

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

POVRCHY A JEJICH ÚPRAVY

■ Přednášky: Doc. Ing. Olga Bláhová, Ph.D.

■ Skripta: Ing. Václav Kraus, CSc.

• Obsah předmětu

- Povrch a jeho vlastnosti (struktura povrchu, vlastnosti)
- Porušování povrchu (koroze, opotřebení, porušování povlaků)
- Způsoby ochrany výrobků (úprava prostředí, volba materiálu, konstrukční řešení, elektrochemické a dočasné ochrany)
- **Předběžné úpravy povrchu (mechanické, chemické)**
- Organické povlaky (nátěry, plasty, technologie nanášení)
- Anorganické povlaky (konverzní vrstvy, žárové stříkání, smaltov.)
- Kovové povlaky a vrstvy (žárové, ponorem, postřikem, difúzní, fázovou transformací, chemické a elektrochemické, fyzikální a fyzikálně chemické)
- **Hodnocení povrchových úprav - cvičení**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

POUŽITÁ LITERATURA

V. Kraus:

POVRCHY A JEJICH ÚPRAVY [skripta]

ZČU Plzeň 2000

<http://tzs.kmm.zcu.cz/pou.htm>

M. Thürner, V. Trojan:

Technologie povrchových úprav a technologie

<http://www.ceu.cz/ippc/columns/technologie.asp>

www.povrchari.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Předběžné úpravy

Rozdělení:

- mechanické úpravy
- chemické úpravy

Účel:

- zajištění čistoty povrchu
- příprava mikrostruktury a kvality povrchu



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Mechanické předběžné úpravy

Účel:

- očištění povrchu:
odstranění korozních produktů, oxidových vrstev (okují),
mechanického znečištění, odstranění starých povlaků ...
- zajištění přilnavosti
- zajištění požadované drsnosti povrchu
- zvýšení korozivzdornosti
- zlepšení mechanických vlastností
- zlepšení vzhledu

Typy:

- broušení
- leštění
- kartáčování
- omílání
- otryskávání
- válečkování
- oklepávání
- opalování

Mechanické předběžné úpravy

- Pomocné operace předcházející vytváření PÚ
- Vytváření konečné kvality povrchu - dekorativní funkce ...
- Úprava povrchu výrobku
 - ne zcela přesné rozměry (jako strojního obrábění, broušení ...)
 - malý úběr materiálu

Provedení

- Ručně
- Automaticky

Náhrada kovových výrobků (vysoká pracnost)

- Automobilové a motocyklové součásti (např. nárazníky, ozdobné díly): výroba z povrchově upravovaných plastů



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

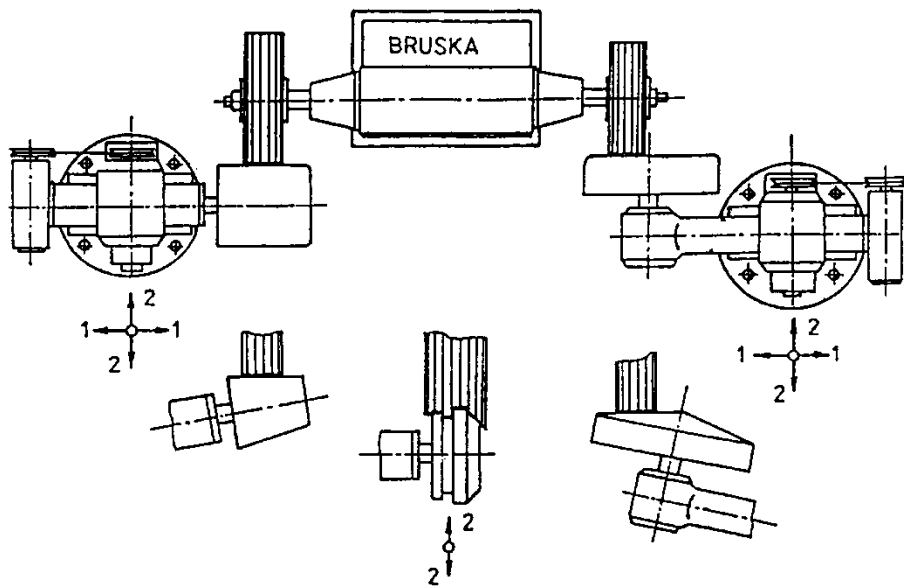
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Broušení



- hrubování
(zrnitost 24 - 100)
- vyhlazování
(zrnitost 120 - 240)
- předlešťování
(zrnitost 280 - 500)

Zrnitost: počet ok v sítu s rozměrem
čtverečního palce – nově v μm



Nástroje:

- plstěné rotační kotouče
s nalepeným brusivem
- papírové brusné pásy
- plátěné brusné pásy
- lístkové kotouče
- tuhé tukové pasty
s obsahem brusiva
 - jemné hlazení
 - předleštění

Leštění

Použití

- konečná úpravu vzhledu
- předlešt'ování
 - tvrdší kotouče
 - vyšší rychlosti
 - ostřejší a mastnější pasty
- dolešt'ování
 - měkčí kotouče
 - nižší rychlosti
 - sušší a jemnější pasty

Nástroje

- rotační kotouče většinou z textilních materiálů
- leštící tuhé tukové pasty s brusivem s velmi jemnou zrnitostí (amorfní kysličníky kovů)

Kartáčování

Použití

- před galvanickým pokovením
- před konečným leštěním
- odstranění oxidů vzniklých při broušení
- odstranění nečistot

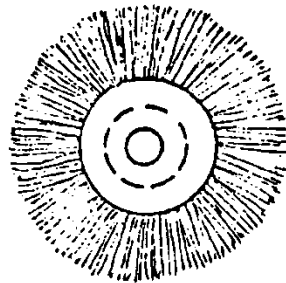
Nástroje

Kartáče:

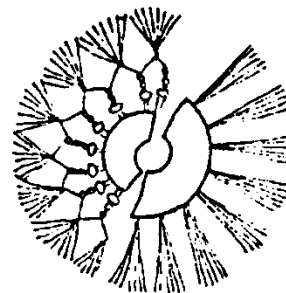
- a) fíbrový
- b) drátěný s polétavými svazečky
- c) s dlouhými svazečky
- d) s vyměnitelnými svazečky
- e) drátěná štětka

Vlákna: kovová, přírodní, umělá

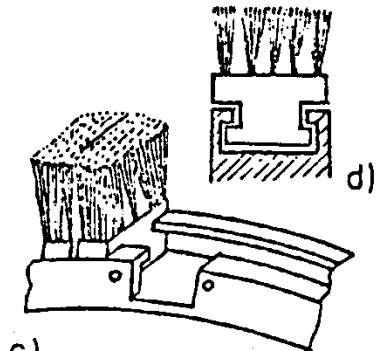
Brusné tuhé tukové pasty



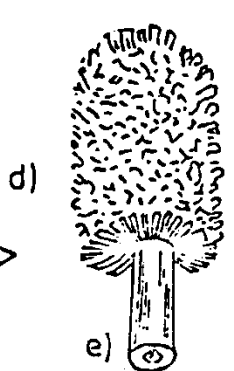
a)



b)



c)



e)

Omílání

Mechanická úprava povrchu drobných součástí

Použití:

- hromadná výroba:
automobilky, bižuterie, galanterie, přesné strojírenství...

Výrobní kapacita:

- 1 až 1000 kg

Výhody:

- odstranění ruční práce
- zpevnění povrchu
- snížení nákladů
- možnost kombinace

Nevýhody:

- nerovnoměrný úběr
- možnost poškození

Omílání

Faktory:

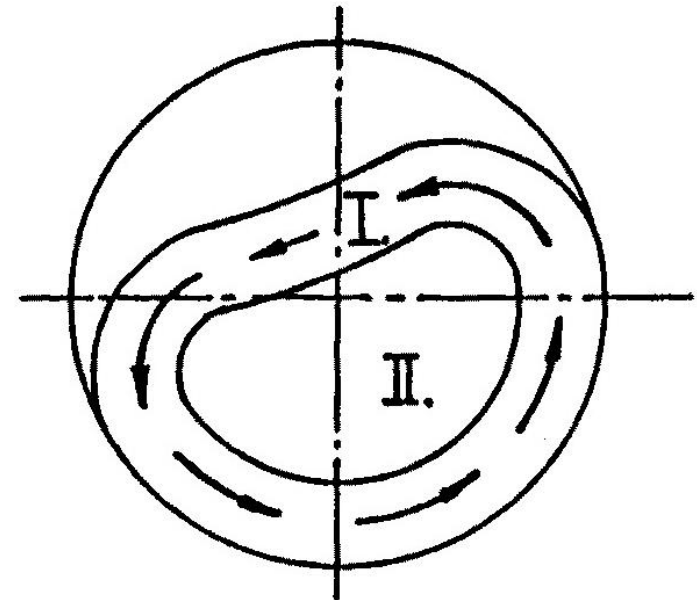
- průměr a otáčky bubnu
- doba omílání
- tvar a velikost součástí
- druh a velikost omílacích těles
- poměr velikosti součástí a omílacích těles
- plnění bubnu
- omílací prostředí

Optimální otáčky:

$$n = k / D^{-1/2} \text{ [ot./min]}$$

k - 28 (lehké předměty),
- 16 (těžké předměty)

D - průměr bubnu [mm]

