI 316L and SAF 2304 (0.1% NaCl).

CPT, °C (3% NaCl, +300 mV SCE)

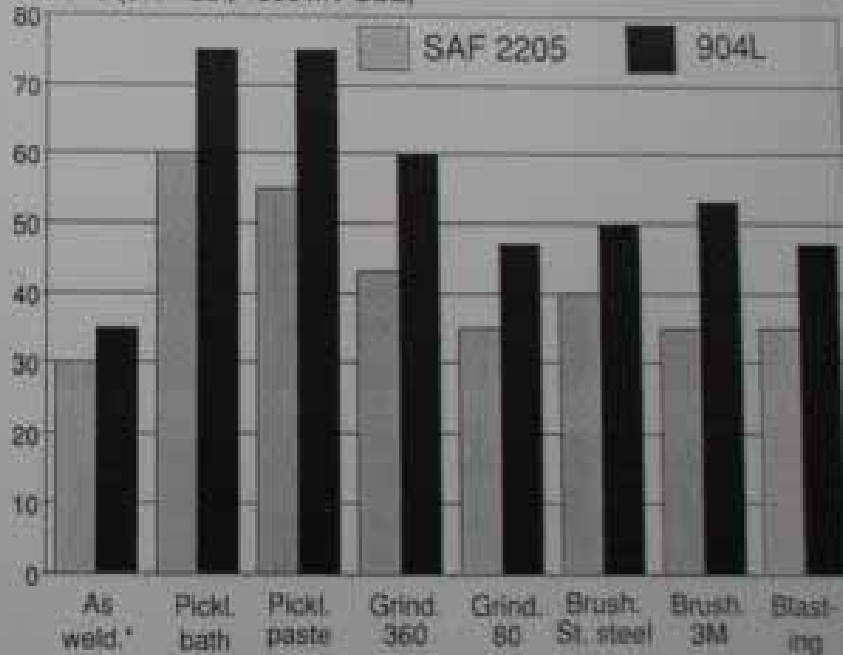


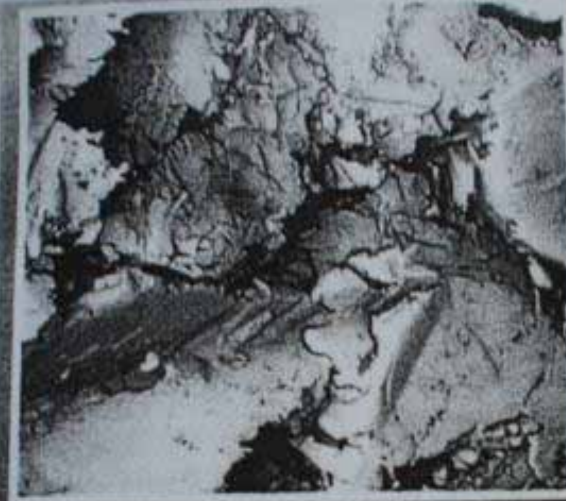
Table 6. CPT vs post-weld cleaning methods. 904L and SAF 2205 (3% NaCl).



