

Uszlachetnianie powierzchni stali nierdzewnych

dr inż. Zbigniew Brytan

zbigniew.brytan@polsl.pl

Tel; (0048) 32 237 29 23

Politechnika Śląska w Gliwicach

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

www.imiib.polsl.pl

Dlaczego uszlachetniać powierzchnię stali nierdzewnych

Uszlachetnianie powierzchni - polepszenie wybranych własności warstwy wierzchniej przez jej modyfikację z zastosowaniem różnych technik inżynierii powierzchni

- Rozszerzenie walorów estetycznych
- Otrzymanie specjalnych własności eksploatacyjnych i funkcjonalnych
 - Wzrost własności mechanicznych powierzchni,
 - Wzrost odporności na zarysowanie,
 - Wzrost odporności na zużycie,
 - Polepszenie odporności korozyjnej ($R_a < 0,5 \mu\text{m}$),
 - Przeciwdziałanie rozwojowi mikroustrojów,
 - ...

Barwienie powierzchni

Wykończenia przez barwienie elektrochemiczne

Proces elektrochemiczny - stal nierdzewna przy zadanym napięciu jest zanurzana w roztworze kwasu.

- Zwiększenie grubości warstwy tlenków na powierzchni.
- Interferencja światła przechodzącego przez warstwę tlenków daje w efekcie różne kolory powierzchni.
- Kolor zależny od grubości warstwy tlenku, która z kolei zależy od czasu procesu.
- Można uzyskać kolor brązowy, niebieski, złoty, czerwony, purpurowy, zielony oraz czarny.
- Barwienie można stosować dla różnych typów wykończeń powierzchni.
- Powierzchnia podatna na uszkodzenia



Barwienie powierzchni

Warstwy powlekane ogniowo Wykończenie 1S lub 2S

Powlekanie powierzchni np. cyną, aluminium, terne (stop cynk-cyna)

- Powlekanie ogniowe nie dla zwiększenia odporności korozyjnej lecz w celu uzyskania efektu wizualnego powierzchni
- Powłoka tylko na jednej powierzchni, o ile nie uzgodniono inaczej.
- Powlekanie metalem terne - blacha ze stali nierdzewnej na pokrycia dachów



<http://www.cutechzn.co.uk>

Barwienie powierzchni

Nanoszenie powłok przez rozpylanie jonowe

- Najczęściej nanosi się (PVD) azotek tytanu - złoty kolor.
- Nanoszone są także inne związki i ich kombinacje - szeroka gama kolorów: kilka odcieni złotego, czarnego, brązowego, niebieskiego, brązowego i czerwonego.

Takie powłoki są bardzo cienkie i dużo bardziej odporne na zużycie ścierne niż powierzchnie barwione elektrochemicznie.



Barwienie powierzchni

Chemiczne barwienie stali na czarno

- W tej metodzie stosuje się związki chemiczne, które reagują ze stalą nierdzewną tworząc cienką i gładką warstwę czarnych tlenków.
- Do barwienia stosuje się kąpiel stopionej soli dichromianu sodu o temperaturze ok 400°C, zwykle na 5 do 30 minut.
- wycieraczki szyb
- ramy konstrukcyjne kolektorów słonecznych ze stali nierdzewnej
- elementy złączne
- elementy dla architektury wnętrz