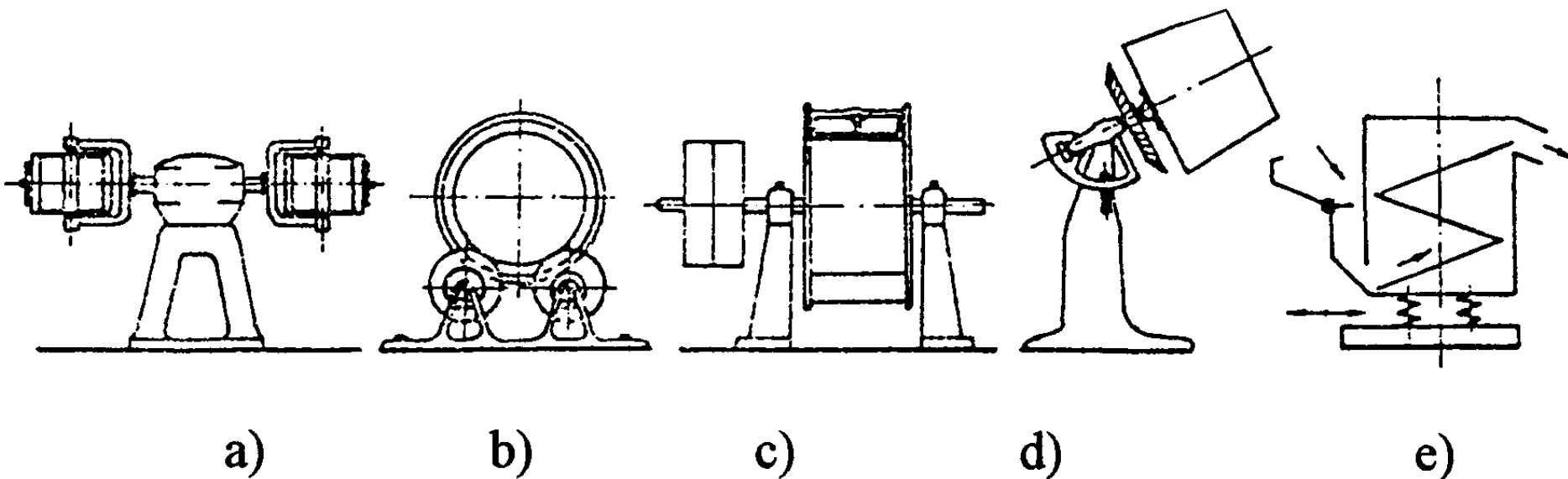


Technologie omílání

Omílací zařízení:

- | | | |
|------------|--------------------|---------------------------------------|
| a) | Odstředivé omílání | - planetový pohyb nádob |
| b), c), d) | Rotační omílání | - horizontální bubny nebo šikmé zvony |
| e) | Vibrační omílání | - žlaby nebo kruhové nádoby |

Speciální způsoby omílání: např. odmašťování součástek v dřevěných pilinách
hromadné odhroťování, broušení a leštění kovových součástí (odlitků, výlisků ...)



Omílání

Omílací prostředky:

- **různé typy a tvary omílacích tělísek**
 - hrubší typy - broušení
 - jemnější typy - vyleštění
- **materiál:**
 - kameny (přírodní, umělé), kovy,
 - organické hmoty, kožené odpady,
 - dřevěné piliny ...
- **poměr velikosti** (tělísko : předmět):
 - 1:3 až 1:20 (těžší předměty)

Technologie:

- suché
- mokré:

převážně vodné suspenze (heterogenní směs jemně dispergované pevné látky v kapalině) často s chemickými přísadami pro urychlení procesu a zlepšení jakosti povrchu



Otryskávání

Mechanické opracování povrchu kovů

volným proudem tryskacího prostředku vrhaného velkou rychlostí na povrch otryskávané součásti

Účinek tryskacích prostředků závisí:

- na jejich kinetické energii
- na jejich tvaru
- na druhu materiálu (tvrdosti a houževnatosti)
- na druhu materiálu součásti

Kvalitně otryskaný povrch:

- kovově čistý
- pokrytý drobnými krátery
velikost a tvar závisí na použité technologii
a technologických parametrech

Otryskávání

Použití:

- čištění povrchu odlitků, výkovků: odstranění okují, korozních zplodin
- úprava obrobků: odstranění otřepů
- příprava povrchu před PÚ: odstraňování starých nátěrů, příprava povrchu (drsnost...)
- všeobecné strojírenství, těžký průmysl, stavebnictví:
ocelové konstrukce, beton, obkladové desky, dřevo ...

Technologie:

- **Suché tryskání**
 - tryskání za použití tlakového vzduchu (přetlakové, podtlakové)
 - tryskání prostřednictvím metacích kol
- **Mokrý tryskání**
 - tryskání vodné suspenze tryskacího prostředku (přetlakové, podtlakové)
 - tryskání tlakovou vodou
- **Kuličkování (brokování)**
 - tryskání za použití kuliček (kov, sklo, keramika)
 - plastické deformace povrchu, mechanické zpevnění,
snížení nebezpečného tahového pnutí v povrchové vrstvě nebo vytvoření příznivého tlakového →
 - zlepšení mechanických vlastností (vrubová houževnatost, odolnost proti únavě, opotřebení...)
 - zlepšení korozních vlastností (snížení nebezpečí korozní únavy, korozního praskání, mezikrystalové koroze...)
 - odstraňování pórovitosti...
 - zvýšení životnosti součástí, vyšší spolehlivost, popř. zmenšení rozměrů a hmotnosti součástí, použití méně kvalitního materiálu při zachování stejné životnosti...

Technologie otryskávání

Ruční otryskávání

- volné prostranství
- údržba a renovace nepřemístitelných předmětů: venkovní konstrukce, mosty, stožáry...
- časově omezené provozování technologie
- hlavně nekovové otryskávací materiály
- značný úlet prachových částic do atmosféry
- snížení prašnosti: tryskací hlavice s odsávací vzduchotechnikou - ALE nižší produktivita práce

Suché ruční otryskávání přemístitelných předmětů

- volné prostranství
- trvalý provoz
- stacionární zdroj znečištění bez zařízení pro zachyt prašných emisí

Mokrý ruční otryskávání

- hlavně ve stavebnictví
- ocelové výrobky - korozní zplodiny
- vody s inhibitory - nutno ekologicky zneškodňovat

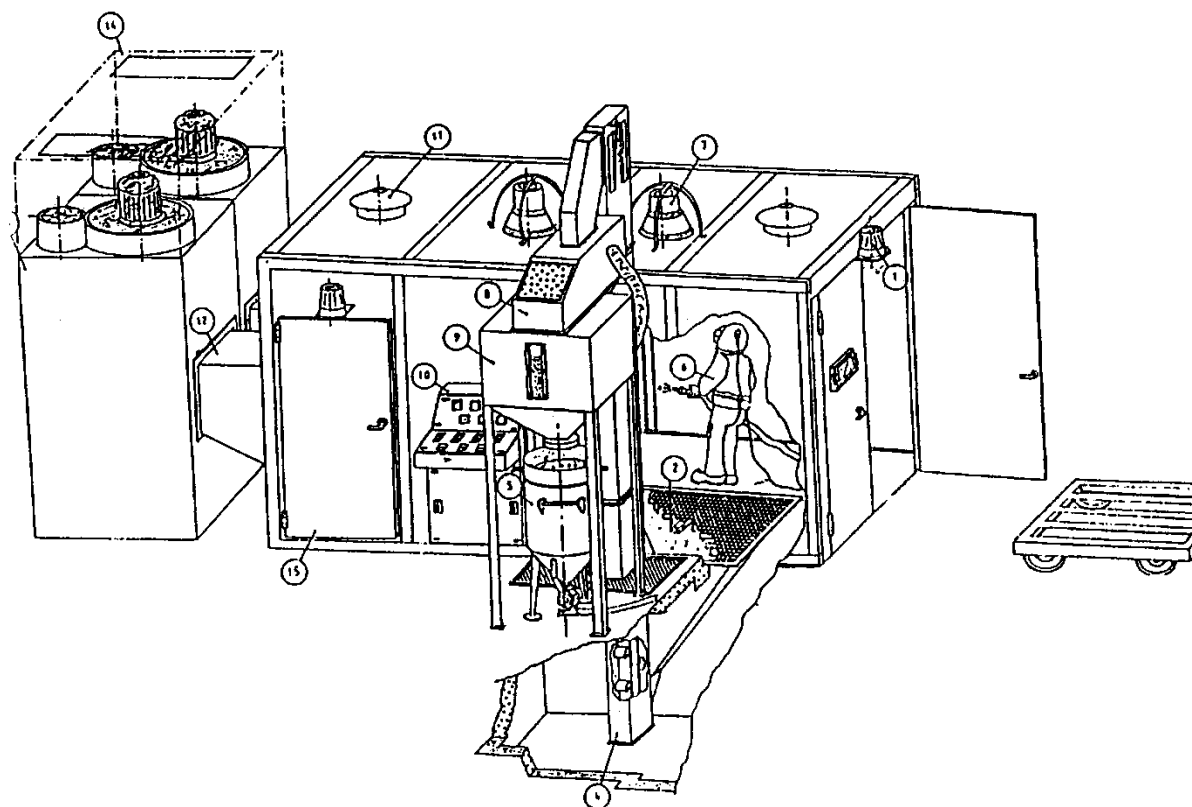
Strojní otryskávání

- stacionární zařízení: uzavřené kabiny nebo boxy s odsávací vzduchotechnikou
- nové provozy - dokonalá filtrace odsávaného vzduchu
- hlavně metalické otryskávací prostředky

Tryskače

Uzavřená tryskací komora se vzduchovým tryskačem:

- mechanické
 - pneumatické
 - tlakové
 - injektorové
- dle konstrukce:
- stolové
 - komorové
 - bubnové ap.



1. Výstražná lampa
2. Jáma pro tryskací materiál
3. Vozík
4. Korečkový dopravník
5. Tryskač
6. Dělník
7. Osvětlení
8. Čistič tryskacího materiálu
9. Zásobník
10. Řídící pult
11. Přívod vzduchu
12. Odsávání
13. Filtry
14. Vývod vzduchu
15. Nouzový východ

Tryskací hmoty

- **ocelové granuláty**
 - ostrohranné drtě
 - SeelShot: kulatý granulát z nadeutektoidní oceli s homogenní strukturou temperovaného martenzitu → optimální odrazová pružnost, odolnost proti únavě: pro metací kola, možnost kontaminace uhlíkem
- **ocelový sekaný drát**
- **ocelové broky (kuličky)**
- **litinové granuláty**
- **balotina** (skleněné mikrokuličky 40 - 600 μm)
 - sodné sklo
 - chemická stálost, nehořlavost, nevýbušnost, recyklovatelnost, toxická a ekologická nezávadnost
- **keramické materiály**
 - křemičitý písek
 - drcené hutní strusky
 - brusiva (syntetický korund, karbid křemíku ...)
 - ZirShot - kuličky z tvrdé keramiky
 - atd.
- **speciální materiály**
 - plasty ...

Technologie tryskání

- Tryskání "**tlakovzdušné**":

tryskání abrazivního materiálu pod tlakem na čistěný povrch

- injektorový systém:

uzavřená pistole s tryskou:

nejvíce v tryskacích kabinách (možnost odsávání: prach a abrazivo), možné i pro „volné“ tryskání

výkon tryskání cca 1 - 3 m²/h, lehčí ostrohranná abraziva (korund...), balotina ...

