

# SMALTOVÁNÍ

J. Kubíček  
2018 FSI Brno

- ▶ Smalty jsou typickým představitelem nekovových anorganických povlaků. Jejich ochranná funkce spočívá ve vytvoření nerozpustné, celistvé vrstvy natavené na podkladovém kovu, která izoluje kov od působení agresivních prostředí. Základní podmínkou této funkce je vyhovující přilnavost a neporéznost povlaku.

# Historie dle wikipedie

- ▶ Technologie smaltování byla již používána ve starověkých zemích dálného východu (Japonsko, Indie, Čína a v Egyptě – Tutanchámon). Výraznější zlom v použití smaltu nastal v období Byzance, kdy se jím zdobily reliefy z kovů. V 5 až 7. století n. l. technologie smaltování byla přenesena i do Evropy.
- ▶ V českých zemích je nejstarší použití smaltu zaznamenáno na českých korunovačních klenotech a na kříži Přemysla Otakara II. Nejdříve se používány barevné smalty na zlatě, výjimečně na stříbře. Až později s výrobou smaltovaných odznaků se objevuje na tombaku, což je vlastně mosaz Ms90 resp. Ms95. A to buď smalt průhledný, připomínající barevné sklo nebo neprůhledný – jakási barevná intarzie. Speciální odnoží ozdobnického smaltéřství je tzv. limožský smalt. Jde o ruční malbu, většinou miniatur, štětcem, za použití vypalovacích keramických barvítek na bílý již vypalovaný smalt, který se s barvítky opět vypaluje.

- ▶ Smalt jako povrchová úprava kovů je použita v 19. století (kolem r. 1850). Smaltovaly se nejdříve železné nádoby na vodu, pak i pekáče, kbelíky a i celé litinové vany na koupání. Smaltované nádoby odolávaly rzi a bylo možné je keramickými barvami zdobit. K nanášení smaltu se používalo sypání suchého smaltu sítkem nebo později máčení v mokré smaltové kaši, což byl vlastně vířný smaltový pudr ve vodě. Smalt se poté před vypálením musel pečlivě vysušit. Teplota pro vypalování smaltu na kov leží mezi 750–850 °C a její působení je velmi krátké. Teplota vypalování keramických barvítek do smaltu je mezi 700–750 °C.
- ▶ Zdroj: wikipedie

- ▶ Smalty – jsou v podstatě **skla modifikovaných vlastností**, které umožňují jejich přilnavost k povrchu kovů. Základní stavební jednotkou smaltů jsou tetraedry  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ , vyskytují se v krystalickém i amorfním stavu.
- ▶ Vytvoření křemičitých sklokeramických povlaků s vysokým podílem krystalické fáze (do 30%) žárovým způsobem.

- ▶ Vyrábí se ze skloviny, která je složena :
- ▶ ze sklotvorných oxidů, ať již kyselých (křemen, kyselina boritá), neutrálních (živec, kaolin, borax), nebo zásaditých (uhličitan sodný, draselný, vápenatý)
- ▶ z pomocných surovin jako jsou přídržné oxidy (nikelnatý, kobaltnatý), kalidla (oxid ciničitý, titaničitý), barvítka (oxid chromitý, kobaltnatý, manganičitý, železitý...), oxidační látky (dusitan draselný, oxid manganičitý)
- ▶ Krystalickou fázi tvoří: rutil, křemen, nefelín- $\text{NaAlSiO}_4$ , celsián  $\text{BaAl}_2\text{Si}$

- ▶ Základní složení smaltu a přísady:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CoO}$ , živce, uhličitany a fluoridy vápenaté. Tento komplex se roztaví, rozstříkem do vody vzniknou kuličky, které se drtí a melou na prášek zrnitosti cca  $1\ \mu\text{m}$  - tzv. **frita**. Frita se rozmíchá s vodou a jílem do tzv. břěčky.

- ▶ Vrstvy smaltu se na mořený povrch kovu nanáší ve formě suspenze (břečky) poléváním, máčením nebo stříkáním (u litinových předmětů i poprášením).
- ▶ Po vysušení **se vypalují při 800 až 950°C.**
- ▶ Nanáší se základní a krycí vrstva nebo jednovrstvé smalty. Moderními způsoby je nanášení v elektrickém poli (bez sušení) a elektroforézní.



- ▶ **Základní smalt** – je určen k natavování přímo na kov a k vytvoření přídržné mezivrstvy mezi kovem a funkčním povlakem. V důsledku přídržné reakce dochází k pevnému spojení sklovitého povlaku a kovu. Vlastní přídržnost souvisí s tvorbou tenké vrstvy oxidů  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  při vypalování. Tato adheze se zvyšuje přítomností přídržných oxidů ve smaltu.