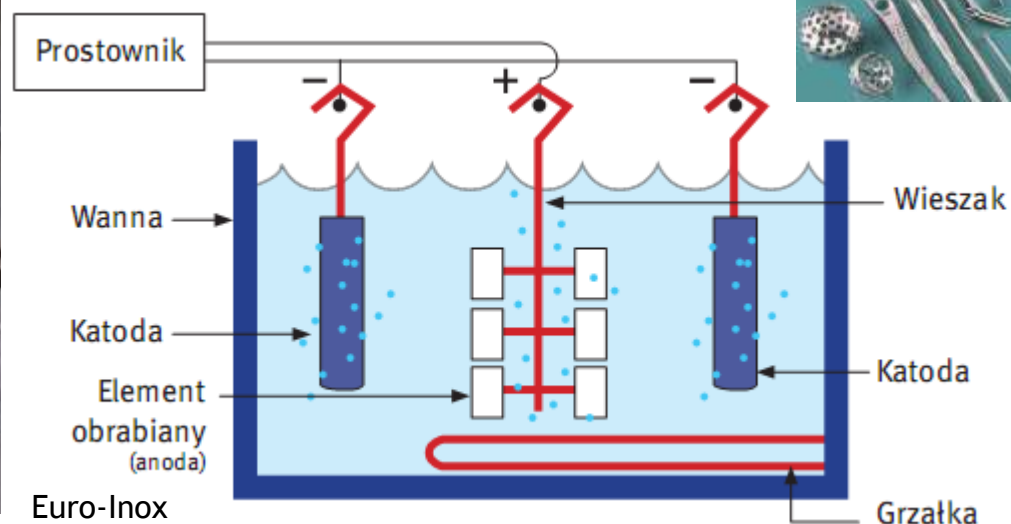


Barwienie powierzchni

Elektropolerowanie

Polerowanie elektrolityczne usuwa zanieczyszczenia i selektywnie rozpuszcza ostre krawędzie oraz zadziory powierzchni.

- Wywiera ponadto korzystny wpływ na wygląd powierzchni, wygładza i rozjaśnia powierzchnię, zmniejsza chropowatość.
- W wyniku przepływu prądu elektrycznego usuwana jest warstwa metalu z powierzchni obrabianego elementu zanurzonego w elektrolicie o określonym składzie chemicznym.

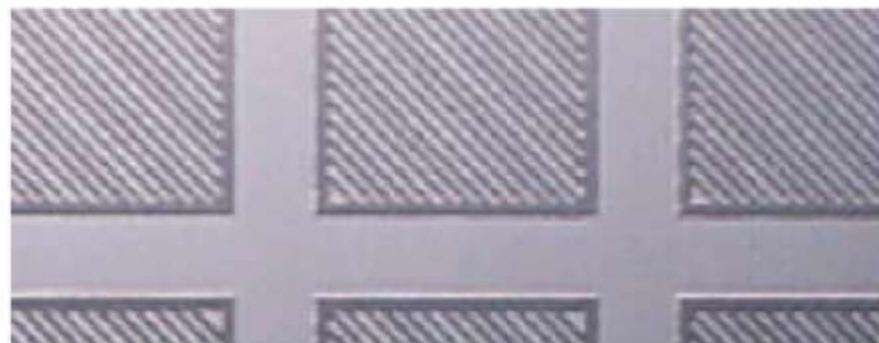


Barwienie powierzchni

Wytrawianie

Produkty płaskie ze stali nierdzewnych są dostępne z powierzchnią wzorzystą wytrawianą kwasem.

- Najczęściej stosowane na powierzchniach polerowanych na połysk lustrzany (2P)
- Ładny kontrast między wysokim połyskiem powierzchni i matowym wzorem.
- Dostępnych jest wiele rodzajów wzorów włącznie z wzorami na specjalne zamówienie.

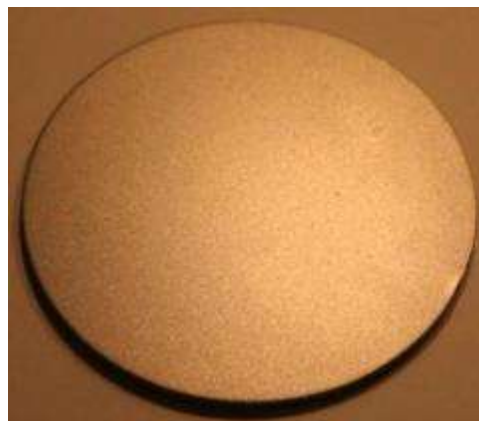


Obróbka strumieniowo-ścierna

Śrutowanie

Zalety śrutowania:

- możliwość uzyskania jednorodnego matowego wykończenie na elementach o skomplikowanych kształtach, o różnej grubości i wykończeniu, włącznie ze spoinami.
- Medium ścierne musi być wolne od zanieczyszczeń, szczególnie żelaza lub tlenku żelaza.
- Jako ścierniwo czasem stosuje się granat, który daje chropowate wykończenie.
- Często stosuje się szklane kulki lub kruszone szkło (szkiełkowanie).