- tlakový systém:

tlaková nádoba s abrazivem, které je pod tlakem vháněno do hadice ukončené tryskou („Venturiho trubice“):

tok abraziva urychlen cca na 43 m.s⁻¹ (155 km.h⁻¹)

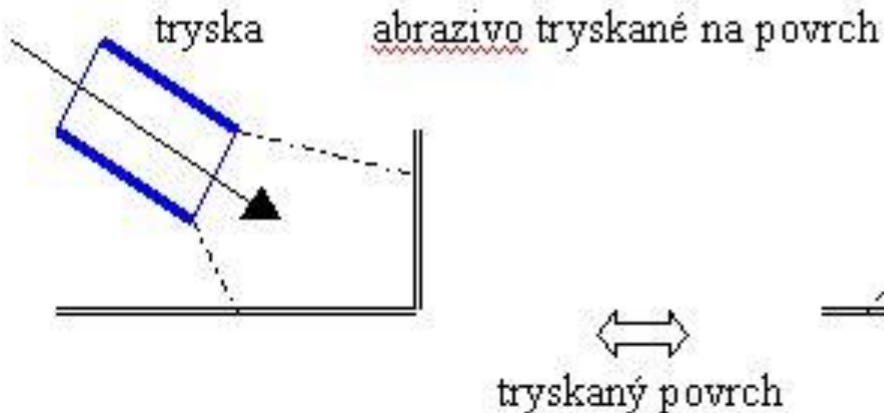
mobilní tlakové jednotky, tryskací kabiny

těžší abraziva: ocelová a litinová drť, balotina, struska, korund ...

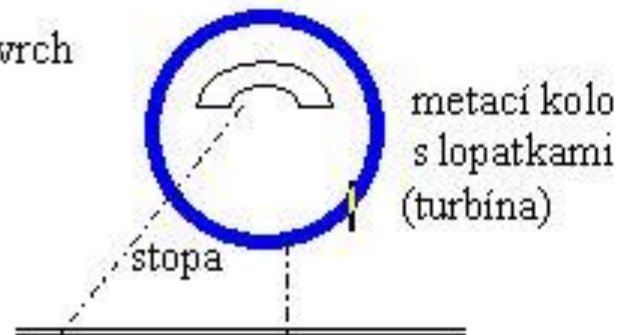
- Tryskání "**metáním**":

abrazivo je vrháno lopatkami metacích kol v uzavřené kabině - tryskacím stroji s metacími koly

tlakovzdušné



metací kolo

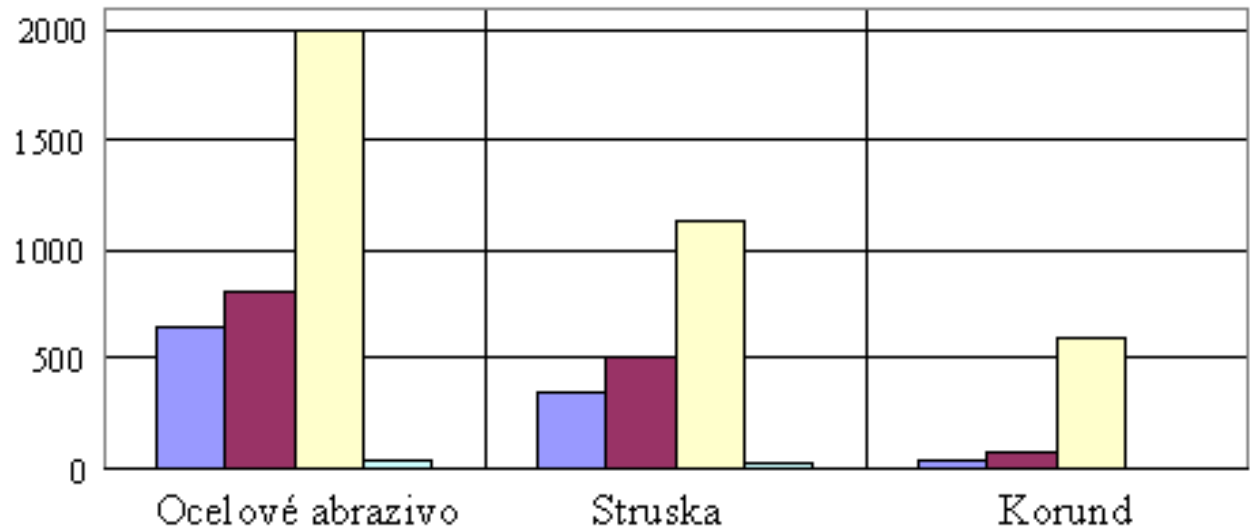


Životnost trysek

Vlivy:

- druh tryskací hmoty
- velikost a tvar částic
- tlak
- úhel dopadu
- vzdálenost letu
- velikost trysky

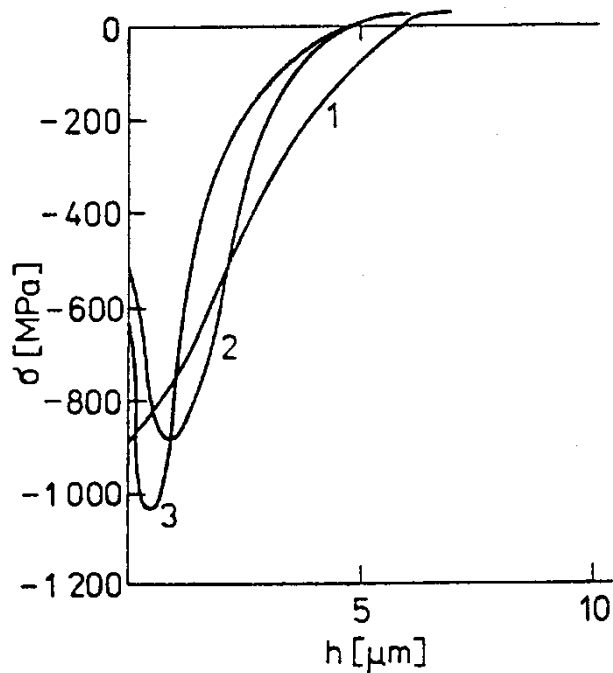
Životnost (hod)



Materiály trysek: →

- Karbíd wolframu
- Karbid křemíku
- Karbid boru
- Keramický mat.

Zpevnění povrchu



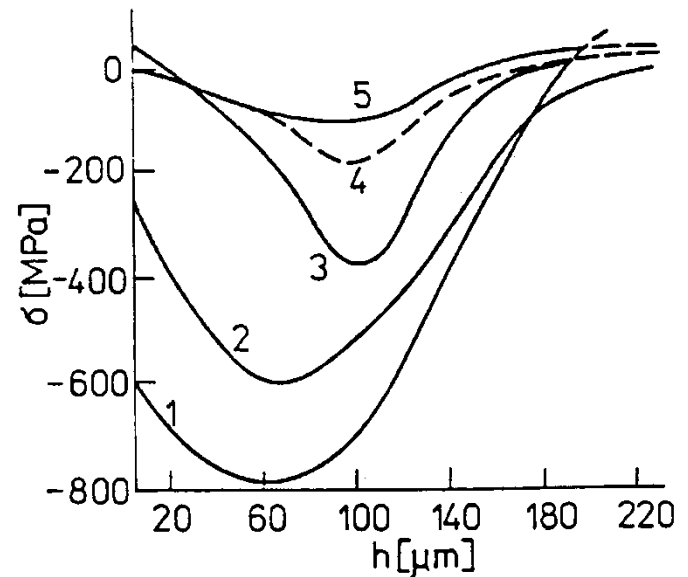
Rozložení pnutí po tryskání

oceli různé tvrdosti:

1 - HV < 300

2 - HV = 350 - 600

3 - HV > 600



Rozložení pnutí po tryskání

a po následném ohřevu

slitina TiAl6V4

1 - po tryskání

2 - 350°C - 0,5 h

3 - 500°C - 1 h

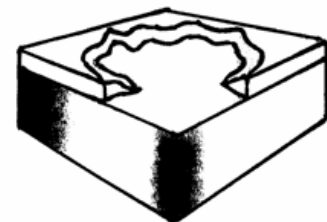
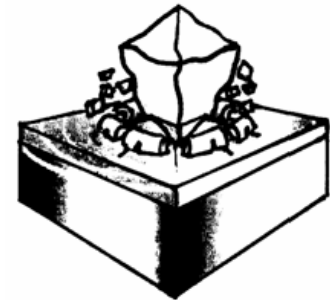
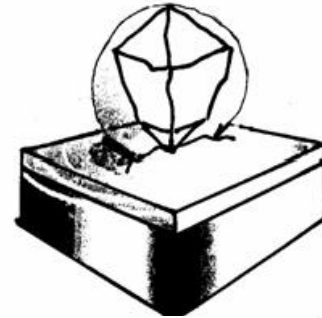
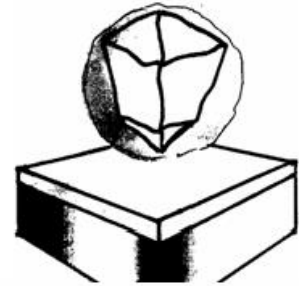
4 - 500°C - 30 h

5 - 600°C - 1 h

Kombinace vzduchového a vodního tryskání

Metoda Kwikblas

- Šetrná k tryskanému předmětu i k okolí
- Zásobník: abrazivo ve vodní lázni - pohyb vířením vody
- Venturiho trubice: podtlak při proudění vzduchu, nasávání vody s abrazivem
- Rozprášení vody s abrazivem
- Zrnka abraziva - obalena kapkou vody
- Dopad kapky vody s abrazivem na tryskaný povrch
- Narušení povrchové vrstvy částicí abraziva
- Voda stále ulpívá na zrnku díky povrchovému napětí
- Povrchové napětí způsobí pulsaci, a tím i druhotný náraz abraziva na tryskaný povrch
- Malé opotřebení hadice a trysky - voda působí jako mazivo