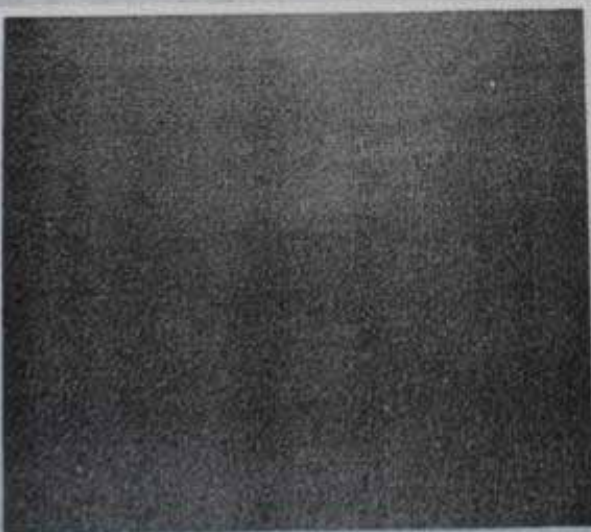
Struktura powierzchni



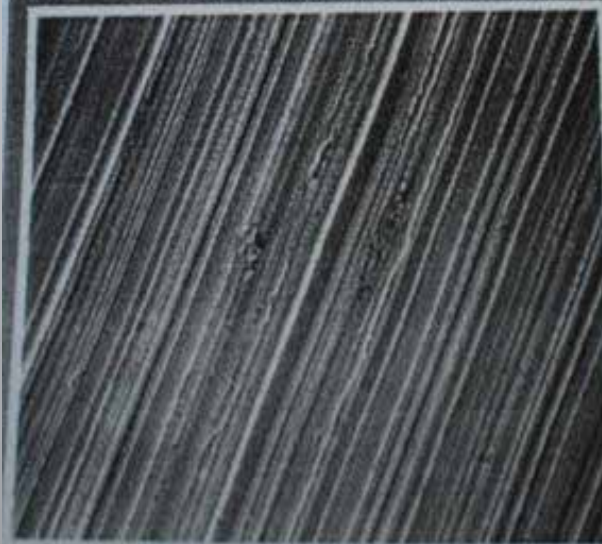
⇐
*Gewalst materiaal -
aanvullend gebeitst*