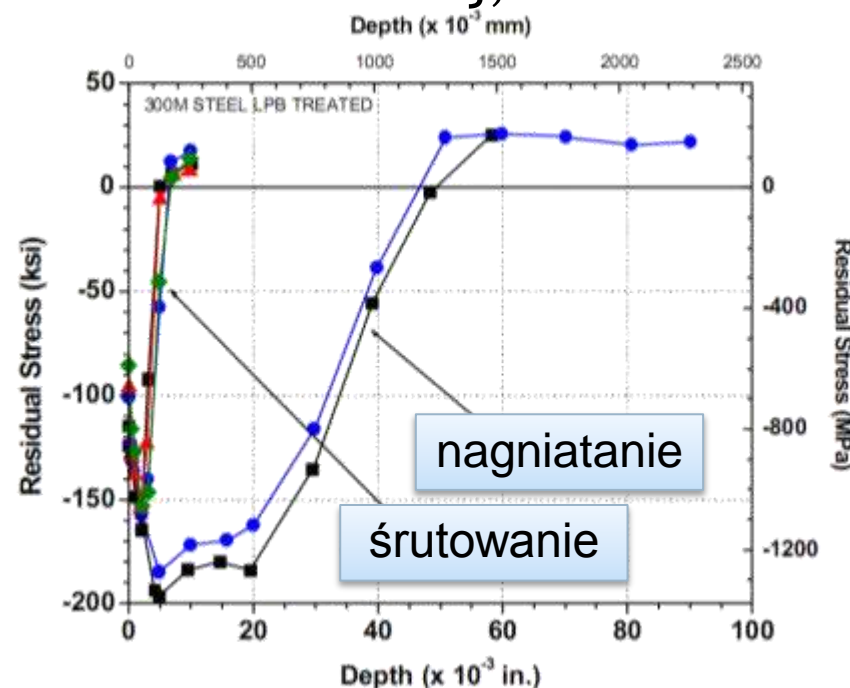


Obróbka strumieniowo-ścierna

Śrutowanie

Efekt śrutowania:

- usunięcie warstwy materiału (przebarwienia po spawaniu),
- wzrost chropowatości powierzchni - charakterystyczna tekstura,
- umocnienie warstwy wierzchniej w wyniku odkształcenia plastycznego na zimno - naprężenia ściskające w warstwie wierzchniej,
- wzrost odporności na korozję naprężeniową i zmęczenie
- podobnie działa nagniatanie powierzchni



"An Overview of the use of Engineered Compressive Residual Stresses to Mitigate SCC and Corrosion Fatigue,,
www.lambdatechs.com

Rozkład naprężeń w warstwie wierzchniej

Obróbka strumieniowo ścierna

- Powierzchniowe odkształcenie powierzchni
- Śrutowanie, kuleczkowanie (kulkami szklanymi)
 - Odciski palców i plamy są mniej widoczne.
 - Zwiększona odporność na zarysowania.
 - *Gdy duży udział uszkodzonych kulek szklanych*
 - zwiększona chropowatość powierzchni i skłonność do przyciągania kurzu
 - trudniejsze czyszczenie - pogorszenie odporności na korozję wżerową
 - *Śrutowanie kulkami ceramicznymi*
 - eliminuje wady stosowania kulek szklanych
 - 50% niższa skłonność do pęknięcia niż kulek szklanych
 - niższa chropowatość powierzchni
 - łatwiejsze czyszczenie i niższa skłonność do korozji

Obróbka plastyczna

Wykończenia wzorzyste 1M, 2M

- Podwyższone własności mechaniczne warstwy wierzchniej w połączeniu z atrakcyjnym wyglądem powierzchni
- Walcowanie na gorąco - 1M - blacha żeberkowa ma podesty.
- Walcowanie na zimno - 2M - wykończenie na wzór drobny przeważnie do zastosowań architektonicznych.
- Uszkodzenia powierzchni na takich wykończeniach są mniej widoczne - stosowane w miejscach użyteczności publicznej o dużym nasileniu ruchu