- ▶ **Krycí smalt** – se natavuje na vypálený základní povlak a vykazuje požadované příslušné vlastnosti chemické, fyzikální, mechanické, které závisí od složení tohoto povlaku. Krycí smalty mohou být zakalené nebo transparentní. Hlavním typem zakalených smaltů jsou v současné době smalty titaničité a titaničitozirkoničité. Menší význam již mají typy antimonové, cíničité a ceričité.
- ▶ Zakalené smalty lze barvit na pastelové odstíny, transparentní smalty jsou většinou univerzálně barvitelné.

- ▶ **Jednovrstvé smalty** – spojují aplikační vlastnosti základních smaltů a funkční vlastnosti smaltů krycích. Jsou ekonomicky (energeticky) výhodné a používá se jich zvláště na konstrukčně složitější výrobky, kde tlustší nános smaltů dvouvrstvých je nevýhodný z hlediska vzniku pnutí, které působí porušení celistvosti povlaku.

# Vlastnosti smaltu:

- ▶ Vysoká chemická odolnost proti kyselinám a povětrnostním vlivům. Odolnost proti teplotě do 400 – 500° C , speciální druhy žáruvzdorných smaltů do 1000° C.
- ▶ Krystalické fáze velikosti několik  $\mu\text{m}$  – 30 %, zajišťuje zlepšení křehkolomových vlastností smaltu a zlepšení odolnosti proti teplotním šokům. Vynikající korozní odolnost proti kyselinám, horší proti zásadám – štěpí síť  $\text{SiO}_4$ .
- ▶ Tvrdost mezi 5 až 7 stupněm Mohsovy stupnice, 5 x více než ocel.

# Mechanické vlastnosti smaltu

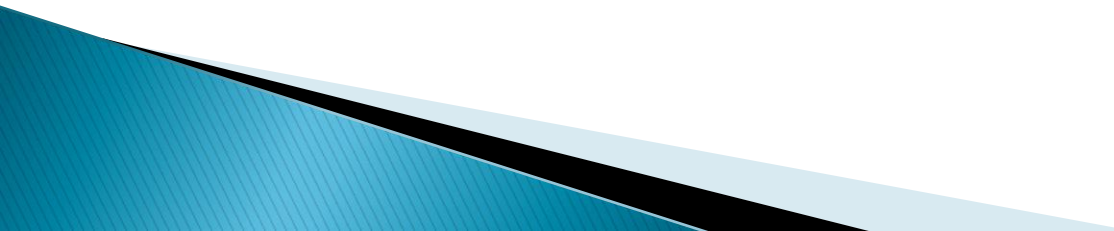
- ▶ Pevnost v tahu je malá – vznik trhlin a šíření trhlin nebrání žádná plastická deformace (malá pohyblivost dislokací, absence zplastizování čela trhliny, síť mikrotrhlin jako zárodků růstu makrotrhliny) Pevnost v tahu 70 až 90 MPa, pevnost v tlaku 700 až 13 000 MPa. Vodíkové trhliny typu „rybí šupiny“ – rekombinace vodíku při ochlazování.

# Charakteristika ocel. plechu vhodného pro smaltování

- ▶ Oceli s vyšším obsahem uhlíku (nad 0,1 %) se smaltují obtížně, neboť uhlík reaguje s oxidy ve smaltu za vývinu plynů během vypalování, jež způsobují vady povlaku (bubliny, krátery ap.). Negativní vliv na jakost povlaku (výskyt šupin) má i vodík, jehož zdrojem může být samotný kov (metalurgie, moření), pecní atmosféra i volná a vázaná voda ve smaltu.