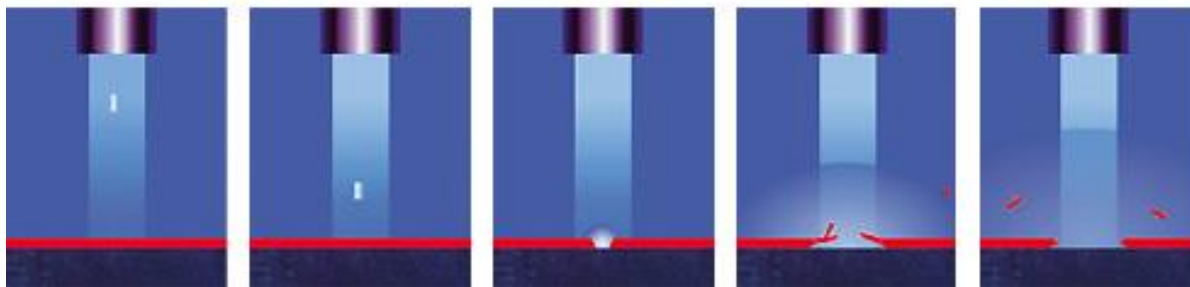


Tryskání suchým ledem

Princip

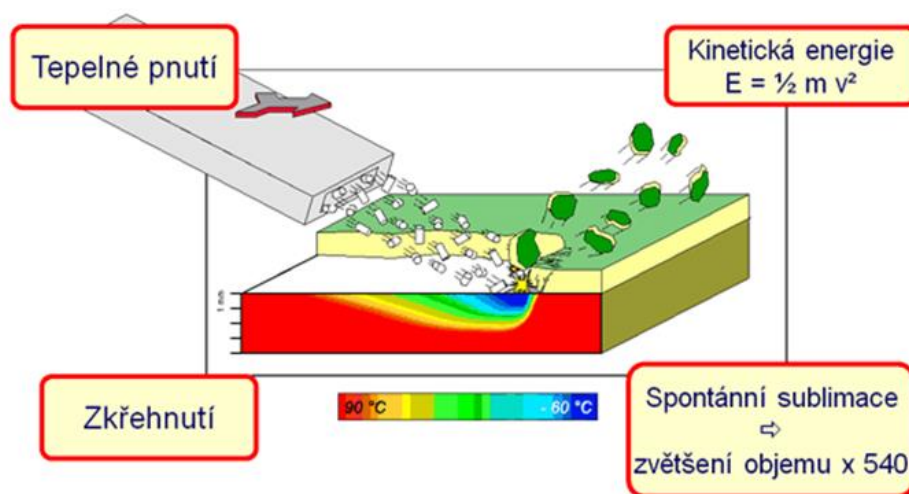
Tryskací médium: tuhý oxid uhličitý - měkké částičky

- urychlování proudem stlačeného vzduchu - až nadzvukové rychlosti
- dopad na čistěný povrch - miniexploze - odstranění nežádoucích vrstev



Hlavní roli v působení této technologie hrají 3 základní faktory:

- **Kinetická energie** - která se přenáší ze suchého ledu na čištěný povrch, odlamuje z něj nečistotu a posléze je přeměněna na teplo díky sublimaci.
- **Teplotní rozdíl** - suchý led má teplotu $-78,5^{\circ}\text{C}$. Dva materiály mají často různé pnutí a díky tomu zeslábne vazba nečistoty na podklad. Toto je znát hlavně tam, kde jsou pryskyřice na kovovém podkladu.
- **Rychlá sublimace** - když se suchý led otepluje, přeměňuje se přímo na plynný CO_2 , přičemž prudce zvyšuje svůj objem. Tento efekt (sublimace) odstraní nečistotu z povrchu.



Výhody metody tryskání suchým ledem

- neabrazivní
- ekologická
- umožňuje čištění na místě
- nevzniká sekundární odpad
- jemná i agresivní
- univerzální



Ekologické aspekty tryskání suchým ledem



- metoda čištění schválená mezinárodními úřady
- lze použít i pro zařízení používaná v potravinářském průmyslu
- nevznikají plyny škodlivé pro zemskou atmosféru
- nevzniká žádný sekundární odpad
- bezpečné a netoxické (pelety se po dopadu na čištěný povrch rozptýlí v atmosféře)
- omezeno či zcela vyloučeno vystavení pracovníků nebezpečným chemickým látkám

Suchý led

- vedlejší produkt jiných průmyslových procesů - recyklace oxidu uhličitého
- při jeho výrobě ani spotřebě není do atmosféry přidáván žádný další oxid uhličitý → metoda nepřispívá ke zhoršování skleníkového efektu

Výhody tryskání suchým ledem

- **Vynikající úroveň vyčištění:**
méně čisticích cyklů → méně odstávek
- **Stroje lze čistit přímo na místě:**
suchý proces - nevyžaduje rozebírání a sestavování stroje → kratší odstávky
- **Rychlejší čištění:**
méně vynaložených prostředků → prodloužení provozuschopnosti → větší zisk
- **Neabrazivní a elektricky nevodivý proces bez použití hořlavin:**
nepoškozuje většinu čistěných předmětů, lze bezpečně čistit i elektrické součásti
- **Odstranění nutnosti uklízet sekundární odpad:**
ušetří čas a prostředky,
plochy, kde se čištění provádí, lze znovu využívat → úspora nákladů
- **Čištění zařízení i v obtížně přístupných místech**
- **Šetrné k životnímu prostředí:**
splňuje směrnice mezinárodních úřadů
- **Bezpečnost obsluhy:**
pracovníci nejsou vystaveni působení chemikálií ani tryskacího materiálu
- **Efektivita provozu čistěného zařízení:**
méně pracné než tradiční metody čištění
- **Dostatečná čistota i pro potravinářství, dostatečná síla pro ostatní obory**



Porovnání metod čištění povrchu

Tryskání pískem, kovovými broky, sodou nebo vodou:

- příliš dlouhé odstávky
- vysoké náklady na odstraňování sekundárních odpadů
- nadměrné opotřebením výrobního zařízení

Metoda čištění	Sekundární odpad	Elektricky vodivý proces	Abrazivní proces	Toxický proces	Účinnost
Suchý led	Ne	Ne	Ne	Ne	Vynikající
Tryskání pískem	Ano	Ne	Ano	*	Dobrá
Tryskání sodou	Ano	Ne	Ano	*	Dobrá
Tryskání vodou	Ano	Ano	Ne	*	Dobrá
Rozpouštědla /chemikálie	Ano	—	Ne	Ano	Omezená
Elektrické nářadí	Ne	—	Ano	—	Omezená
Ruční nářadí	Ne	—	Ano	—	Omezená
* Ano - pokud se používají k odstraňování nebezpečných látek nebo předmětů					

Použití tryskání

Pro PÚ s mechanickým zakotvením

- **organické nátěry:**
 - **silnovrstvé povlaky nad $200\ \mu\text{m}$ – drsnost až $50\ \mu\text{m}$ → vyšší spotřeba NH**
 - **hladší povrch (opakovaně použité abrazivo) → horší adheze**
- **žárově stříkané povlaky**

Vlivy na kvalitu PÚ:

- **abrazivo: čistota, velikost, ostrohrannost, rychlost...**
- **materiál, prostředí: vlhkost, teplota...**
 - **hrozba bleskové koroze při prodlevě před PÚ**

Drsnost povrchu

Dosažitelná drsnost R_a [μm]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25
Broušení brusnými pásy											
Leštění látkovými kotouči											
Kartáčování fibrovými kartáči											
Otryskávání litinovou drtí											
Vyhlazování proudem brusiva											
Omílání											



obtěžně



běžně



hrubováním

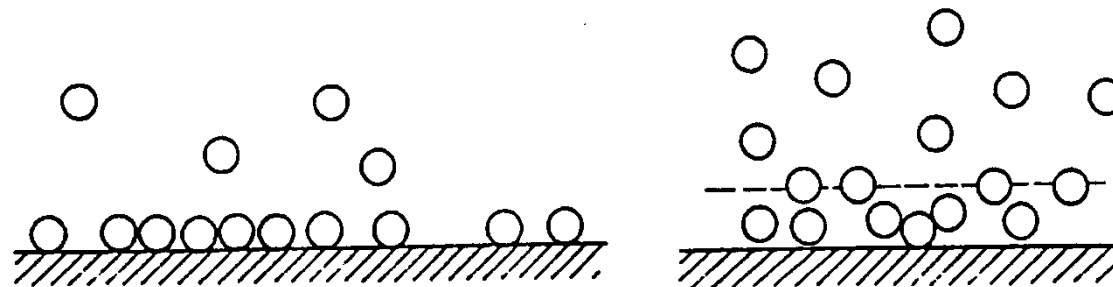
Chemické předběžné úpravy

Nečistoty:

- **Ulpělé**
 - fyzikální adsorpce:
zbytky mastných látek
(pasty, emulze, oleje ...)
 - adhezní síly:
kovové nečistoty (prach,
třísky ...), nerozpustné
anorganické nečistoty
(brusiva, grafit, prach ...)
- **Vlastní**
 - chemisorpce - chemická
vazba - korozní zplodiny
(okuje, rez ...)

Technologie:

- odmašťování
- moření
- odrezování
- leštění



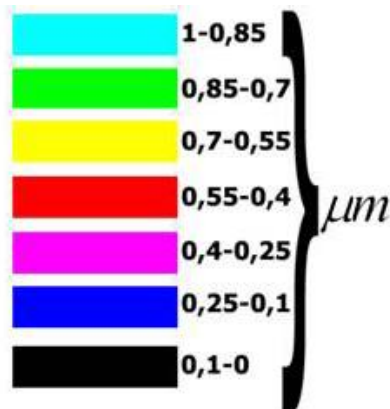
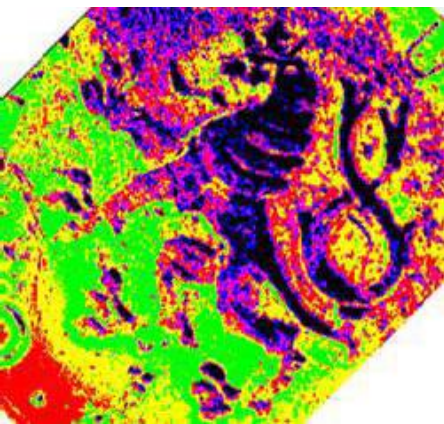
Odmašťování

Typ prostředků:

- organická rozpouštědla
(zpravidla studené procesy)
- vodné alkalické roztoky
(zpravidla teplé procesy)
- vodné emulze
(zpravidla teplé procesy)

Aplikace:

- ponor
- postřik (i vysokotlaký)
- v parách (teplé procesy)
- elektrolytické
- ultrazvukem
- mechanické (promíchávání)
- tepelné



Měření vrstvy mastnoty

Organická rozpouštědla

Využití

- pro mezioperační odmaštění při obrábění
- hrubé odmaštění před alkalickým odmaštěním
- odmaštění před lakováním