Powlekana stal nierdzewna

- Powłoki ochronne
 - Powłoki anti-fingerprint
 - Silver Ice® - Transparentna powłoka anti-fingerprint.
 - Odciski palców i plamy są mniej widoczne.
 - Powierzchnia jest łatwiejsza do czyszczenia.
 - Zwiększona odporność na zarysowania.
 - Zwiększono odporność korozyjną.
 - Silver Ice® Clear - poliester (4-7 μm) - bardzo odporna na korozję
 - Silver Ice® UV - Akryl (2,5 μm) - bardzo odporna na zarysowania



Powłoki natryskowe

- Powłoki przezroczyste
 - Przezroczyste powłoki natryskowe (utwardzane cieplnie w 400-600°C)
 - Wysoka twardość i odporność na zarysowanie
 - Wysoka odporność na przebarwienia (>1000h w 400°C)
 - Stabilne pod wpływem soli (200h w komorze solnej)
 - Ochrona przed atakiem kwasów
 - Możliwe wprowadzenie nieorganicznego pigmentu i barwienie
- Zalety:
 - Ograniczenie konieczności czyszczenia powierzchni,
 - Mała grubość powłoki (4-8μm)



Elementy układów wydechowych



Powlekana stal nierdzewna

- Powłoki anty-bakteryjne
 - zabijające bakterie Escherichia Coli.
 - warstwa kleju, a następnie cztery naprzemienne warstwy ujemnie naładowanego polimeru i dodatnio naładowane cząstki koloidalne polimeru zawierającego **cząstki Ag**, które **działają silnie bakteriobójczo**.
 - powłoka nanoszona w formie roztworu wodnego
 - Zabijające bakterie Staphylococcus Aureus (Gronkowiec złocisty)



Powlekana stal nierdzewna

- Powłoki do kontaktu z pożywieniem
 - Nanoszone techniką zol-żel
 - /materiał nakładany poprzez zanurzenie w roztworze zolu wodorotlenku danego materiału i żelowanie poprzez odparowanie rozpuszczalnika. Gotowa powłoka zostaje wypalona w piecu/
 - jedno lub wielowarstwowe, nie zawierają PTFE,
 - bezbarwne lub barwione, łatwe w czyszczeniu,
 - odporne na zarysowania,
- **Anti-Stain Coatings**
 - chroniące przed przebarwieniem
- Powłoki na bazie $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$
- Ochrona przed graffiti