⇐
Gestraald



⇐
Electropolished

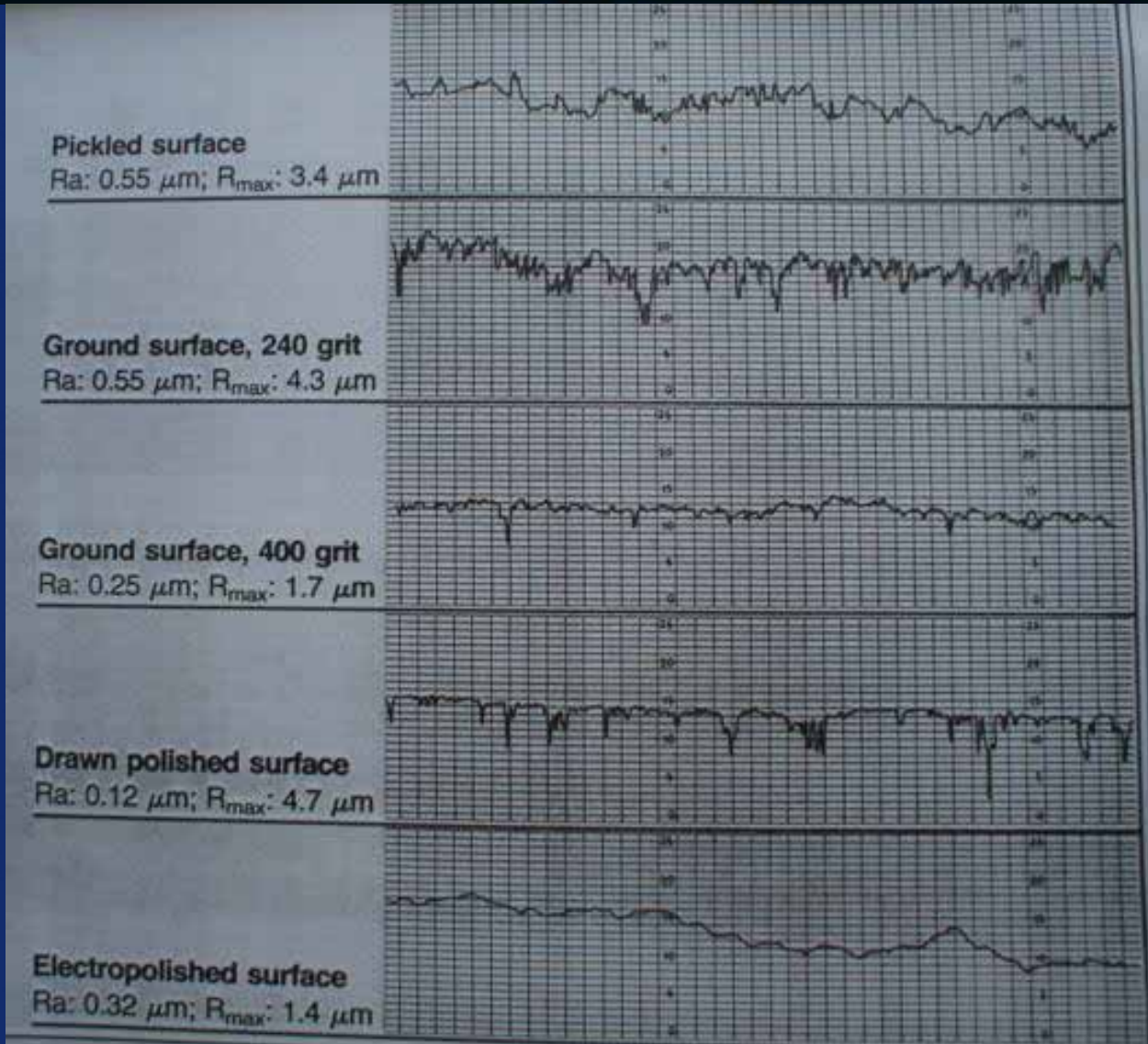


⇐
Geslepen, korrel 180



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Porównanie chropowatości powierzchni





Wytrawianie i pasywacja



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Wytrawianie i pasywacja

Wytrawianie przy użyciu silnych kwasów:

Najczęściej stosowane kwasy: HNO_3 i HF

Inne kwasy na bazie H_2SO_4 i H_2O_2 lub Fe (III)



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Metody wytrawiania

Istnieje wiele metod wytrawiania stali nierdzewnej

- wytrawianie zanurzeniowe
- wytrawianie natryskowe
- wytrawianie poprzez szczotkowanie
- wytrawianie poprzez obróbkę strumieniową



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Wytrawianie zanurzeniowe

Zanurzenie konstrukcji na określony czas
(w zależności od mocy kwasu: kilka godzin / cała
noc)

Kontrola: systematyczna analiza parametrów kąpieli

- stężenie żelaza
- moc kwasu (kwas azotowy i kwas fluorowodorowy)



Wytrawianie zanurzeniowe



optukiwanie węzłem

zanurzenie





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Wytrawianie natryskowe

Wytrawianie stali nierdzewnej poprzez zastosowanie środka wytrawiającego w formie żelu.

Gdy zanurzenie (lub obróbka strumieniowa) nie są możliwe ze względu na:

- zbyt duże rozmiary obiektu
- rodzaj konstrukcji (puste przestrzenie)
- zawartość innych materiałów poza stalą nierdzewną austenityczną
- jednorazowe projekty



Wytrawianie natryskowe





Przed i po wytrawianiu natryskowym



przed



po

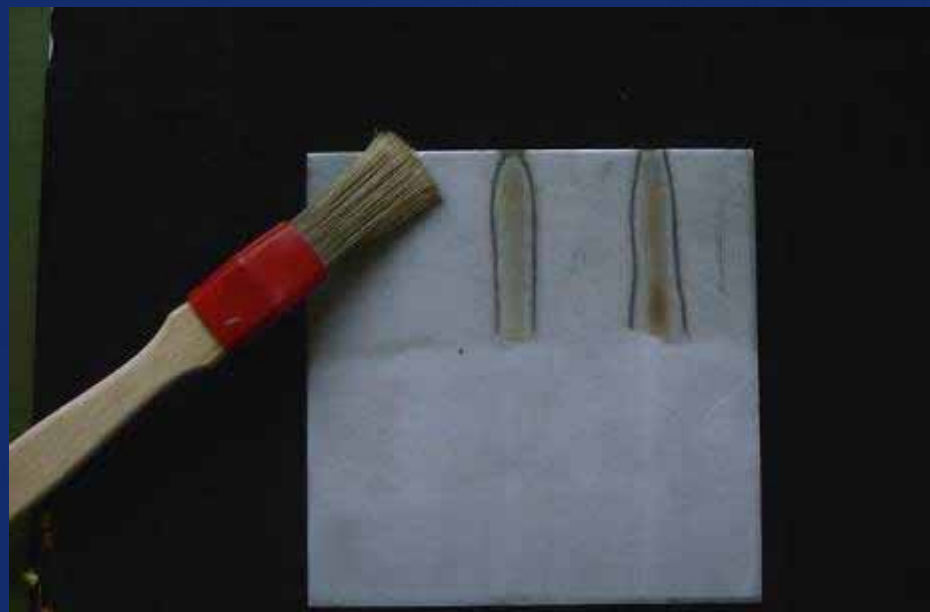




Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Wytrawianie poprzez szczotkowanie

- Korekty miejscowych spawów
- Wyłącznie niewielkie powierzchnie
- Stosowane wyłącznie wtedy, gdy nie jest możliwe zastosowanie innych metod
- Ryzyko zanieczyszczenia powierzchni żelazem





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej Wytrawianie przez obróbkę strumieniową

Środek wytrawiający jest przelewany przez wnętrze konstrukcji lub instalacji za pomocą pompy.