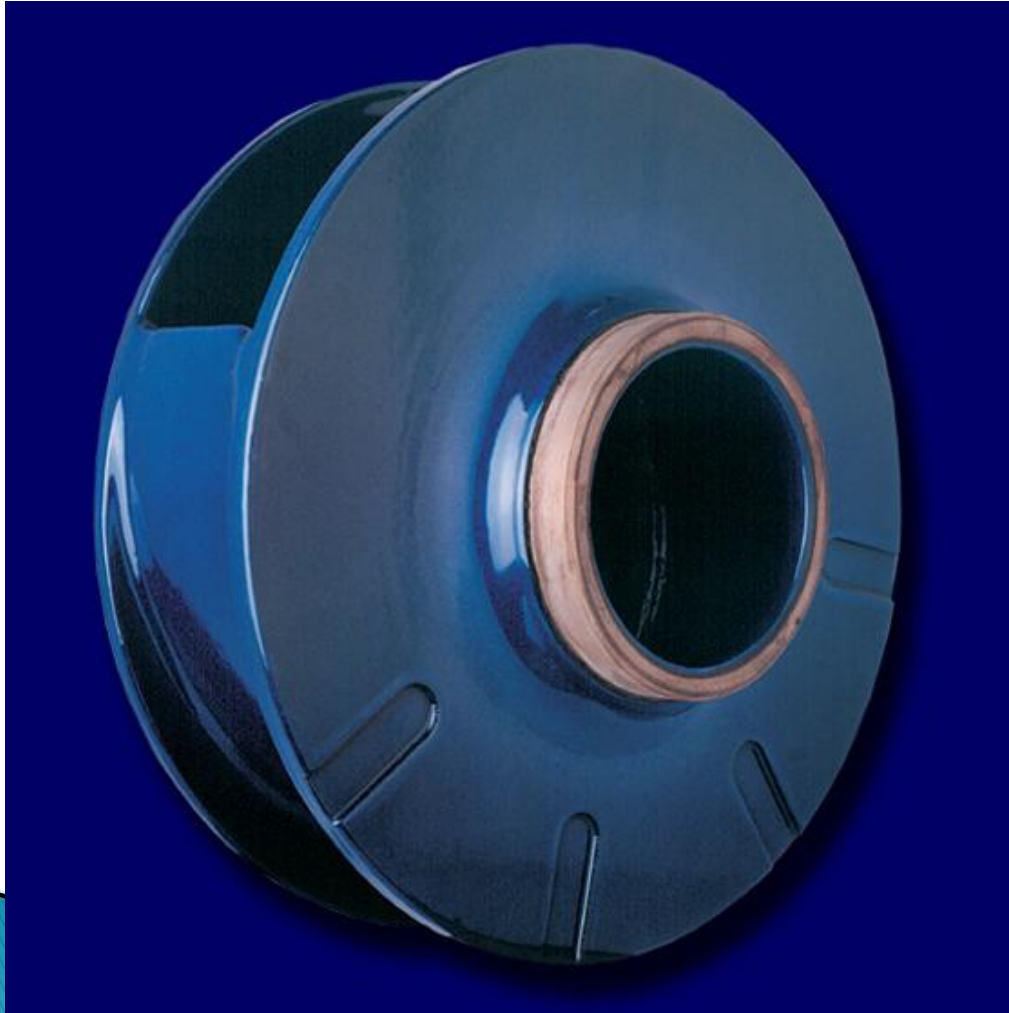
- ▶ U šedé litiny je požadována rovnoměrná, jemnozrnná, perlitická struktura o vhodném chemickém složení litiny. Volný cementit, stejně jako hrubozrnný grafit, způsobují nesnáze při smaltování. Nepříznivý vliv má také vyšší obsah a nerovnoměrné rozložení fosforu ve struktuře (vznik steaditu – teplota tání 950° C).

# Aplikace:

- ▶ Kouřovody a výměníky tepla,
  - ▶ Energetika, součásti topenišť, pecí, spalovací turbíny,
  - ▶ Stavebnictví, obklady stěn tunelů, staveb.
  - ▶ Zemědělství, nádrže na odpady, chemická hnojiva.
  - ▶ výroba, domácnost ...
- 



# Příklady smaltování





## ▶ Metro – stanice Kobyliisy

- ▶ Při realizacích v architektuře se řada firem specializuje na objekty s využitím skla a smaltu jako tradičních a vysoce kvalitních materiálů. U skla se uplatňuje některá velmi progresivní vlastní řešení, například zastudena ohýbané sklo. Kromě tradičních smaltovaných obkladů se používají velkoformátové smaltované obklady, které lze též zastudena ohýbat. Jedná se především o dopravní stavby velkého rozsahu.





# Metro – Černý most





- ▶ Pečící formy jsou vyrobeny z šedé litiny, která je posmaltovaná dvouvrstvým potravinářským smaltem. Jedná se převážně o repliky historických forem v různých barvách. Kromě vynikajících pečících vlastností jsou formy i krásnou dekorací, a proto i originálním dárkem.





Čepujeme

Pilsner Urquell®



**STAROPRAMEN**  
**SMÍCHOV - PRAHA 5**

*Auto-*  
*Laurin-Klement.*







HASIČSKÁ  
ZBROJNICE

POZOR  
ŠÍLENÁ  
ZAHRÁDKÁŘKA







Per Nøttrup  
Eva Helmer Nøttrup

- ▶ Klasický plecháček našich babiček v moderním provedení

- ▶ Smalt vypaluje za teploty 800°C, při které pigment pronikne do základního smaltu, čímž je zaručena nejvyšší možná přilnavost tisku a hrníčky jsou tak vhodné i pro mytí v myčce. Plechové hrnečky na smaltování používáme té nejvyšší jakosti a dbáme na to, aby byl zákazník vždy spokojen s kvalitou.