Pojemniki

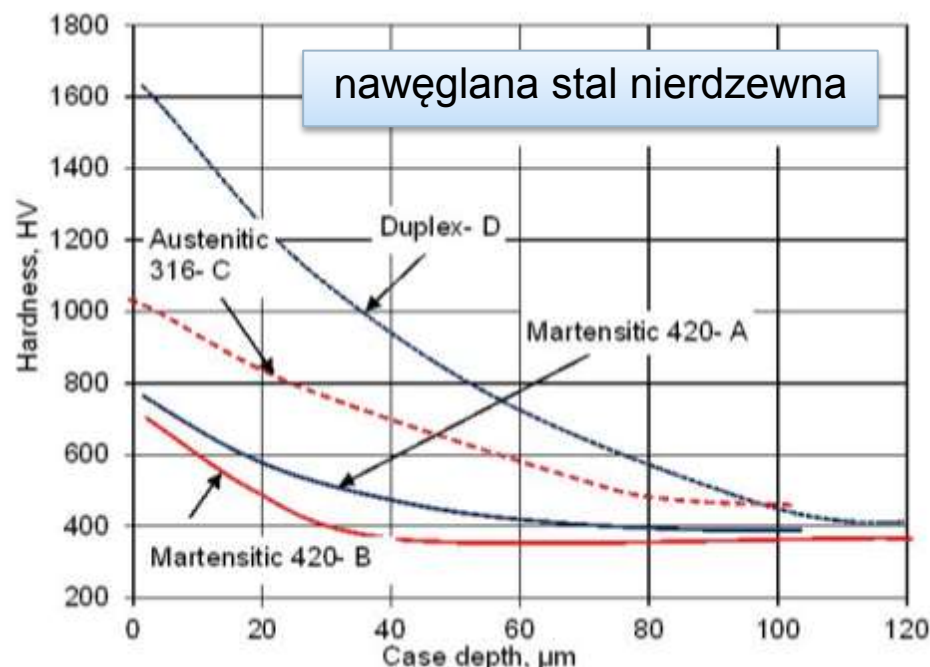


Płyty grillowe



Dyfuzyjne nasycanie innymi metalami

- Nawęglanie plazmowe
 - Niskotemperaturowe nawęglanie plazmowe
 - w atmosferze CH_4/H_2 w 470°C w czasie od kilkunastu do 200 godzin w obecności wyładowania jarzeniowego powstałej plazmy.
 - prowadzi do wytworzenia warstwy wierzchniej przesyconej węglem (w formie roztworu stałego), węgiel w tym przypadku nie wydziela się w postaci węglików.
 - Stal nierdzewna po nawęglaniu wykazuje podwyższone własności mechaniczne, trybologiczne i odporność korozyjną warstwy wierzchniej
- Stosowane dla stali martenzytycznych, austenitycznych, duplex

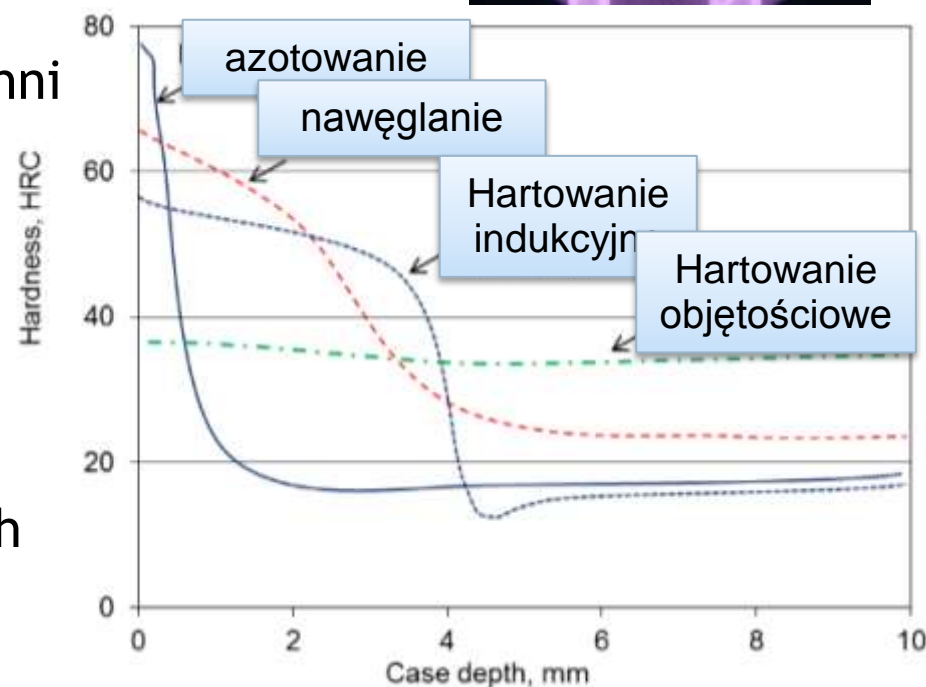
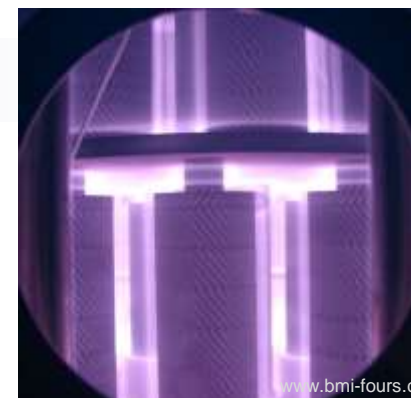


By Frank Czerwinski, *Thermochemical Treatment of Metals*,
Chapter 5, Open Access, www.intechopen.com