- Rury
- Zbiorniki do przechowywania lub transportu cieczy
- Zwykle przeprowadzane w zakładzie

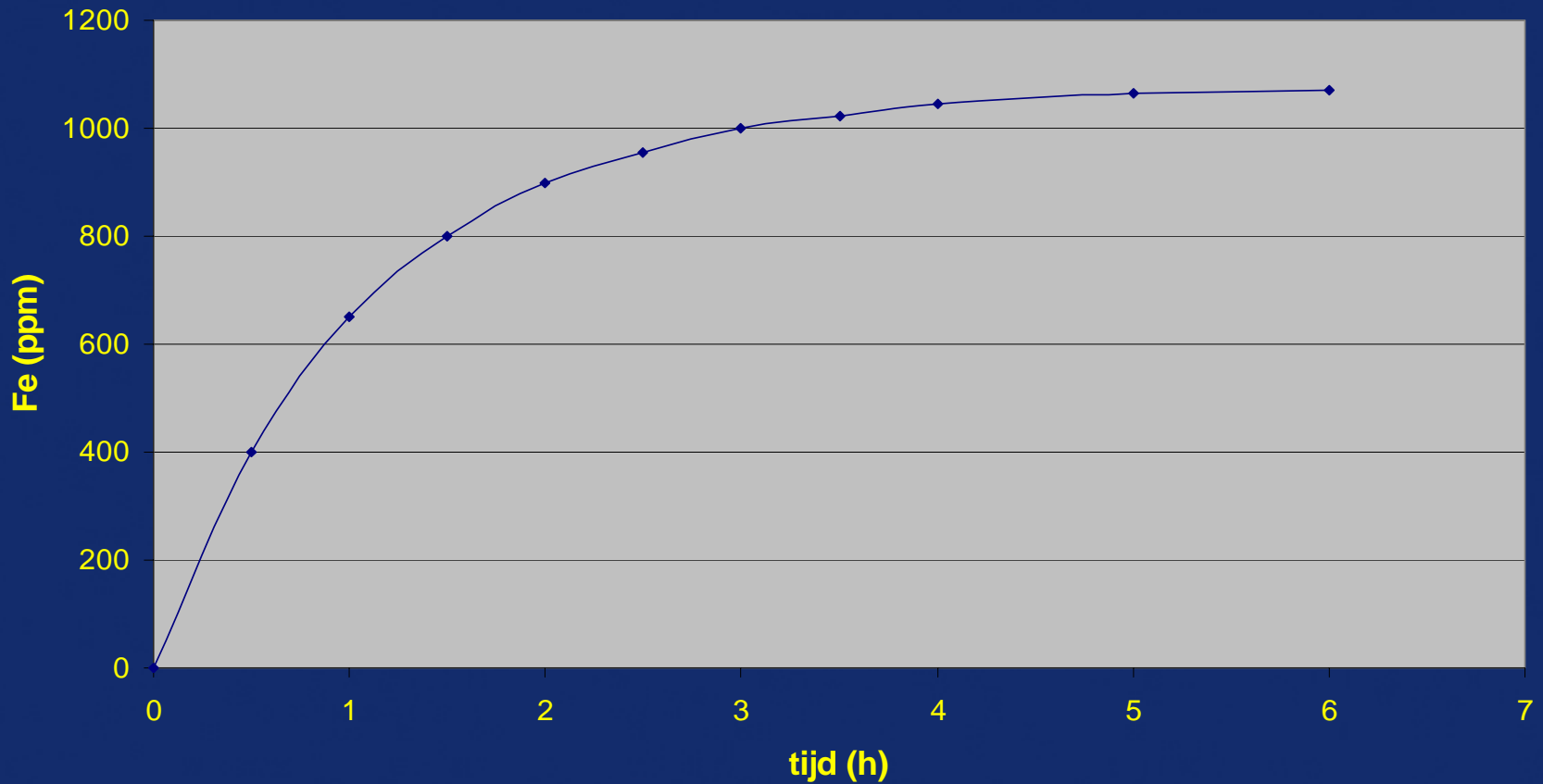
Kontrola podczas czyszczenia chemicznego:

- stężenie żelaza
- moc kwasu



Wytrawianie poprzez obróbkę strumieniową – kontrola

Verloop van de ijzerconcentratie





Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Pasywacja (chemiczna)

- ▶ Po obróbce wytrawianiem powierzchnia jest aktywna
- ▶ Pasywna warstwa tlenku chromu wytwarza się po 24-godzinnym wystawieniu na działanie powietrza
- ▶ W razie potrzeby proces ten można przyspieszyć chemicznie: poprzez pasywację chemiczną za pomocą kwasu azotowego lub kwasu cytrynowego.
 - Pasywna warstwa tlenku chromu wytwarza się natychmiast po wytrawianiu.
- ▶ Zalety pasywacji chemicznej:
 - Zapobieganie niepożądanym reakcjom na powierzchni aktywnej.
 - Możliwość natychmiastowego ponownego wykorzystania.



Obróbka powierzchniowa stali nierdzewnej

Obróbka poprzez wytrawianie

Kolejne etapy obróbki poprzez wytrawianie:

1. Uprzednie odłuszczenie, np. przy użyciu środka Steamclean HPC NF, zapobiega tworzeniu się plam po wytrawianiu
2. Odpowiedni czas wytrawiania
3. Spłukiwanie wodą o niskiej zawartości chlorków lub żelaza (w przypadku wody borowej)
4. Odpowiednie składowanie i transport



Jakość

Określanie jakości środka wytrawiającego

Testowanie ostatecznej jakości:

- Test ferrokсылowy: obecność żelaza z zewnątrz
- Testowanie roztworem chlorku palladu: pasywność powierzchni
- Test pasywności przy użyciu miernika pasywności
(bez zastosowania chlorków)



Kontrola jakości kąpieli

Czuwanie nad jakością wytrawiania:

Analiza kąpieli wytrawiającej:

- stężenie metali (Fe, Cr, Ni)
- stężenie kwasów (HF, HNO₃)

Na podstawie otrzymanych wyników: zalecenie
(zwiększenie mocy / zmiana)



Ochrona środowiska i bezpieczeństwo

Pod względem bezpieczeństwa należy wziąć pod uwagę szereg zagrożeń:

- Kwas fluorowodorowy jest substancją toksyczną
- Kwasy są środkami żrącymi (powodują oparzenia)
- Podczas wytrawiania natryskowego kwasy są rozpryskiwane w powietrzu, co może prowadzić do powstawania tlenków azotu (NO_x)

Niezbędne osobiste wyposażenie ochronne: rękawice, okulary, ubranie kwasoodporne, maska na twarz (maska z filtrem w przypadku wytrawiania natryskowego).



Ochrona środowiska i bezpieczeństwo

Podczas wytrawiania stali nierdzewnej powstają odpady w postaci:

- Wody płuczącej
- Zużytych płynów wytrawiających

Odpady te powinny być przetwarzane zgodnie z zasadą Detoksykacja-Neutralizacja-Odwadnianie lub przewożone jako odpady niebezpieczne do licencjonowanego przetwórcy.



Podsumowanie

- ▶ Stal nierdzewna, 12% chromu
- ▶ Różne czynniki korozyjne
- ▶ Różne metody: mechaniczne/chemiczne
- ▶ Różne metody wytrawiania
- ▶ Dobór odpowiedniej metody zależy od:
 - ograniczeń materiałowych i strukturalnych
 - pożądanej jakości powierzchni
- ▶ Kontrola jakości, bezpieczeństwa i zagrożeń dla środowiska naturalnego



Obróbka stali nierdzewnej

Na temat obróbki stali nierdzewnej dostępnych jest szereg biuletynów technicznych.

Oprócz obróbki stali nierdzewnej omawiane są w nich również inne zagadnienia dotyczące konkretnych produktów.

Biuletyny techniczne dostępne są na stronie internetowej firmy Vecom: www.vecom.nl, w dziale dokumentacji.

Prenumerata: istnieje możliwość zaprenumerowania Biuletynów Technicznych z wysyłką co dwa tygodnie.



Działalność związana z przetwórstwem metali

- ▶ Obróbka powierzchniowa metali
- ▶ Produkty – Pakiet Vecinox metal
- ▶ Usługi przemysłowe firmy Vecom
- ▶ Oczyszczanie wody odpadowej



Dziękujemy za uwagę



*Eksperti w dziedzinie konserwacji i obróbki
powierzchniowej*