Ropné produkty

- jednoduché provedení
- vysoká odmašťovací schopnost
- nelze pro vlhké povrchy
- hořlavost
- nevhodné pro heteropolární nečistoty (anorganické soli ...)
- obtížná likvidace

Hořlavá rozpouštědla

Provedení

- Ruční

Nevýhody

- Hořlavost
- Malá rozpouštěcí schopnost pro mastnoty z leštících past

Výhody

- Nízká cena

Petrolej

- Pro hrubé nečistoty
- Pouze pro předběžné čištění

Benzín

- Vysoká hořlavost a výbušnost
- Ruční čištění velkých předmětů
- Předměty s nátěrem

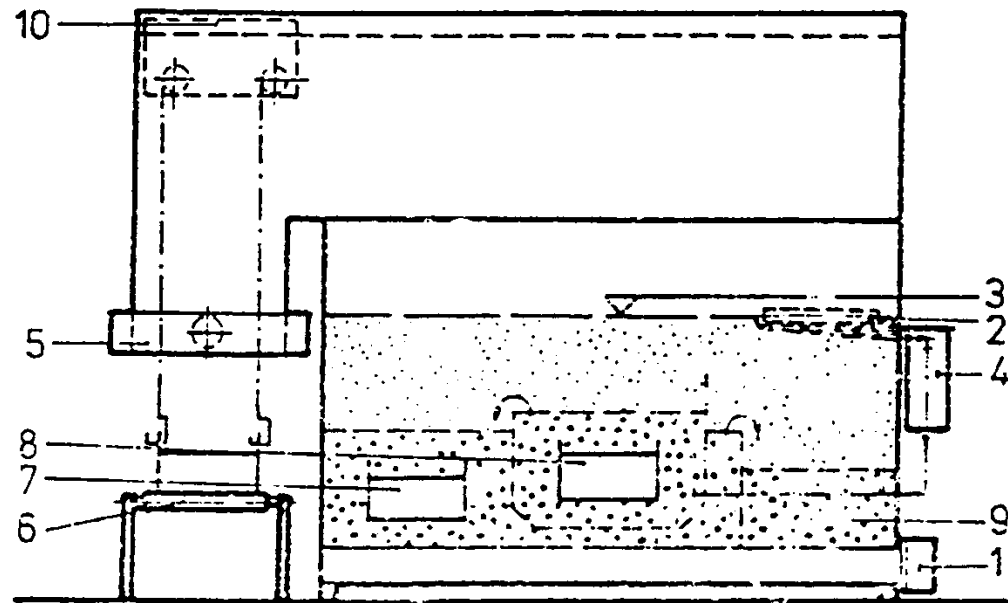
Chlorované uhlovodíky

Ponorem, postřikem, v parách:

- trichloretylen, perchloretylen
- nejrozšířenější a nejúčinnější způsob používaný **v minulosti**
- univerzální a účinná metoda
- nehořlavost, stálost
- nenapadají kov
- kompaktní technologická zařízení
- jednoduchá regenerace rozpouštědel

ALE

- **škodlivé pro životního prostředí**
- narkotizační účinky
- rozklad teplem a světlem → chlorovodík, fosgen → koroze
- kontrola pH, stabilizátory rozkladu



- | | |
|----------------------|-----------------------|
| • 1 - topení | • 6 - válečková dráha |
| • 2 - chladič | • 7 - lázeň I |
| • 3 - hladina par | • 8 - lázeň II |
| • 4 - odlučovač vody | • 9 - destilátor |
| • 5 - odsávání | • 10 - dopravník |

Náhrada hořlavých rozpouštědel

Metylsiloxany:

- Úzké destilační frakce dearomatizovaných ropných uhlovodíků
 - lépe definovaný bod vzplanutí, min. těkavé, bezpečnější, hygieničtější

Plně syntetická rozpouštědla:

- N-methylpyrrolidon, glykoletery
 - nízké vypařování, rozpustné ve vodě → zbytky lze opláchnout vodou

Přírodní terpeny

- d-limonen ze zpracování citrusů
 - snadná biologická odbouratelnost

Vodné odmašťovacích prostředky

- Organická rozpouštědla** částečně nebo úplně mísitelná s vodou
- výrazné zesílení odmašťovacích účinků lázní

Alkalické vodné prostředky

Složení

- hydroxidy nebo zásadité soli:
uhličitany, fosforečnany, křemičitany ...
- nealkalické složky:
boritany, polyfosfáty ...
- tenzidy - povrchově aktivní látky:
zvyšují odmašťovací účinek, umožňují opláchnout zbytky
rozpouštědla vodou
ALE zvýšené nároky na zachycení a likvidaci emulgátorů
- halogenované uhlovodíky (freony)
pro čištění elektronických součástek a polotovarů
ALE exhalace porušují ozónovou vrstvu
- inhibitory (zpomalovače koroze)

Alkalické vodné prostředky

Provedení

- ponor - 70 - 90°C
- postřik - velké nebo silně znečištěné předměty (mech. působení)

Výhody

- nehořlavé, méně škodlivé, levnější než organické sloučeniny
- dokonalejší odmaštění
- emulgace a dispergace nečistot - rozpouští se i heteropolární sloučeniny ve vodě nerozpustné
- suspenzační schopnost lázně - schopnost rozptýlu tuhých látek roztoku
- rostlinné a živočišné tuky - zmýdelňování
- mastné látky minerálního původu (ropné produkty) - nezmýdelňují - přísady pro emulgaci
- antiredepoziční schopnost lázně - zabraňování zpětného usazování

Nevýhody

- obtížné čištění členitých předmětů s malými dutinami
- obtížné čištěním litin → nesmyitelné zbytky → koroze

Elektrolytické odmašťování

Odstranění monomolekulární vrstvy po hrubém odmaštění:

alkalické odmašťování s působením proudu → disociace látek v roztoku, vývin plynů
→ ruší adhezní síly nečistot

Katodické

- vyšší mechanický účinek vyvíjeného vodíku
- nebezpečí vodíkové křehkosti (difúze)
- vylučování alkalických kovů → hydroxidy
→ intenzivnější odmašťování
ALE koroze: Pb, Sn, Zn, Cu ...
- vylučování a usazování kovových nečistot

Katodicko-anodické (reverzní)

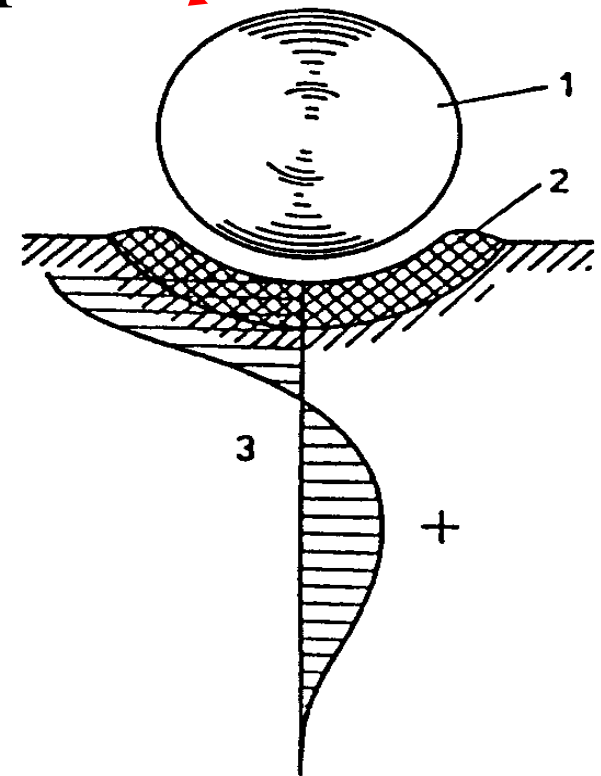
- katodické zapojení - odmašťování
- anodické zapojení - rozpuštění katodicky vyloučených nečistot, mírné naleptání
- ocel - nerozpouští se alkalických roztocích → 1 vana
- barevné kovy - 2 vany (vylučování odleptaných nečistot)

Anodické

- menší mechanický účinek vyvíjeného kyslíku
- částečné naleptání povrchu → lepší přilnavost
- nehrozí vodíková křehkost
- nebezpečí oxidace
mastnot – špatné odstraňování

Ultrazvukové čištění

- vlnění v odmašťovací lázni → tlakové změny → kavitace: mechanické působení rázových vln
- uvolnění nečistot z nepřístupných míst a pórů
- dispergace nečistot



Emulzní odmašťování

Složení lázní:

- organické rozpouštědlo (úzká destilační ropná frakce s vyšším bodem vzplanutí) - rozpouští mastnoty, snižuje jejich viskozitu
- organické emulgátory (sulfonáty, mýdla) - podporuje penetraci rozpouštědla do vrstvy nečistot
- alkálie

Postup:

- ponor, postřik nebo natírání
- oplach - odstranění emulze (heterogenní směs dvou kapalin, které se nesměšují): nečistoty s rozpouštědlem

Teplota: normální

Účinnost: vysoká

Nevýhoda: stabilní emulze - problém s odpadními vodami

Odmašťování parou

- pára (pojízdný vyvíječ s naftovým topením)
- přídavky:
emulgátor (stabilizuje emulzi) nebo alkalický odmašťovací roztok

Postup:

- odmaštění
- očištění čistou parou

Použití:

- velmi znečištěné rozměrné výrobky

Spalování mastnot

Použití:

- tenčí vrstvy mastnot na tenkostěnných výrobcích

Postup:

- ohřev (aby nedošlo k oxidaci):
mastnoty $\rightarrow$ plynné zplodiny +
snadno odstranitelné práškové nečistoty na
povrchu

Mechanické odmašťování

Velké výrobky

Mechanické působení

- kartáčování ...

+ Suspenze čistících látek

- vápno s přísadami ...