Rozkład twardości na przekroju stali nawęglanej

Dyfuzyjne nasycanie innymi metalami

- Azotowanie plazmowe
 - Odbywa się w temperaturze ok. 420°C w atmosferze N₂ w obecności wyładowania jarzeniowego
 - azotowanie plazmowe wpływa na polepszenie twardości, odporności na ścieranie oraz odporności korozyjnej
 - niski współczynnik tarcia powierzchni
 - proces daje możliwość dokładnej regulacji otrzymywanej struktury warstwy wierzchniej - bez wydzielenia azotków chromu
- Ostatni etap obróbki powierzchniowej
- Stosowane dla stali austenitycznych



By Frank Czerwinski, *Thermochemical Treatment of Metals*,
Chapter 5, Open Access, www.intechopen.com

*Rozkład twardości na przekroju stali
w zależności o typu obróbki powierzchniowej*

Techniki laserowej obróbki powierzchniowej

- Laser jako źródło energii dla obróbki powierzchniowej
 - Promieniowanie laserowe można stosować w procesach:
 - Przetapiania i stopowania
 - Hartowania
 - Azotowania
 - Znakowania
 - Barwienia powierzchni



Opt Express. 2010 Feb 1;18(3):2913-24. doi: 10.1364/OE.18.002913.

Controlled nanostructures formation by ultra fast laser pulses for color marking., Dusser B, Sagan Z, Soder H, Faure N, Colombier JP, Jourlin M, Audouard E.

Oferta badawcza

Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

dr inż. Zbigniew Brytan

zbigniew.brytan@polsl.pl

Tel; (0048) 32 237 29 23

Politechnika Śląska w Gliwicach

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

www.imiib.polsl.pl

Politechnika Śląska w Gliwicach Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

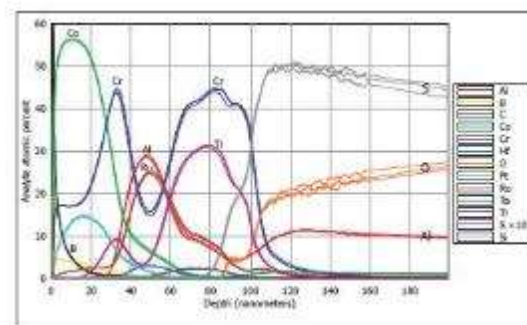
- Charakteryzacja struktur i własności stali nierdzewnych
 - Mikroskopia świetlna, skaningowa, transmisyjna



Politechnika Śląska w Gliwicach

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

- Charakteryzacja struktur i własności stali nierdzewnych
 - Badania składu chemicznego i fazowego
 - spektroskopia emisyjna GDOS,
 - rentgenografia strukturalna



Politechnika Śląska w Gliwicach Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

- Charakteryzacja struktur i własności stali nierdzewnych
 - Statyczna próba rozciągania, pomiary twardości, udarności, próby tłoczności



Politechnika Śląska w Gliwicach Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

- Charakteryzacja struktur i własności stali nierdzewnych
 - Badania korozyjne - komora solna, oznaczanie śladowych ilości chlorków

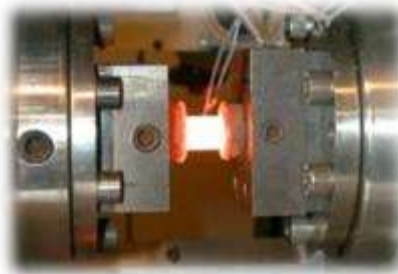


Politechnika Śląska w Gliwicach

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych



- **Laboratoria technologiczne**
 - przetwórstwa materiałów kompozytów i polimerowych
 - laserowej obróbki powierzchniowej
 - laserowego konstyтуowania materiałów
 - inżynierii powierzchni pokryć nanostrukturalnych
 - obróbki cieplnej
 - metalurgii proszków i materiałów ceramicznych
 - odkształcenia plastycznego
 - nanomateriałów
 - wizualizacji metodami wirtualnej rzeczywistości



Dziękuję za uwagę

dr inż. Zbigniew Brytan

zbigniew.brytan@polsl.pl

Tel; (0048) 32 237 29 23

Politechnika Śląska w Gliwicach

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

www.imiib.polsl.pl