Oplachy

Provedení:

- studené
- teplé
- postřikem - nevhodné, pro velké kusy
- ve vaně s občasnou výměnou vody - nedokonalé
- ve vaně s jednoduchou výměnou vody - nejčastější
- dvoustupňový oplach protiproudý - nejvhodnější

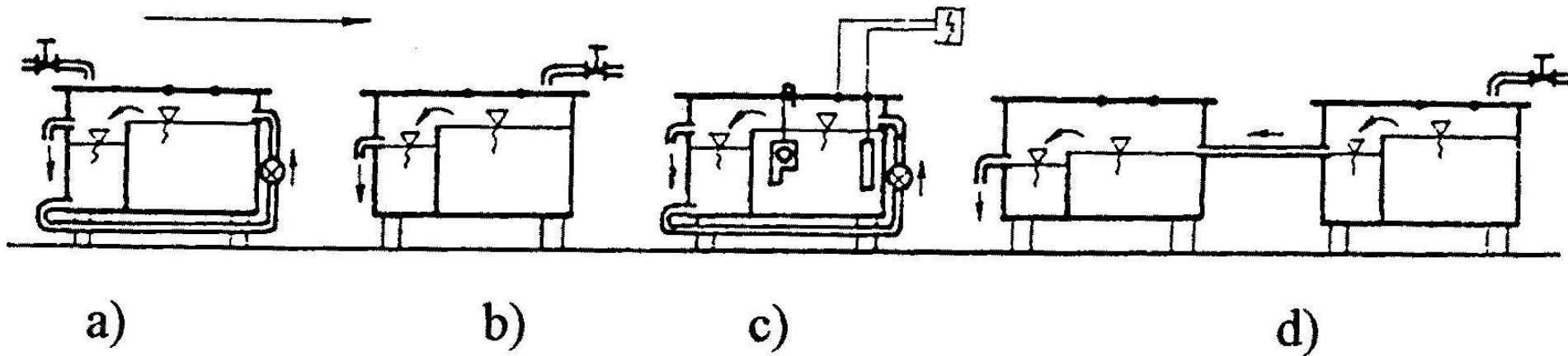


Schéma linky pro odmašťování v alkalických roztocích

- a) Chemické odmašťování
- b) Jednostupňový oplach s přepadem
- c) Elektrolytické odmašťování
- d) Dvoustupňový protiproudý

Moření

Použití:

- odstranění ulpívajících nečistot, především korozních a oxidačních zplodin (rez, okuje ...) pomocí chemické reakce
- lázně: kyseliny, méně v alkálie
- urychlení: anodická nebo katodická polarizace
- příprava povrchu před PÚ (galvanické, chemické - konverzní, elektrochemické, smaltování, tepelné povrchové úpravy, nanášení NH ...)
- konečná úprava povrchu

Technologie moření

- Postřik - výjimečně
- Ponor:

Technologická zařízení:

- soustava van
- doprava: ručně nebo automaticky
- kontinuálně pracující linky: jednotlivými vanami prochází např. nekonečný pás mořeného kovového plechu
- velikost provozů:
od cca $0,05 \text{ m}^3 = 50 \text{ l}$ (provozy s ruční obsluhou)
do cca $100 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ hl}$ (hutní linky)



Moření ocelí a litin v H_2SO_4

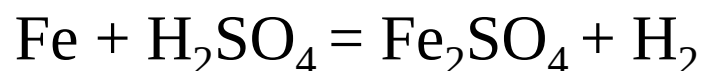
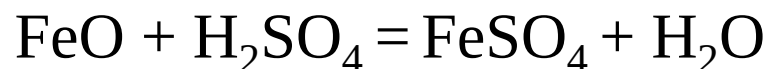
koncentrace 10 - 20%

teplota 40 - 70°C

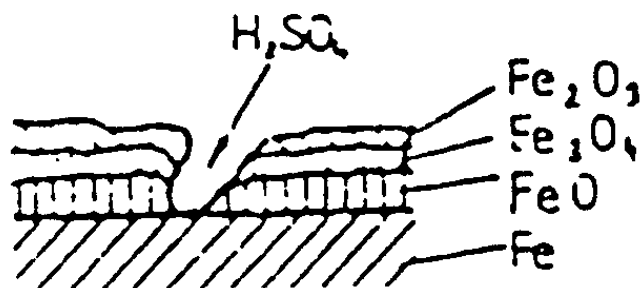
čas 10 - 30 min

nízká cena, spotřeba a exhalace (odpadní plyny)

nebezpečí přemoření

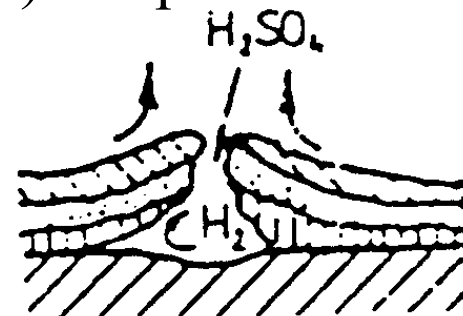


a) odleptávání



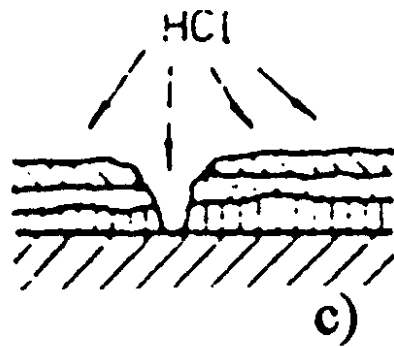
a)

b) odlupování → kal

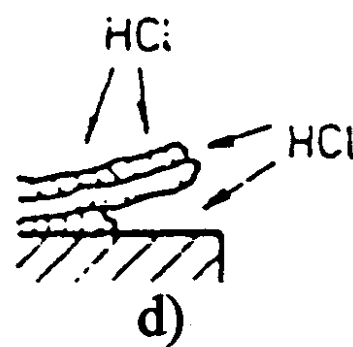


b)

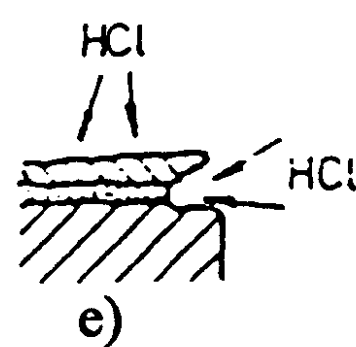
Moření ocelí a litin v HCl



c) odleptávání



d) rozpouštění vysokoteplotních okují



e) rozpouštění nízkoteplotních okují

koncentrace 10 - 20%

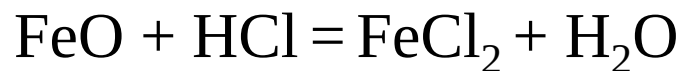
teplota dílny

rozpouští téměř všechny okuje →

větší spotřeba kyseliny

větší rychlost

čistější povrch



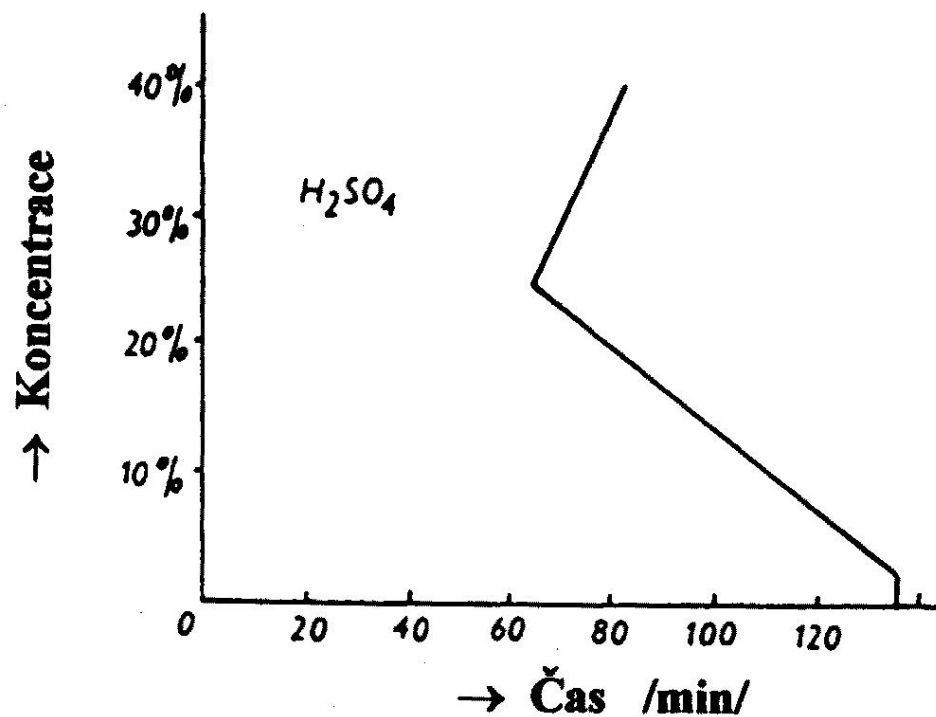
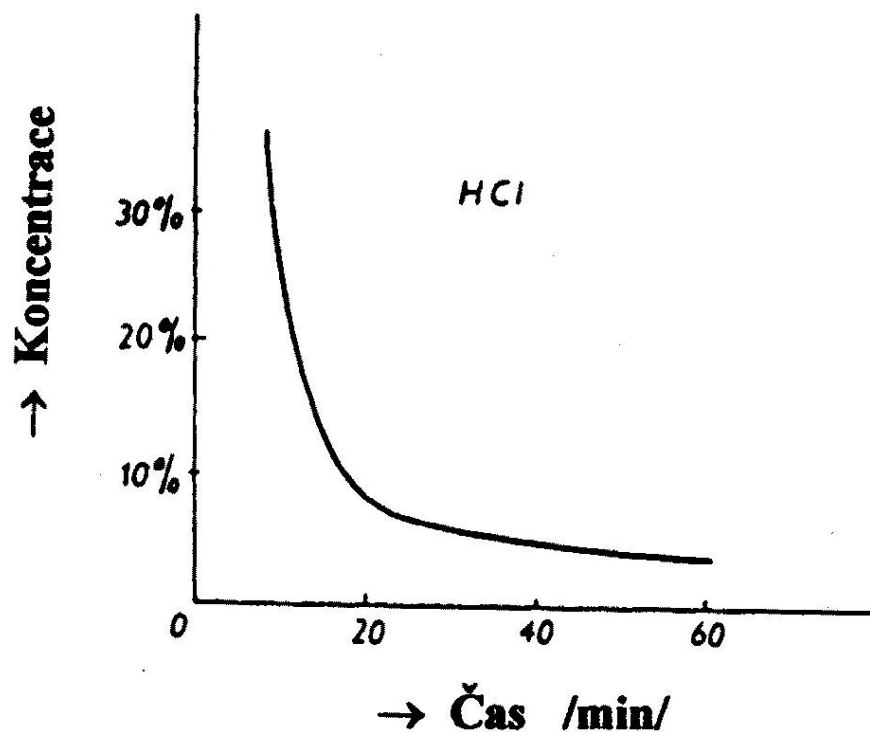
Použití:

před smaltováním

zinkováním

galvanováním ...

Vliv koncentrace lázní na čas procesu



koncentrace HCl nad 20% → exhalace

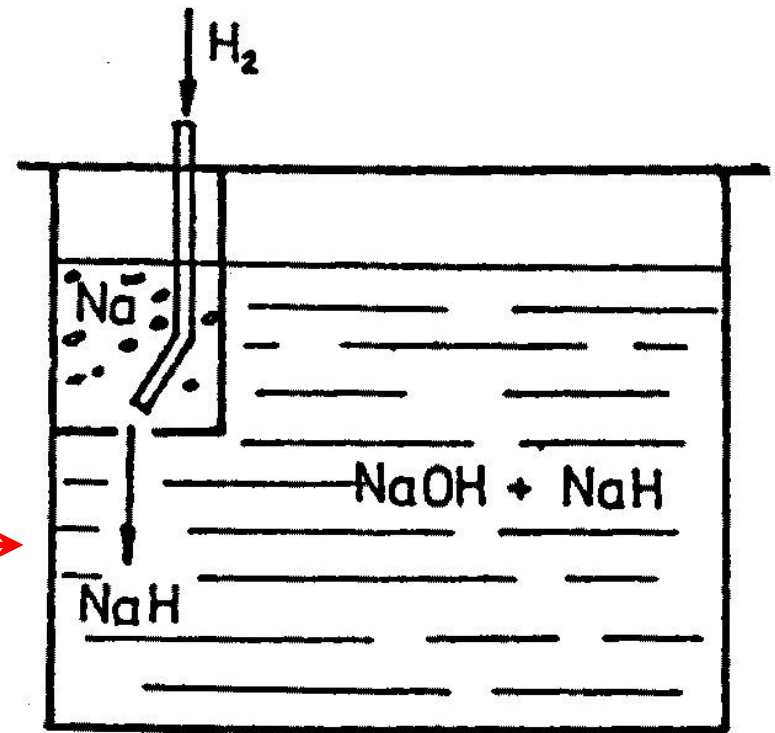
Moření legovaných ocelí

- obtížně rozpustné oxidy (Cr ...)
- směsi kyselin
např.: 20 - 40 % HNO_3
+ 3 - 10 % HCl (HF)

- redukční alkalické moření
redukce oxidů na kovy
rozpouštění v HCl

např.: tavenina 350°C 

$\text{NaOH} + \text{NaH}$ (1 - 3 %)



Moření neželezných kovů

Měď a její slitiny

- směs $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (HCl) - naleptání
- černohnědý dým (jedovaté oxidy dusíku) - opalování
- nutnost odsávání
- H_2SO_4
- pro CuO nelze pro Cu_2O

Hliník a jeho slitiny

- kyselé lázně: H_2SO_4 , HNO_3 , HF ...
- nejčastěji alkalické lázně: 10 - 20 % NaOH za tepla
- vyjasňování
zředěné kyseliny:
 HNO_3 , HF

Působení vodíku

Vliv vodíku z moření

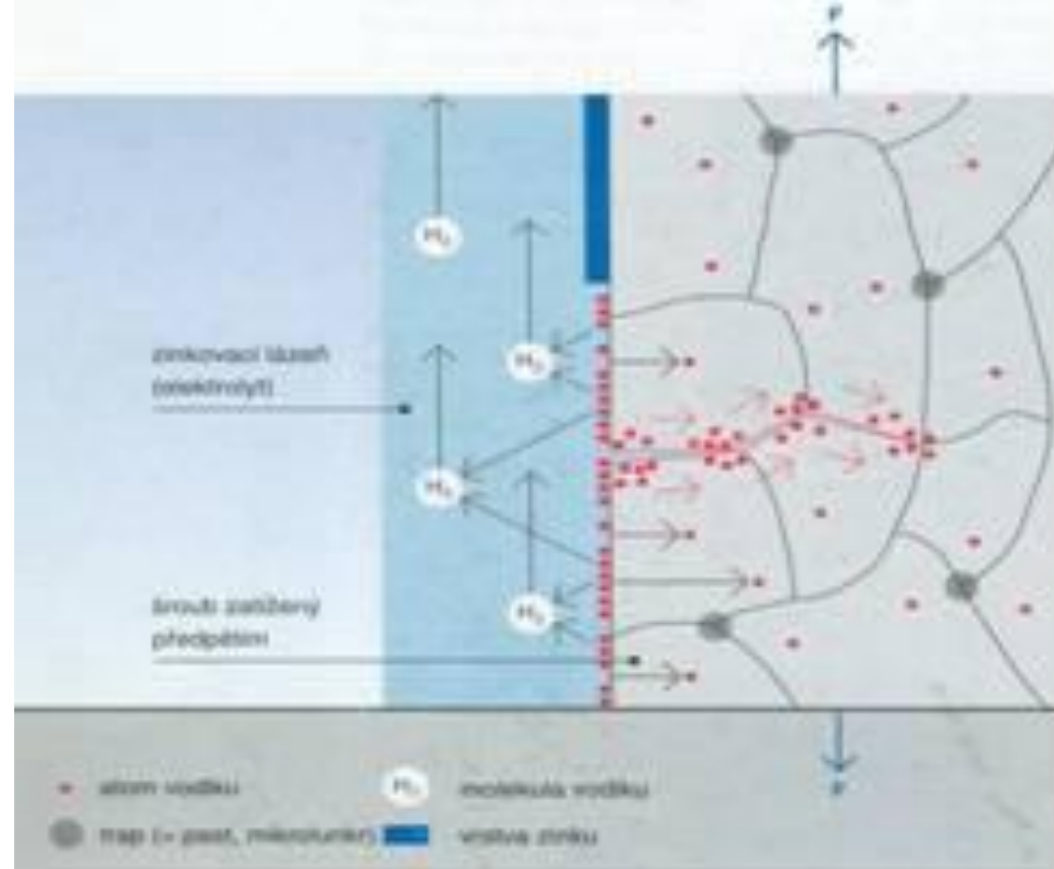
- Zhoršení přilnavosti
- Vodíková křehkost

Vlivy na stupeň pohlčení

- Druh kyseliny
 - Teplota
 - Stav povrchu
 - Čistota oceli
- vměstky - katodová místa

Odstranění

- Žíhání
- Snížení rychlosti napadání kovu kyselinou při moření - inhibitory (1 - 3 g/l)
→ tenký ochranný povlak



Moření sdružené s odmašťováním

Lázeň:

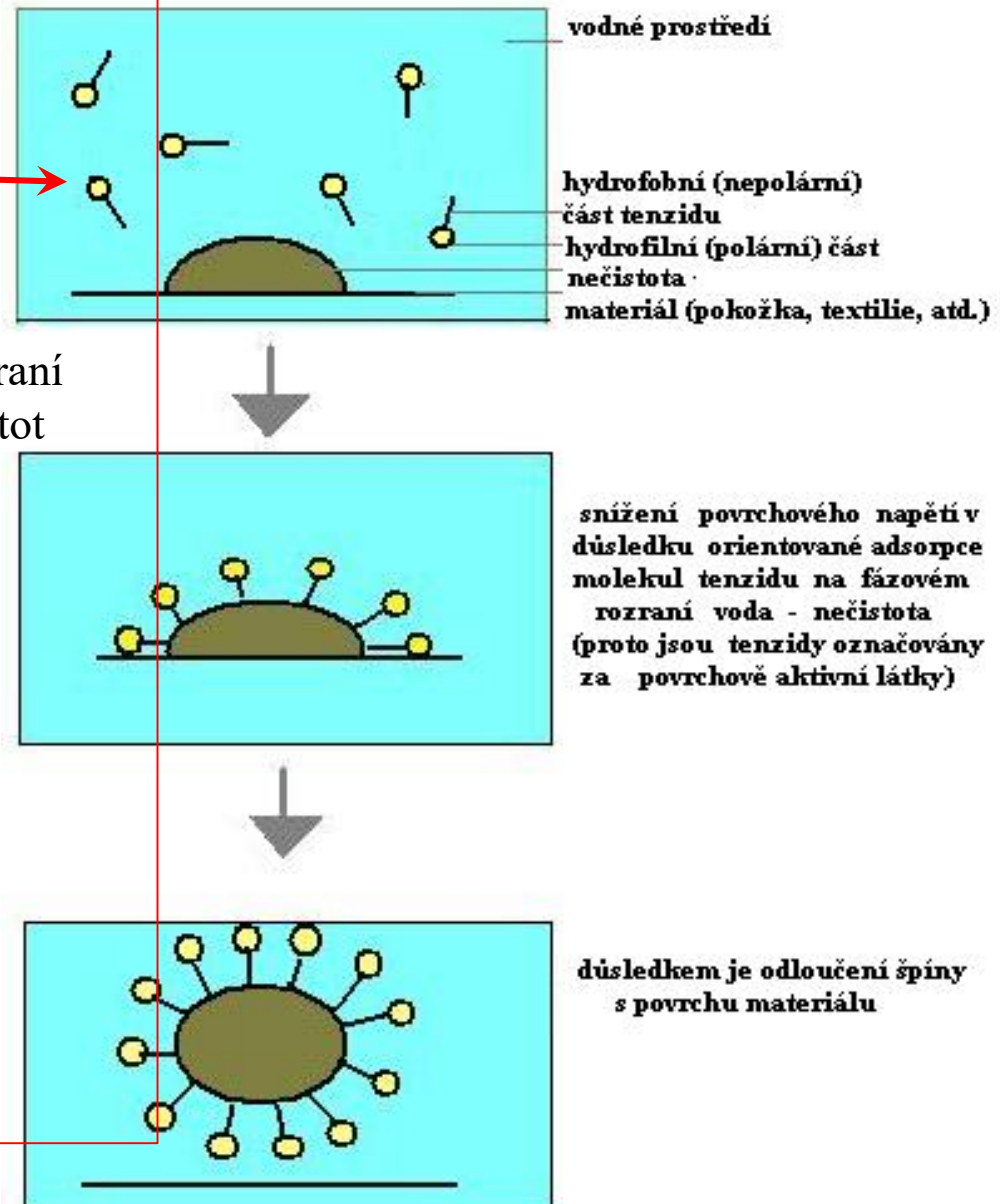
- mořící prostředek (minerální kyseliny)
- přísady zajišťující současné odmaštění:
organické **tenzidy**
 - povrchově aktivní látky (polární + nepolární část)
 - snižují povrchovou či mezifázovou energii
 - samovolně se koncentrují ve fázovém rozhraní
 - usnadňují rozpouštění a odstraňování nečistot
 - např. mýdlo
 - synteticky připravené tenzidy: saponáty

• Polární látky

- voda, alkoholy, karboxylové kyseliny (mravenční, citrónová, mléčná...)
- rozpustné ve vodě (hydrofilní)

• Nepolární látky

- uhlovodíky, tuky, vosky...
- nerozpustné ve vodě (hydrofobní)



Elektrolytické moření

Různé elektrolyty a zapojení:

Katodické

- V kyselině
- Katoda = předmět
- Anoda = desky z olova, grafitu ...
- Vodík - mechanické (odtrhování zplodin) i chemické působení (redukce vyšších oxidů)
- Nebezpečí vodíkové křehkosti

Anodické

- Anoda = předmět: oxidační proces, vývin kyslíku
- Nehrozí vodíková křehkost

Katodicko-anodické

- Přepólování:
- Katoda = předmět: redukce oxidů okují $\rightarrow$ FeO
- Anoda = předmět: rozpuštění FeO

Odrezování

- Rez - hydratované oxidy

Technologie odrezování:

- sdružená operace: odstranění korozních zplodin + vytvoření organokovové podkladové vrstvy = anodická ochrana kovového povrchu při následné aplikaci NH
- odrezovače:
 - kapaliny nebo pasty
 - kyseliny: HF, H₃PO₄ ...
 - + inhibitory + smáčedla + odmašťovadla
 - oplachové: odstranění rzi
 - bezoplachové: korozní vrstvy = komplexy s vysokou adhezí k povrchu → anodická ochrana

Postup:

- ponor, postřik nebo natírání

Odstraňování otřepů

Omílání

Broušení

Leštění

Elektrolytické odstraňování otřepů

Termické odjehlování

Chemické odstraňování otřepů (bezproudý proces)

- lázeň pro oceli třídy 10, 11, 12, u ostatních tříd ocelí potřeba lázeň vyzkoušet
- lázeň pro hliník a hliníkové slitiny s obsahem legujících prvků do 7%
 - hydroxid sodný, smáčedla, regulační přísady → saténový povrch, zabránění tvorby tvrdých inkrustů na stěnách zařízení

Postup:

- ponor odmaštěných součástek
- teplota: 20 - 25°C (lázeň se reakcí zahřívá - někdy chlazení)
- čas: nutno odzkoušet
- úbytek materiálu (po celém povrchu součástky) - nutno odzkoušet
- otřep se odděluje od obrobku v jeho základně, po upadnutí se rozpustí

Chemické odstraňování otřepů

Výhody:

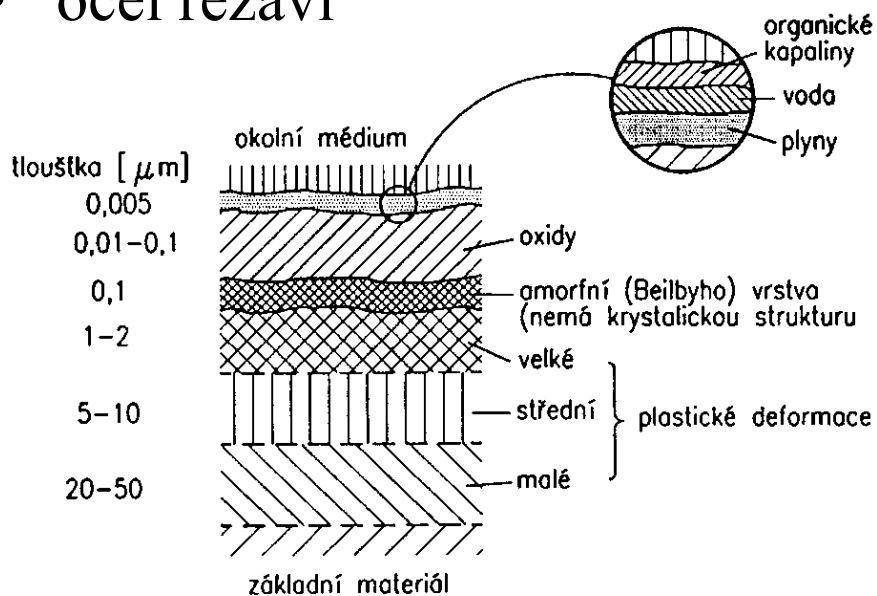
- jednoduché provedení
- vysoký výkon zejména u drobných součástí hromadně zpracovávaných
- vhodné pro tvarově složité součásti
- vhodné pro součástky s otvory - odstranění „vnitřních“ otřepů
- nepoškozuje citlivé povrchy (jako omílání, broušení ...)
- snadná kontrola procesu
- ekonomicky výhodné



Chemické a elektrochemické leštění

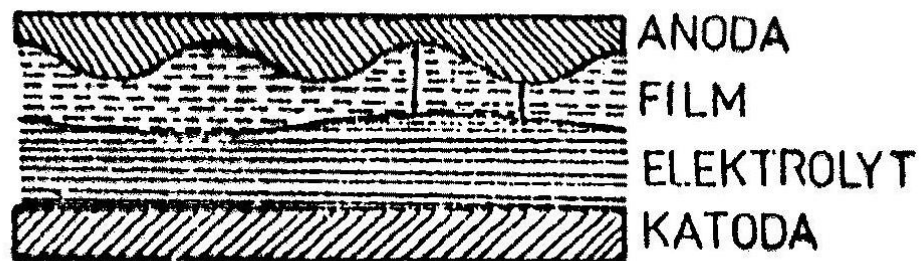
Chemické:

- pro jednofázové slitiny
- bez Beilbyho vrstvy
- vyrovnání mikronerovností
- pro Al, Cu, Ni a jejich slitiny
- ocel rezaví



Elektrochemické:

- anodické odleptávání v lázních s vysokým odporem anodického filmu
- katoda - Pb, Ti ...
- lázně: různé kyseliny
- pro Al, slitiny Cu, korozivzdorné austenitické oceli



Ponorová předúprava

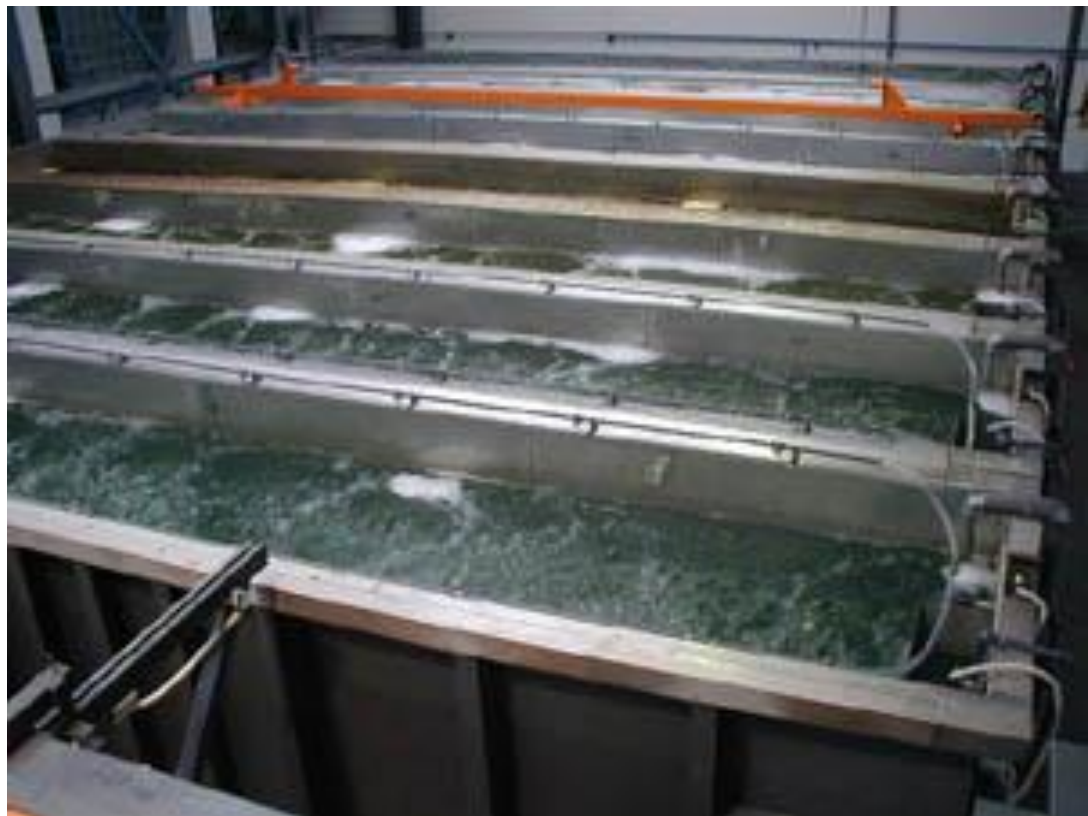
- sada lázní
- přesun výrobků jeřábem - ovládání manuálně nebo automaticky

Postup:

- ponoření
- vyzvednutí
- okapání od chemikálií
- další lázeň

Použití:

- pro dlouhé díly
např. hliníkové profily
- při malém množství produkce



Komorová předúprava

- dopravník
- komora

Výhody:

- maximální využití prostoru
- vhodné pro rozměrné výrobky
- 3-10 stupňů předúpravy
- automatické řízení

Procesy:

- odmašťování
- fosfátování
- chromátování ...



Tunelová předúprava

Použití:

- pro větší objemy produkce

Postup:

- výrobky procházejí tunelem - několik stupňů - kontinuální proces
- pojezd - podvěsný dopravník
- systém trysek: postřik chemikáliemi nebo oplachovými vodami.
- ohřev lázní - výměníky tepla
 - elektrické nebo plynové jednotky
- tepelná izolace
 - minimalizace teplotních ztrát

Procesy:

- alkalické odmaštění
- fosfátování: Fe, Zn ...
- chromátování
- titanování ...



Doprava výrobků

Manuální dopravník

- manuální doprava dílců linkou
- poloautomatický provoz:
výhybkové tratě, točny:
výběr různých směrů pohybu



Kontinuální dopravník

- automatické řízení
- cyklus výrobků:
bez zastavení projdou všemi
etapami procesu



ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY