

ŽÁROVÉ POKOVENÍ V ROZTAVENÝCH KOVECH

J.KUBÍČEK
2018 FSI BRNO

POVLAKY VYTVOŘENÉ ŽÁROVÝM ZINKOVÁNÍM PONOREM



Princip žárového zinkování

- ▶ Žárové zinkování ponorem (dále jen žárové zinkování) je metalurgický proces, při kterém se povlak na ocelovém nebo železném dílu vytváří vzájemnou reakcí základního materiálu výrobku se zinkovou taveninou v lázni. Při reakci kovově čistého povrchu ocele s roztaveným zinkem vznikají postupně slitinové fáze železa a zinku (gama, delta, zeta), ve kterých směrem od rozhraní materiál–povlak klesá obsah železa). Při vytahování z lázně ulpí na slitinových fázích vrstva čistého zinku (fáze eta). Pokud v průběhu chlazení tato vnější vrstva zinku nezreaguje se železem, pak povlak zůstává kovově lesklý. Za přítomnosti legujících prvků, které nejsou rozpustné v pevné eta–fázi zinku (cín, olovo), krystalizuje povrchová vrstva zinku a vytváří různé orientované krystaly tzv. květu.

- ▶ Zásadní vliv na průběh reakce železa a zinku má forma zeta-fáze, která má buď zhuštěný charakter a transport iontů železa, nutných pro další reakci, se zinkem brzdí, nebo mu neklade žádné překážky, pokud je struktura této fáze rozvolněná. Žárové zinkování se většinou provádí v ocelových vanách při teplotě 450 až 470 °C.



Postup žárového zinkování

- ▶ Předběžná úprava pro kusové žárové zinkování se skládá z **ODMAŠTĚNÍ** ve vodních zásaditých odmašťovacích prostředcích ,
- ▶ **MOŘENÍ** v kyselině chlorovodíkové (HCl) a jednotlivých mezioperačních oplachů.
- ▶ Speciální operací navíc oproti jiným technologiím je **NANÁŠENÍ TAVIDLA**, které zajišťuje konečné dočištění povrchu oceli před pokovením. Způsob nanášení tavidla rozlišuje technologii žárového zinkování na tzv. **suché a mokré** zinkování. Při mokré zinkování je tavidlo ve formě taveniny na hladině pokovovací lázně. Suché zinkování využívá vodný roztok solí, do kterého se díly ponoří a voda se následně, ještě před vstupem do roztaveného kovu, odpaří v sušárně. Základními složkami tavidla je **chlorid zinečnatý a chlorid amonný**. Na vlastnosti výsledného povlaku nemá výběr technologie žárového zinkování žádný vliv.

Reakce Fe – Zn

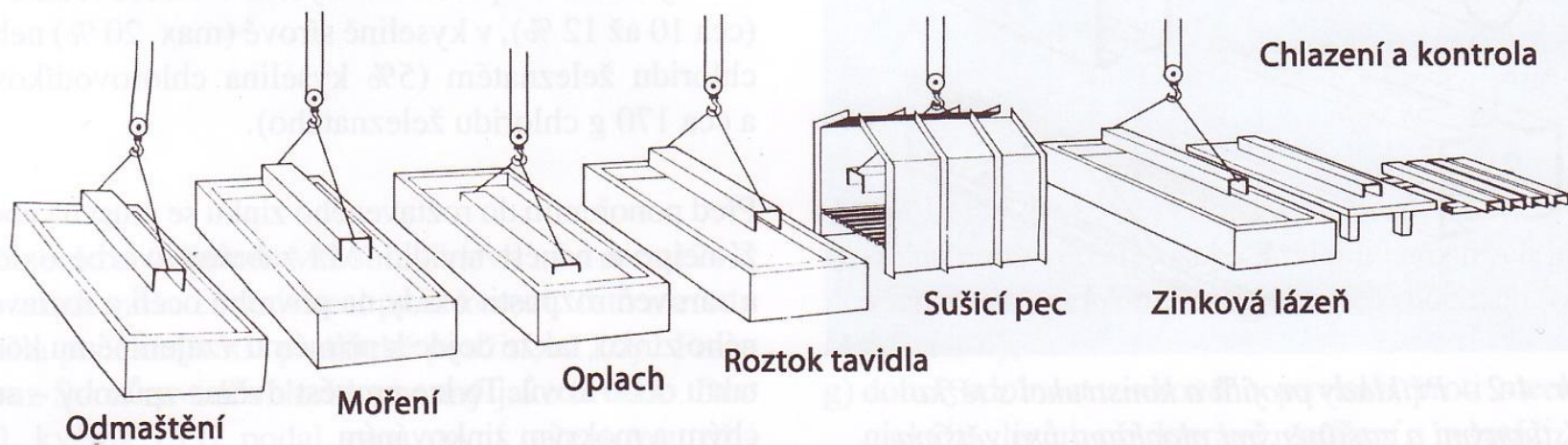
- ▶ Teplota taveniny Zn:
 - 450 – 460°C při kusové výrobě
 - 540–560°C při hromadné výrobě drobných dílů s následným odstřed'ováním
 - Teploty nad 470°C vyžadují keramické vany
 - Nižší teploty používají vany z čistého Fe, které snižuje rychlost reakce mezi Zn a stěnami vany

■ Složení zinkové lázně

- Základ je čistý Zn s obsahem 99,995%Zn
- Legury pro potlačení Sandelinova efektu, získání lesklého povlaku, lepšího stékání a zvýšení korozní odolnosti
- Hliník
 - 0,001 až 0,01% pro zvýšení lesku. Vyšší obsah vede ke vzniku černých nepokovených míst
 - Vyšší obsah 0,1 až 5% lze použít u pokovování pásu a drátu
 - Pro kontinuální žárové zinkování tenkých plechů lze použít obsah Al až 55% – Aluzink

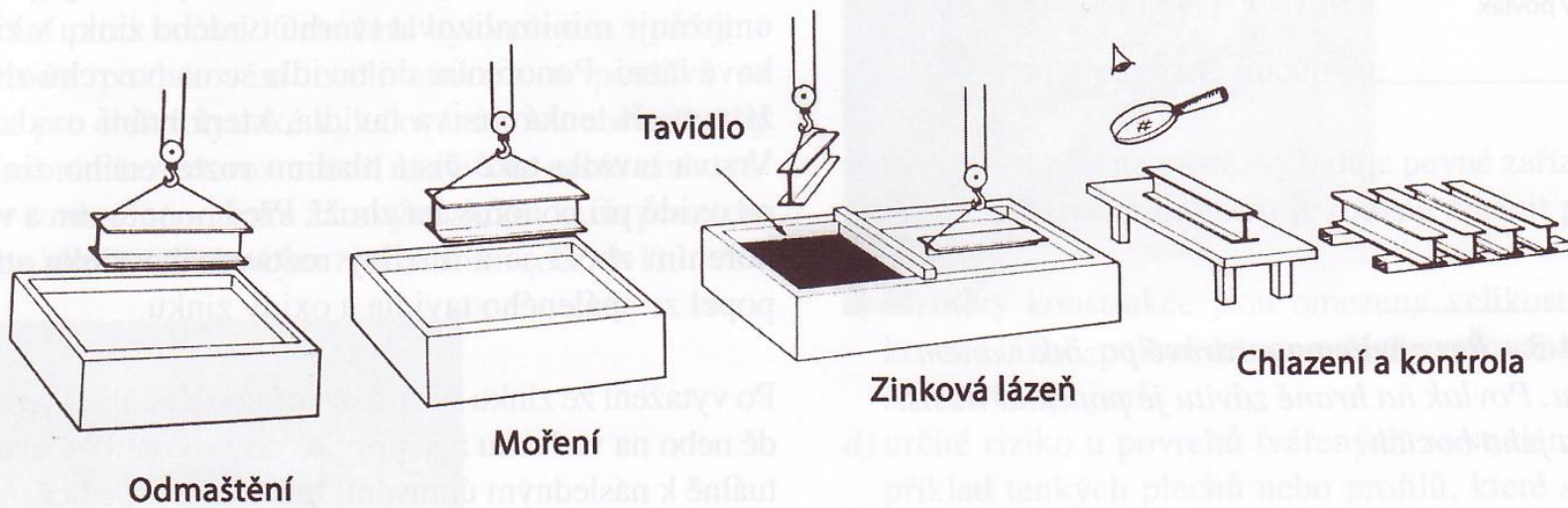
- Nikl
 - 0,05 až 0,07% eliminuje Sandelinův efekt a úpotlačuje lineární nárůst tloušťky u ocelí s obsahem Si do 0,22%. Vyšší obsah Si nemá vliv na nárůst tloušťky
- Olovo
 - Pro ovlivnění viskozity a povrchového napětí – ekologických důvodů se již nepoužívá
- Bismut
 - 0,1 až 0,2% jako náhrada olova – zlepšuje i přilnavost povlaku
- Cín
 - 1% dává vrstvě charakteristický „květ“

Suché zinkování

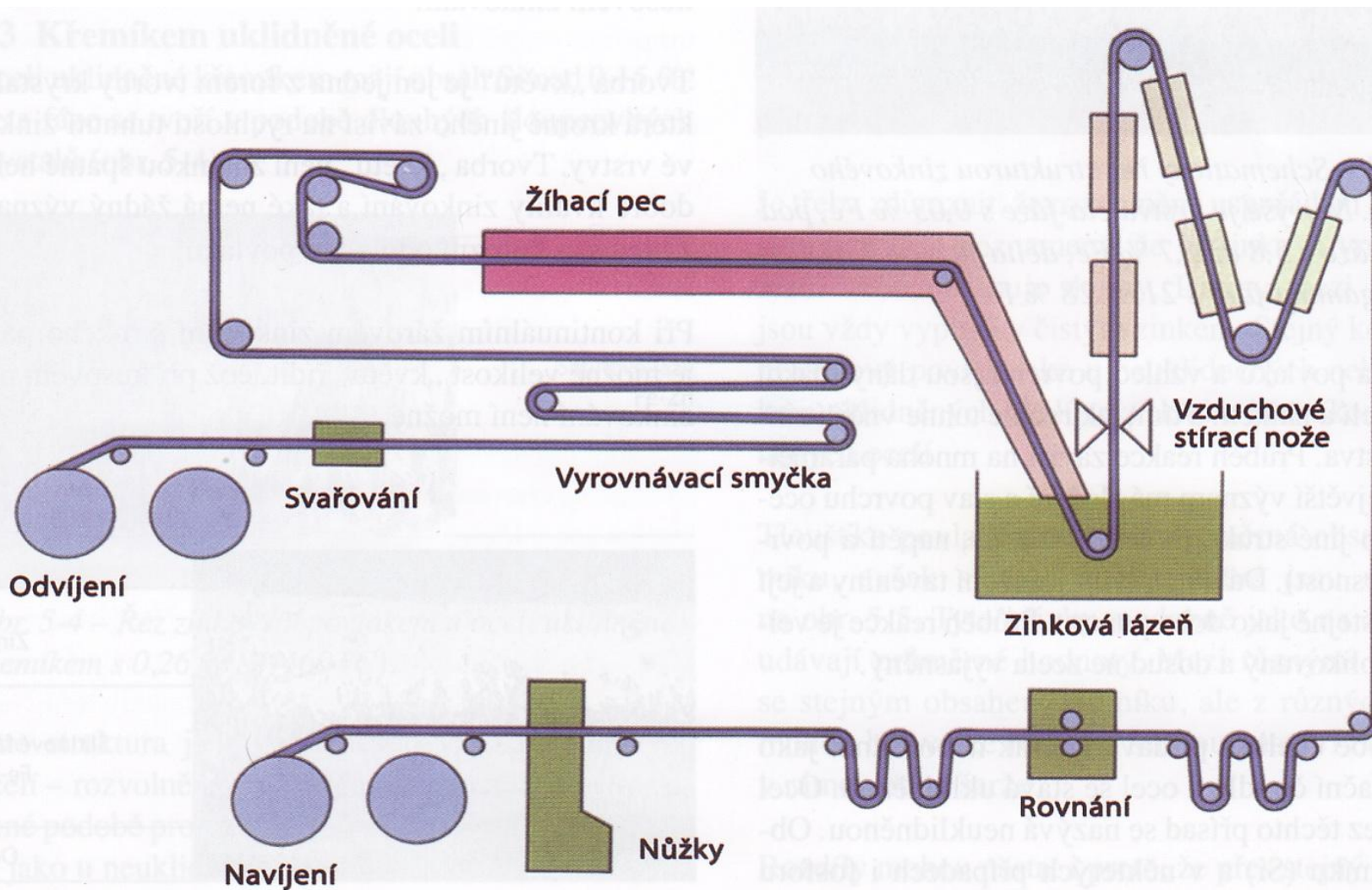




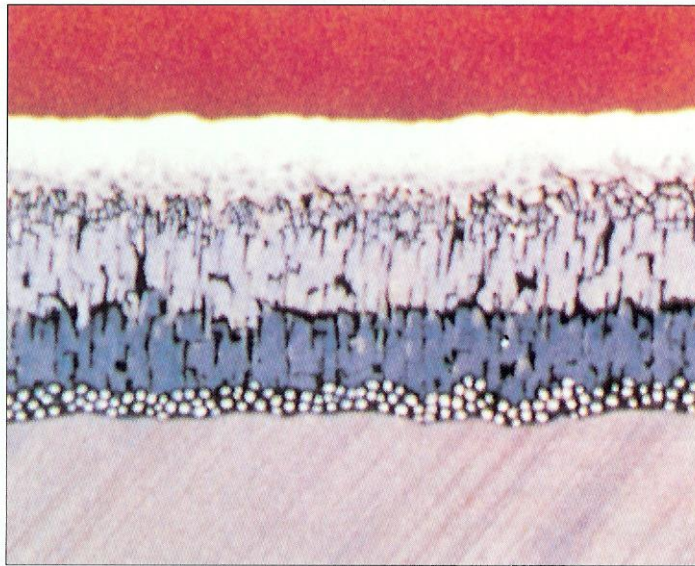
Mokrý zinkování



Kontinuální žárové zinkování plechu



Fázové složení zinkového povlaku



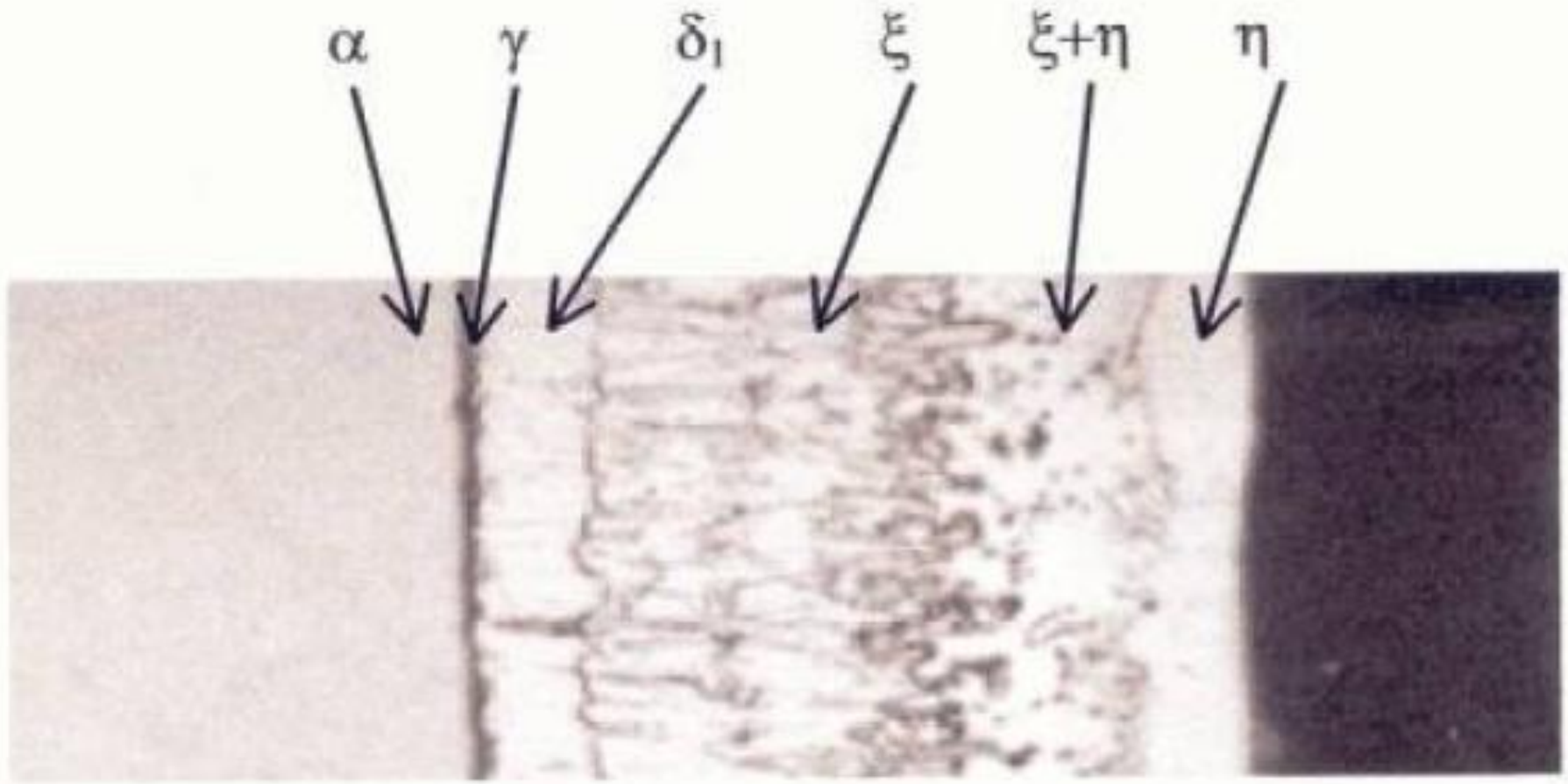
Eta fáze

Zeta fáze

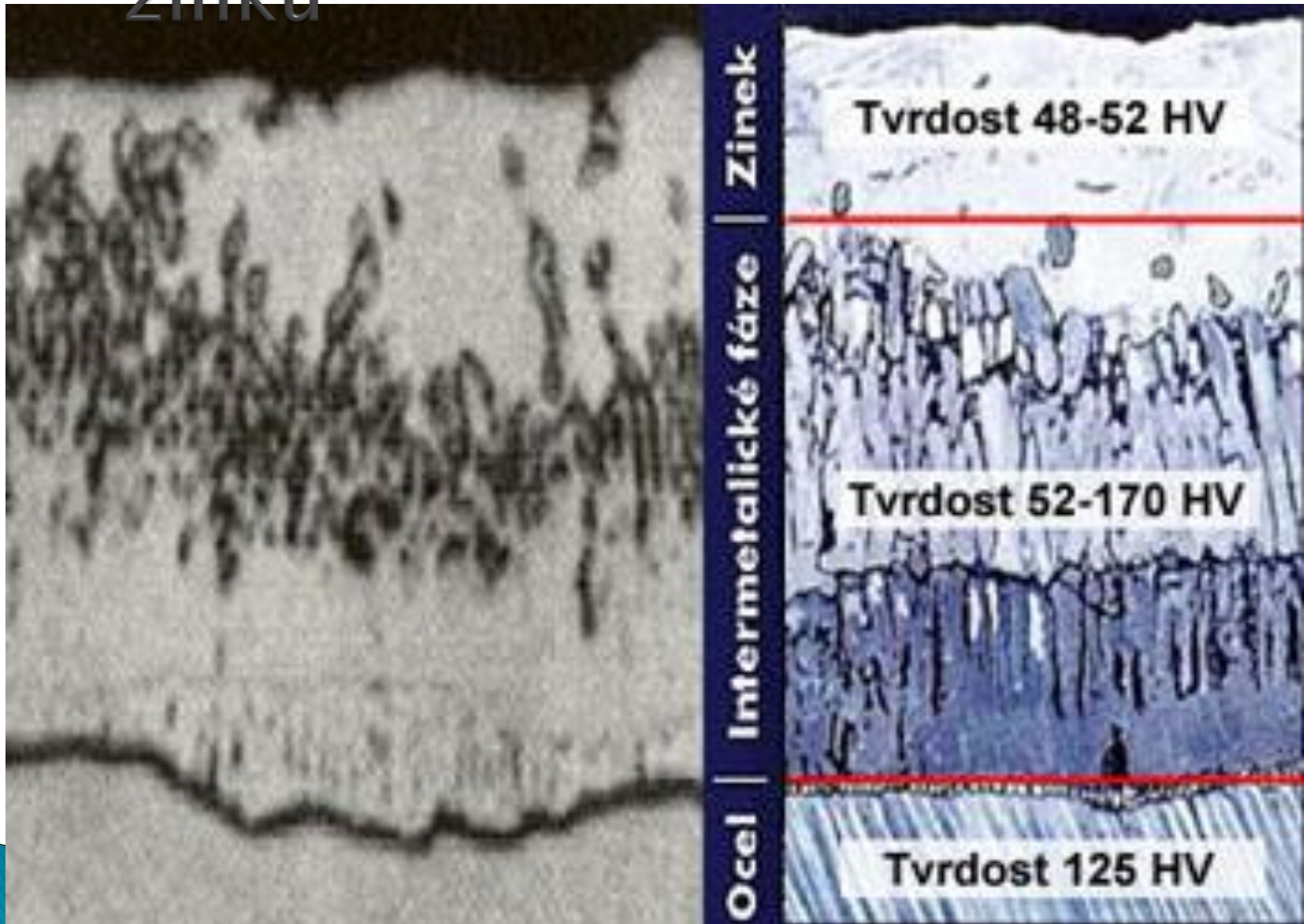
Delta fáze

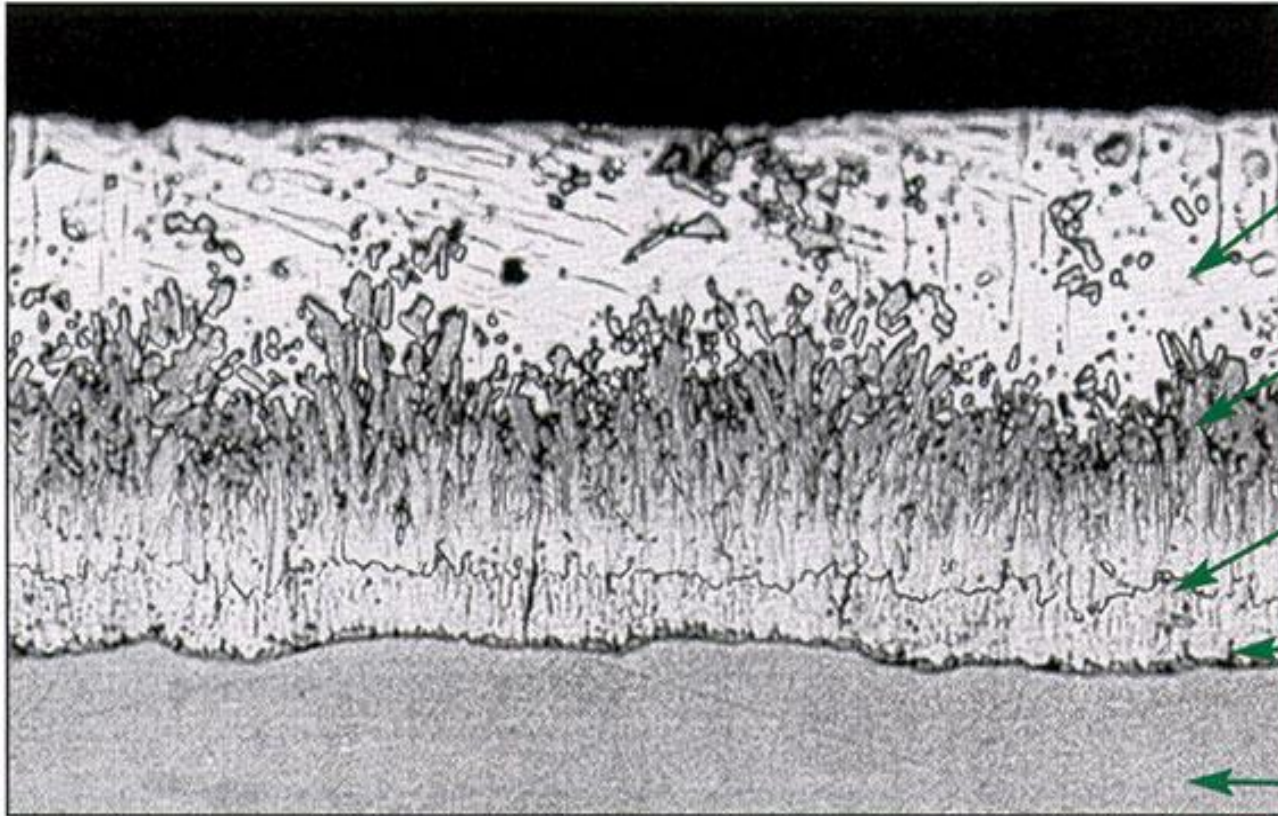
Gamma fáze

Rozložení fází



Rozložení tvrdosti v povlaku zinku





Eta
(100% Zn)
70 DPN Hardness

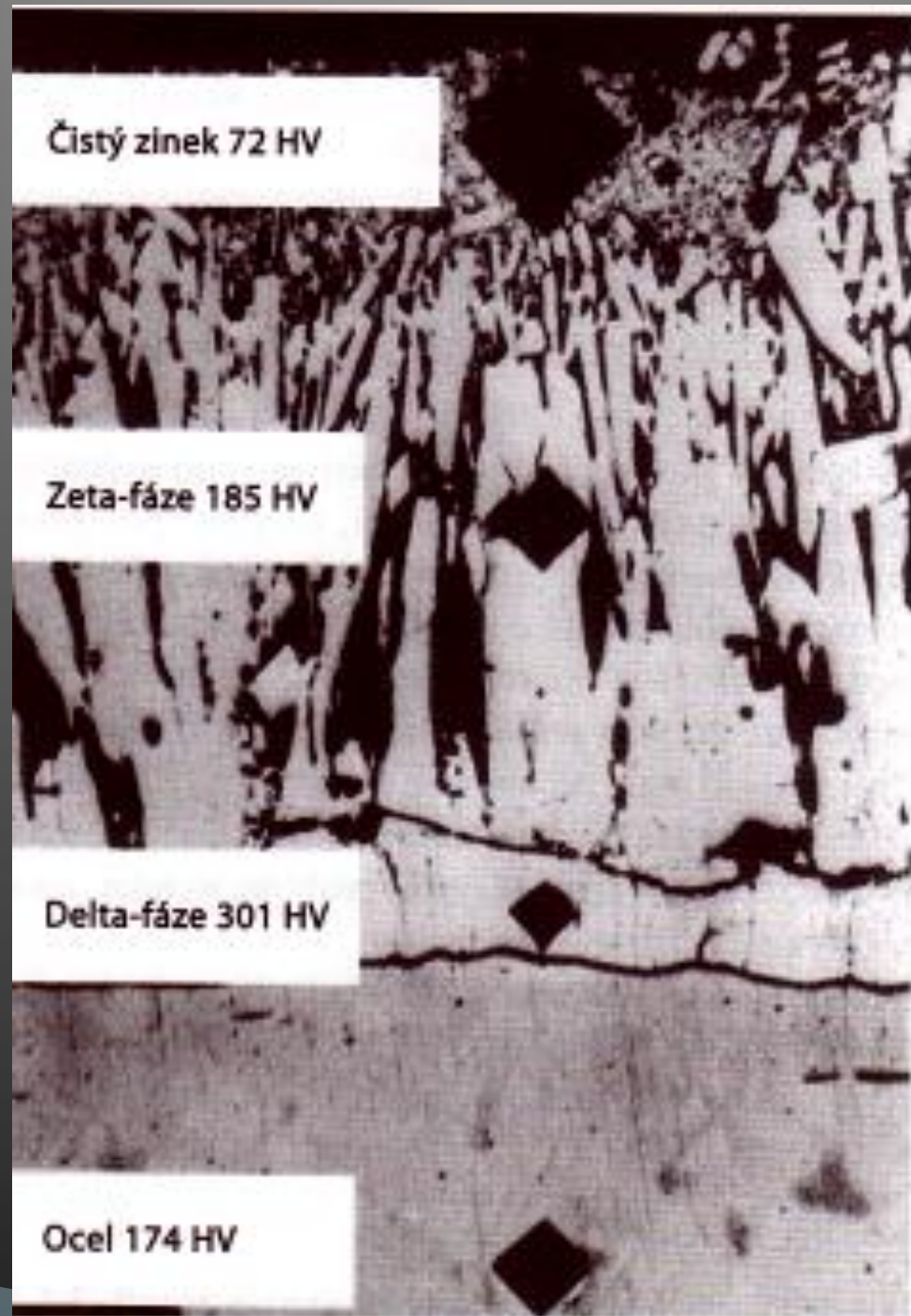
Zeta
(94% Zn 6% Fe)
179 DPN Hardness

Delta
(90% Zn 10% Fe)
244 DPN Hardness

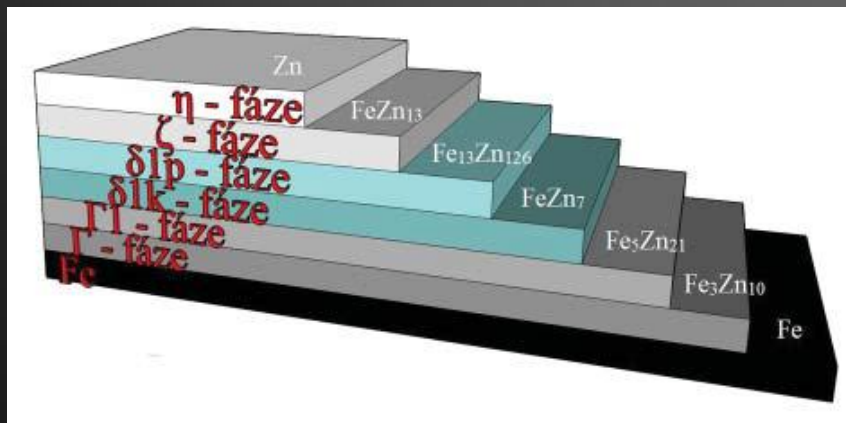
Gamma
(75% Zn 25% Fe)
250 DPN Hardness

Base Steel
159 DPN Hardness

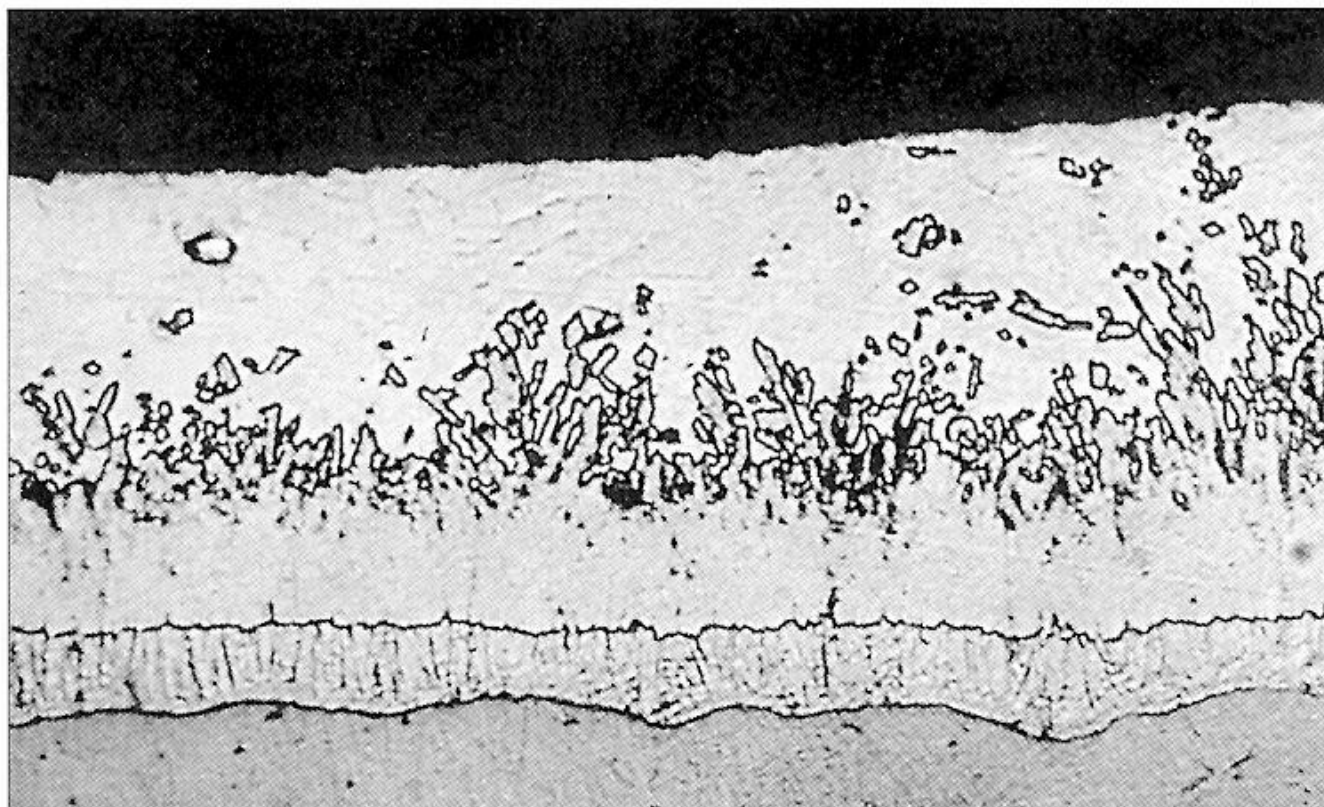
Průběh tvrdosti v povlaku zinku



Skladba povlaku žárovného zinku na oceli dle nejnovějších zdrojů



Příčný řez povlakem žárového zinku na neuklidněné oceli. Těsné uspořádání krystalů fáze Fe-Zn zabraňuje kontaktu roztaveného zinku s povrchem oceli. Difúzní tvorba povlaku. Relativně malá tloušťka povlaku, hladkost, tvorba „květu“ na povrchu, namodralý kovový lesk. Podobný charakter má i povlak na hliníkem uklidněných ocelích.

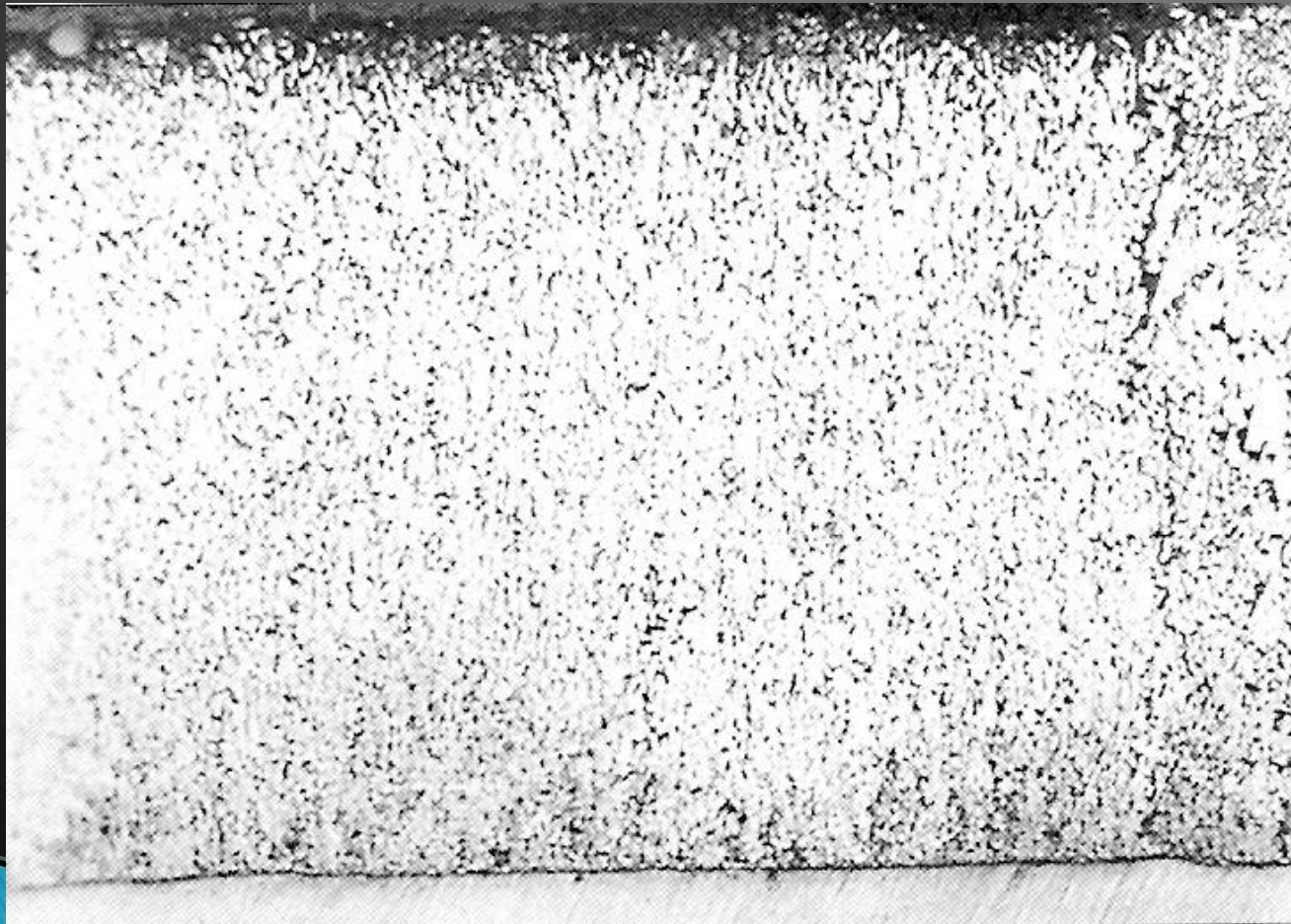


Zinek

Slitinové fáze Fe-Zn

Ocel

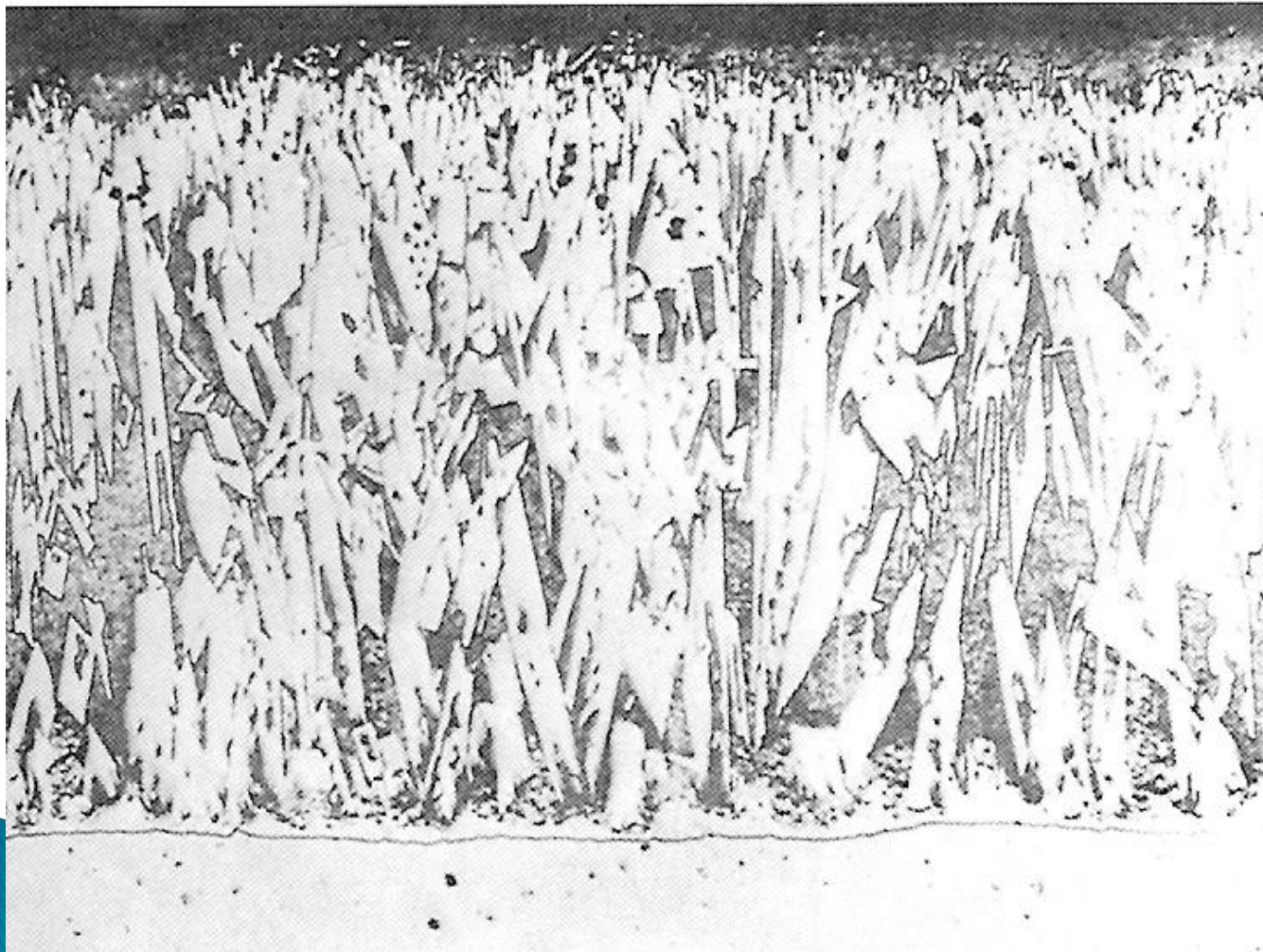
Příčný řez povlakem žárového zinku na částečně uklidněné oceli s 0,06% Si. Křemík ovlivňuje reakci mezi Fe a Zn (fáze zeta) tak, že krystaly jsou drobné a Zn má přístup k povrchu oceli. Povlak roste vysokou rychlostí.



Slitinové fáze Fe-Zn

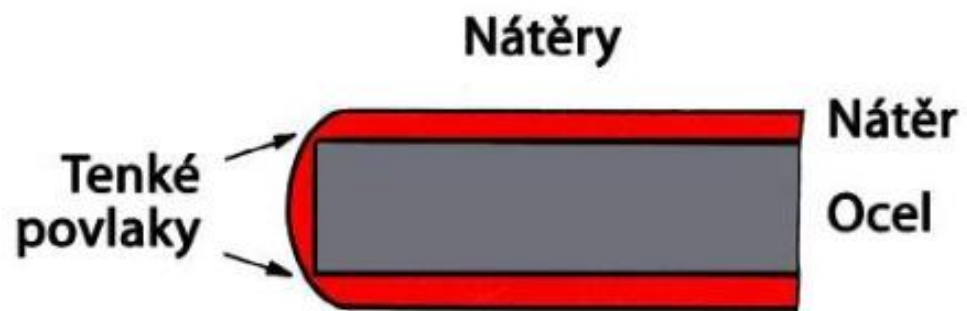
Ocel

Příčný řez povlakem žárového zinku na křemíkem uklidněné oceli s obsahem 0,26% Si s dlouhými sloupkovými krystaly fáze zeta. Krystaly mohou dosáhnout k povrchu povlaku a způsobují matný a hrubý povrch.

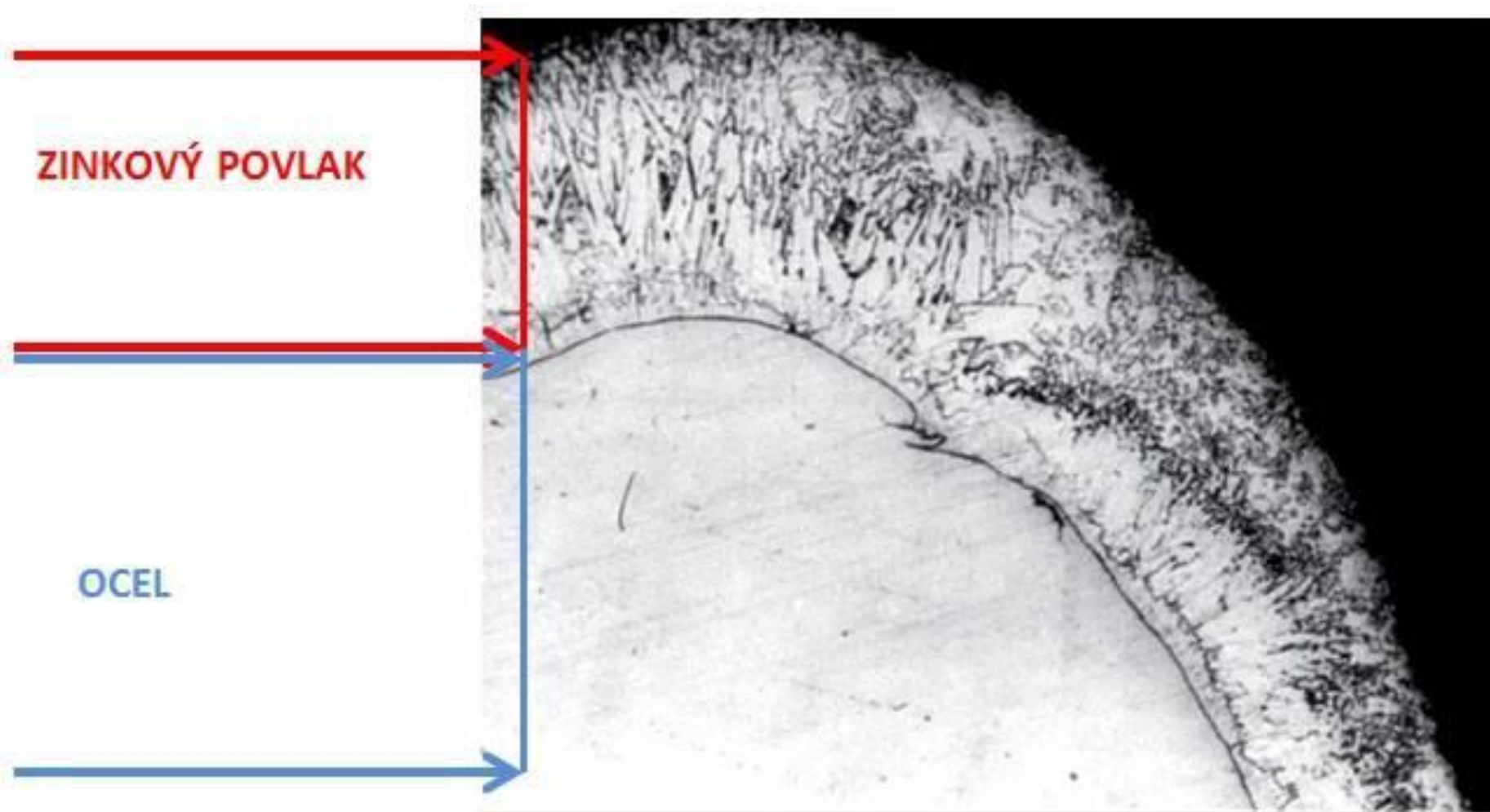


Slitinové fáze F

Ocel



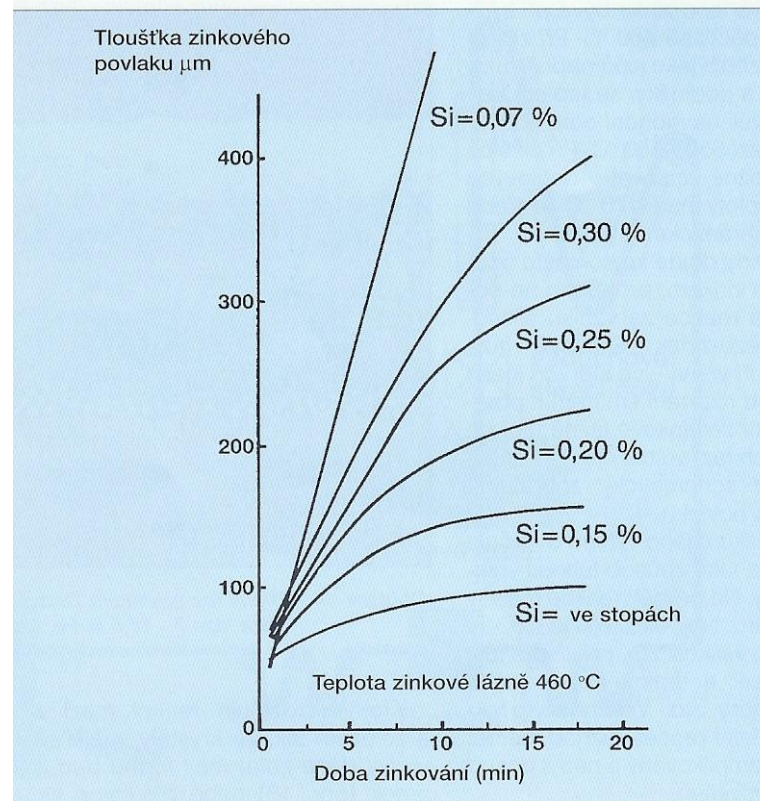
Řez závitem na žárově pozinkovaném šroubu - na hraně silnější povlak



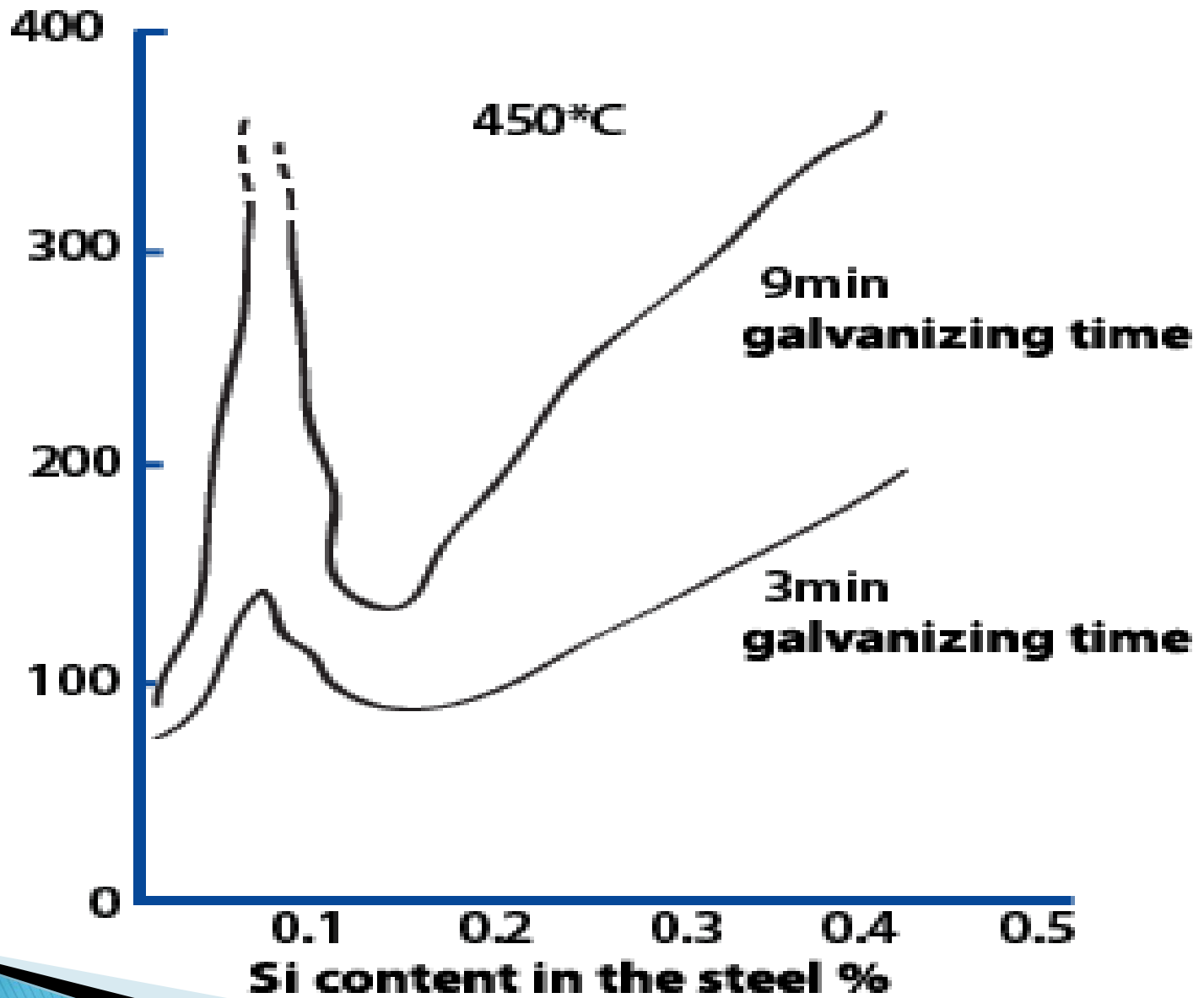
Typy ocelí dle obsahu Si

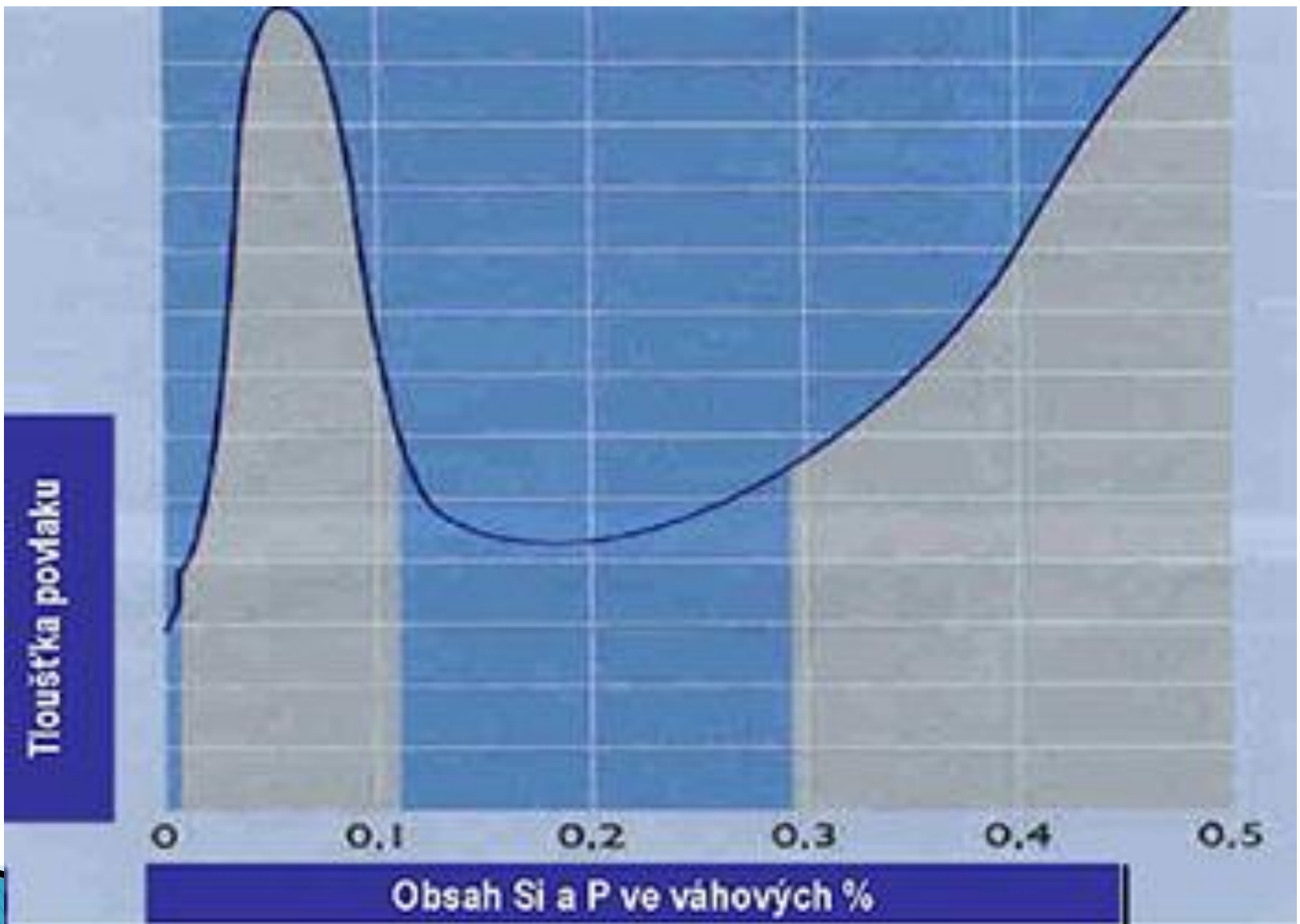
- ▶ Z hlediska vlivu obsahu křemíku v oceli na vytváření povlaku žárového zinku lze rozdělit oceli dle obvyklého množství obsahu křemíku na čtyři typy:
- ▶ Tzv. oceli s nízkým obsahem křemíku (nebo oceli neuklidněné křemíkem) s obsahem $< 0,03$ hm. % Si
- ▶ Oceli s obsahem křemíku v tzv. “Sandelinově oblasti” (podle R. W. Sandelina), tj. (0,03–0,12 hm. %)
- ▶ Oceli v “Sebistyho oblasti” (podle J. J. Sebistyho), tj. ($\sim 0,15$ –0,25 hm. %)
- ▶ Oceli s vysokým obsahem křemíku ($> 0,25$ hm. %)

Vliv křemíku na tloušťku povlaku



zinc coating thickness





Rozdíl obsahu Si v oceli a ve svaru





SDA MSi



- Typ:** Plný drát pro svařování v Ar-CO₂ nebo v CO₂.
- Aplikace:** Ocelové konstrukce, tlakové nádoby, loděařský průmysl, strojní díly a komponenty, potrubní díly a tlakové rozvody.
- Vlastnosti:** Nelegovaný plný drát se sníženým obsahem křemíku pro svařování v argonových směsných plynech nebo v čistém CO₂ pro konstrukce a komponenty které budou následně upraveny galvanickým pokovením, žárovým zinkováním nebo smaltováním.

Materiály:	DIN	EN	ASTM
Lodní průmysl		A, B, D, AH 32 až EH 36	A 131
Konstrukční oceli nelegované	St 33, St 37-2 až St 52-3	S185, S235 – S355	A 106/ A 515 / A 714
Tlakové nádoby	H1, H11, 17Mn4, 19 Mn 5	P 235 GH, P 265 GH, P 295 GH	A 283 / A 285 / A 414 / A 662 / A 372
Oceli na potrubí	St 35.8, St 45.8 StE 210.7 TM – StE 380.7 TM	P 235 T1/T2 – P355 N L 210-L380	A 369 / A 210 / A 106
Jemnozrné oceli	StE 255 až StE 380	S255-S380	A 516 / A 255 / A 333 / A 350 / A 612
Oceli dle API-norem		X42 až X60	

Chemické složení svarového kovu v % (pro směsný plyn typu M21):

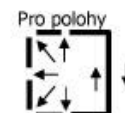
	C	Mn	Si	P	S
Svarový kov	0,05 – 0,10	0,5 – 0,8	0,2 – 0,4	< 0,025	< 0,025

Mechanické vlastnosti svarového kovu (typické hodnoty pro plyn M21):

Tepelné zpracování	R _{p0,2} [N / mm ²]	R _m [N / mm ²]	A ₅ [%]	Vrubová houževnatost ISO-V	
				Nárazová energie [J] RT	-20°C
u	> 355	460 - 600	> 20	> 60	> 47

u : po svaření

Průměry: Ø 0,8 – 1,6 mm



Svařitelnost pozinkovaných ocelí

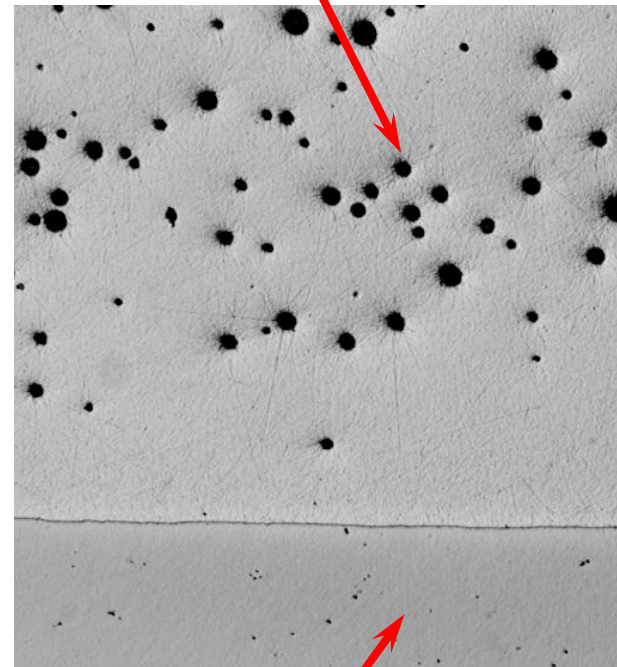
- ▶ Problémy vyskytující se při běžném svařování pozinkovaných plechů:
 - výskyt pórů – páry Zn vstupují do taveniny svarového kovu
 - zvýšený rozstřík – změnou chem. složení plynu nad tavnou lázní se mění povrchové napětí taveniny
 - nestabilní hoření elektrického oblouku – stejná příčina
 - riziko protavení základního materiálu
 - velký objem škodlivých kouřových zplodin během svařování. Zinkové výpary mohou při vyšších koncentracích způsobit zvýšení tělesné teploty, tzv. zinkovou horečku.
- ▶ vypálení (vyhoření) zinkové vrstvy na povrchu základního materiálu

Defekty ve spoji

Nedostatečná stabilita
oblouku a odpařování
Zn má za následek:

- ▶ Porozita
- ▶ Nedostatečné protavení
- ▶ Nerovný povrch
- ▶ Rozstřík

Porozita ve svaru



Základní materiál

MIG pájení

- ▶ Řešení problému svařitelnosti pozinkovaných ocelových polotovarů spočívá ve využití takových postupů a materiálů, které minimalizují poškození zinkového povlaku.
- ▶ MIG - pájení je relativně nová technologie, která využívá přídavné materiály na bázi mědi pro spojování povlakovaných ocelí bez natavení základních materiálů. Měděné přídavné materiály mají nízkou teplotu tavení cca 950 až 1100°C, narušení zinkového povlaku je tedy podstatně omezeno. V těsném okolí svaru je jen nepatrné odpaření zinkového povlaku, které je katodickou ochrannou chráněno.
- ▶ Výhody MIG - pájení oproti svařování:
 - ▶ spoj bronzovým PM je odolný proti atmosférické korozi i v mořské vodě
 - ▶ snižuje se riziko protavení svarové lázně tenkých plechů díky nižší teplotě tavení drátu
 - ▶ je zajištěna katodická ochrana okolí svaru i protilehlé strany plechu
 - ▶ nižší pevnost spoje lze kompenzovat větší plochou
 - ▶ k vypařování zinkové vrstvy dochází pouze ve velmi malém množství

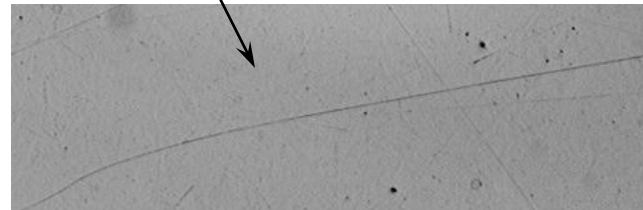
Přídavné materiály:

- ▶ **CuSn 1** – 0,8-2% Sn, zbytek Cu, nepřípustná nečistota je P. Tato bronz dobře odolává korozi v kouřových plynech. Plný drát.
- ▶ **CuSn 6** – 5-7% Sn, a cca 1,3% P.zbytek Cu, používá se tam, kde se vyžaduje zvýšená odolnost proti korozi při dobré pevnosti a houževnatosti. Přísadou fosforu se zvyšuje mez pevnosti. Plný drát.

- ▶ **CuAl8Ni2** – Al - cca3%, Ni=2%, zbytek Cu, je často používán jako návarový přídatný materiál. Má dobré kluzné vlastnosti i odolnost proti korozi. Vyrábí se jako plný i jako trubičkový drát.
- ▶ **CuSi 3** – Si<3%, Mn=1%, zbytek Cu. Výborně odolává povětrnostním vlivům. Velmi často používán pro automobilový průmysl. Plný drát např. OK Autrod 19.30 firmy ESAB.
- ▶ **CuSiAl** – Si=2,5%, Mn=1%, Al=1,5%, zbytek Cu. Speciální trubičkový drát pro MIG pájení např. Mecufil 903 od firmy WIRPO.

Minimalizace defektů ve spoji

Kov pájky



MISON® Ar stabilizuje oblouk



Gas metal arc braze welding

Gas metal arc welding

Gas metal arc braze welding

Back

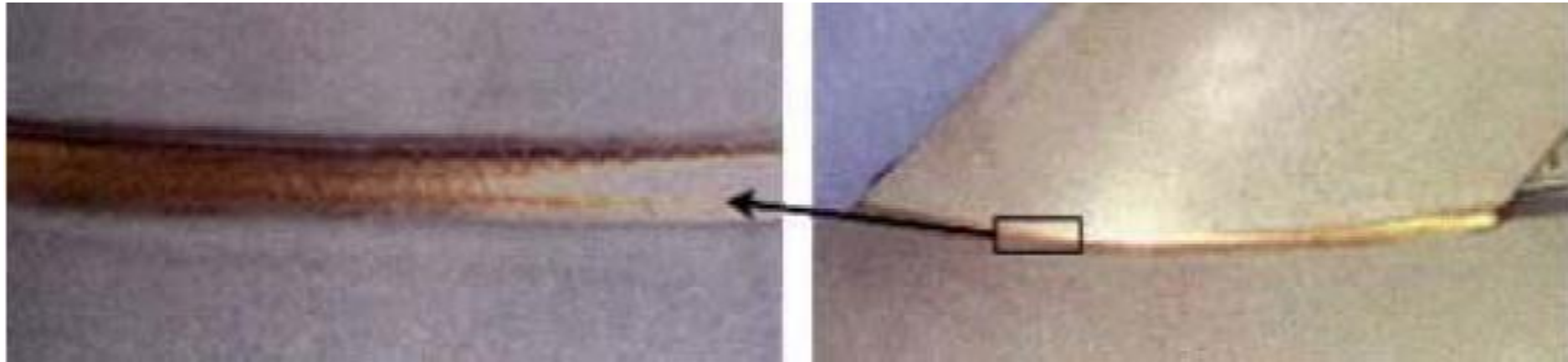
Gas metal arc welding

Back

Žárově pozinkovaná ocel

Základní třída	Tloušťka povlaku μm	Ochranný plyn
Z 100	7	MISON 8 CORGON 10
Z 140	10	MISON 8 CORGON 10
Z 200	14	MISON 8
Z 275	20	CORGON 18
Z 350	25	CO ₂ CORGON 20

Uplatnění v automobilovém průmyslu



Vliv žárového zinkování na mechanické vlastnosti oceli

- ▶ Pevnost v tahu a tlaku, vrubová houževnatost a tvárnost žárové zinkování prakticky neovlivňuje
- ▶ Napětí po svařování žárové zinkování sníží až o 60%
- ▶ Únavová pevnost může být nevýznamně snížena
- ▶ Křehkost a praskání při tvarování neuklidněných ocelí za studena

VÝHODY ŽÁROVÉHO ZINKOVÁNÍ

- ▶ Zinkový povlak, zhotovený žárovým zinkováním, má oproti zinkovým povlakům, připraveným jinými technologiemi, určité výhody. Slitinové fáze na rozhraní ocel-povlak, které jsou výsledkem metalurgické reakce, jsou příčinou velmi dobré přilnavosti povlaku a významně ovlivňují jeho mechanické vlastnosti. Čistý zinek je měkký kov, ale slitinové fáze Fe a Zn, které vzniknou při zinkování, mají tvrdost, srovnatelnou s podkladovou ocelí, fáze delta je dokonce podstatně tvrdší Tato kombinace dává zinkovému povlaku odolnost vůči nárazu a otěru.

VÝHODY ŽÁROVÉHO ZINKOVÁNÍ

- ▶ Další výhodou je skutečnost, že při žárovém zinkování ponorem vzniká povlak žárového zinku všude tam, kde došlo ke kontaktu čistého kovového povrchu s taveninou zinku, tedy i na vnitřním povrchu dutých částí. Vytvořený povlak je neporézní a rovnoměrný po celém povrchu. Ani na hranách nedochází k jeho ztenčení. Naopak se hrany narůstajícím povlakem žárového zinku částečně zaoblí, proto je zbytečné vyžadovat u dílů, určených pro žárové zinkování, zaoblení hran na poloměr 2 mm, jak vyžaduje norma ČSN EN ISO 12944-3.

Přednosti žárového zinkování

- ▶ Vysoká životnost a nízké náklady
- ▶ Stálost povrchu vůči extrémním povětrnostním podmínkám
- ▶ Chrání ocel elektrochemicky – katodická ochrana
- ▶ Ochranou oceli přispívá životnímu prostředí a nepoškozuje ho
- ▶ Na hranách a v rozích vzniká stejně silný povlak
- ▶ Rovnoměrná vrstva uvnitř i na povrchu ocelových konstrukcí
- ▶ Možnost použití dalších nátěrových hmot
- ▶ Úspora nákladů na údržbu

Nevýhody žárového zinkování

- ▶ S rostoucí tloušťkou slitinových fází a celého povlaku roste vnitřní napětí a povlaky jsou náchylné k poškození při hrubém mechanickém namáhání. Ve většině případů dochází k prasknutí povlaku uvnitř metalurgických fází, takže i po tomto poškození zůstává na povrchu oceli alespoň několik mikronů povlaku. Měřením adhezních sil odtrhovou metodou, podle normy ČSN EN 24624, bylo na pozinkovaných vzorcích prokázáno, že nejmenší naměřená hodnota, při které došlo k oddělení alespoň části povlaku, dosáhla 10 MPa. Tato přilnavost je dostatečná pro běžnou manipulaci, ale i pro jemné tryskané pod nátěr.

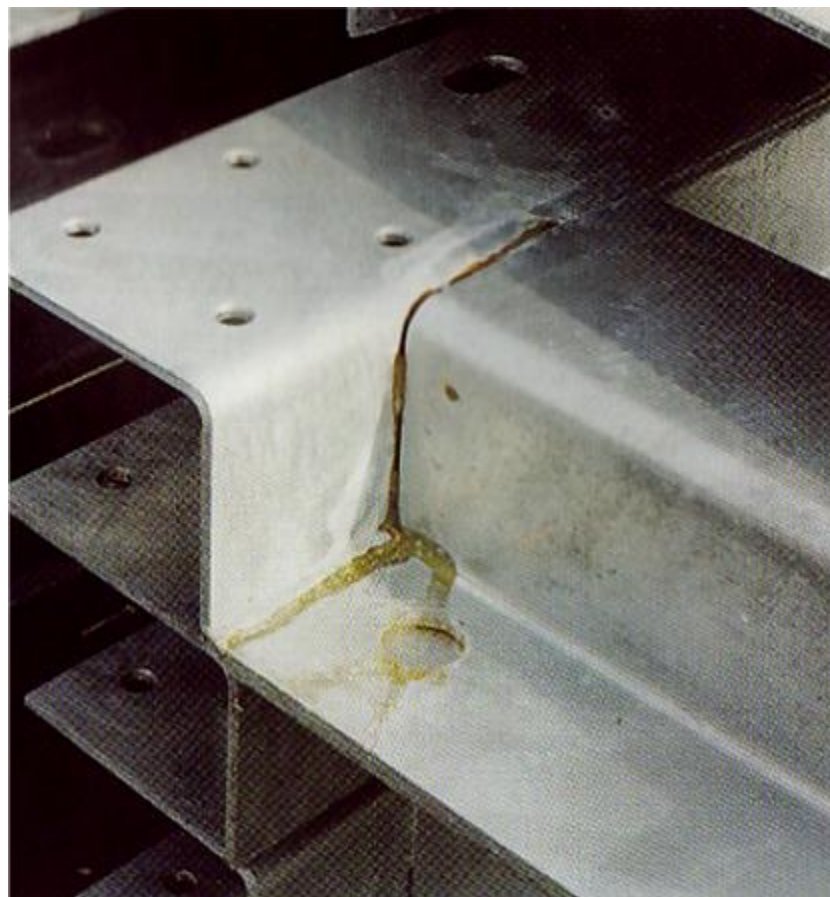
Deset dobrých důvodů proč žárově zinkovat

1. **Konkurenceschopné pořizovací náklady** – Cena žárového zinkování, především u tvarově jednoduchých dílů s malým povrchem, je nižší než u většiny alternativních povlaků. Mimo to se žárové zinkování stává ve srovnání s nátěry neustále levnější. Příčina je prostá: alternativy – především nátěry, jsou ve srovnání s žárovým zinkováním, jehož technologie je vysoce mechanizovaná, velmi náročné na manuální práci.
2. **Nejnižší náklady v průběhu životnosti** – Nízké pořizovací náklady a dlouhá životnost dělají z žárového zinkování nejvšestrannější a nejekonomičtější způsob dlouhodobé ochrany oceli. Pro žárové zinkování hovoří to, že údržbu pozinkovaných součástí stačí provádět ve velmi dlouhých intervalech, což je výhodné u objektů v obtížně dostupných místech, v těžkém terénu, v komplexech budov a nebo jednání se o objekty, jejichž údržba je spojena s rizikem, např. stožáry elektrického vedení

3. **Životnost** – Dobře zdokumentovaná léta zkušeností s žárovým zinkováním ukázala jeho výhody. Samozřejmostí je životnost nejméně 20 až 40 let v agresivní přímořské a průmyslové atmosféře a 50 až 100 let v méně agresivních atmosférách.
4. **Způsoby ochrany** – Povlaky žárového zinku chrání ocel třemi způsoby. Korozní rychlost povlaku zinku je ve srovnání s ocelí velmi pomalá a rovnoměrná, proto lze velice dobře odhadnout jeho životnost v dané atmosféře. Povlaky poskytují především katodickou ochranu. I místa povrchu poškozená vrtáním, řezáním, poškrábáním jsou díky korozním produktům zinku nadále chráněna proti korozi.
5. **Rychlost aplikace** – Doba zhotovení povlaku chránícího proti korozi, včetně předúpravy povrchu, může být kratší než den.
6. **Snadnost přejímky** – Podstata procesu žárového zinkování je taková, že pokud se povlak jeví jako pravidelný a bezvadný, tak takový je. Tloušťka (eventuálně hmotnost na jednotku plochy) je specifikována EN ISO 1461 a snadno se pro daný typ výrobku a materiál předem odhadne i následně stanoví. Je ji možno snadno kontrolovat magnetickými metodami.

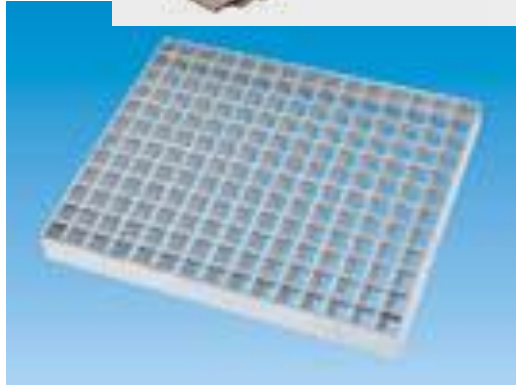
- 7. Spolehlivost** Žárové zinkování je proces relativně jednoduchý, přímo a přesně kontrolovatelný. Povlak žárového zinku je jedním z povlaků, které jsou detailně definovány normami (např. EN ISO 1461, NS 1978, SFS 2765 nebo SS 3583).
- 8. Rychlejší konstrukce** - Žárově zinkovaná ocel je připravena pro použití. Nejsou potřebné žádné další úpravy a přípravy povrchu (nátěry, retušování). Jakmile je konstrukce pozinkovaná, může okamžitě začít její montáž a tím dojde k urychlení výstavby.
- 9. Pevnost povlaku** - Žárové zinkování je jedinečné v tom, že jeho výsledkem je povlak, spojený se základním kovem (ocelí) metalurgickou vazbou. Povlak žárového zinku má zdaleka nejvyšší odolnost proti mechanickému poškození během manipulace, skladování, dopravy a používání. To dělá z povlaku žárového zinku ideální řešení pro případ, kdy je povrch namáhán otěrem.
- 10. Kompletní pokrytí** - Povlak žárového zinku vzniká při ponoření všech částí do lázně roztaveného zinku, a proto je povrch zcela pokryt povlakem. Povlakem jsou tak pokryty i vnitřní povrch, nepříjemné rohy a těžko přístupné vnitřní prostory, které by nebylo možné pokrýt povlakem jiným způsobem.

Korozní produkty vzniklé vlivem zachycené mořící kyseliny vytékají ze spáry



Příklady vhodného a častého použití žárově zinkovaných povlaků:

- ▶ budovy a konstrukce – mosty, tunely, balkony, stožáry, ventilace, lešení, dřevní rámy
- ▶ vybavení ulic – zábradlí, můstky, osvětlovací sloupy, odpadkové koše, sportoviště
- ▶ energetika – napěťové stožáry, kabelové lávky, telekomunikační věže, trafostanice
- ▶ zemědělství – stáje a přístřešky, zábradlí, ohrady, ploty, skleníky, síla, rošty
- ▶ doprava – signalizace, napěťová konstrukce, dopravní prostředky, vybavení doků, dopravní značky, vybavení letišť
- ▶ spojovací díly – šrouby, vruty, matice, podložky, svorky, konzoly, háky, skoby, závěsy
- ▶ dráty všech průměrů a typů (oplocení, pletiva)
- ▶ trubky všech průměrů a typů
- ▶ ocelové a litinové odlitky





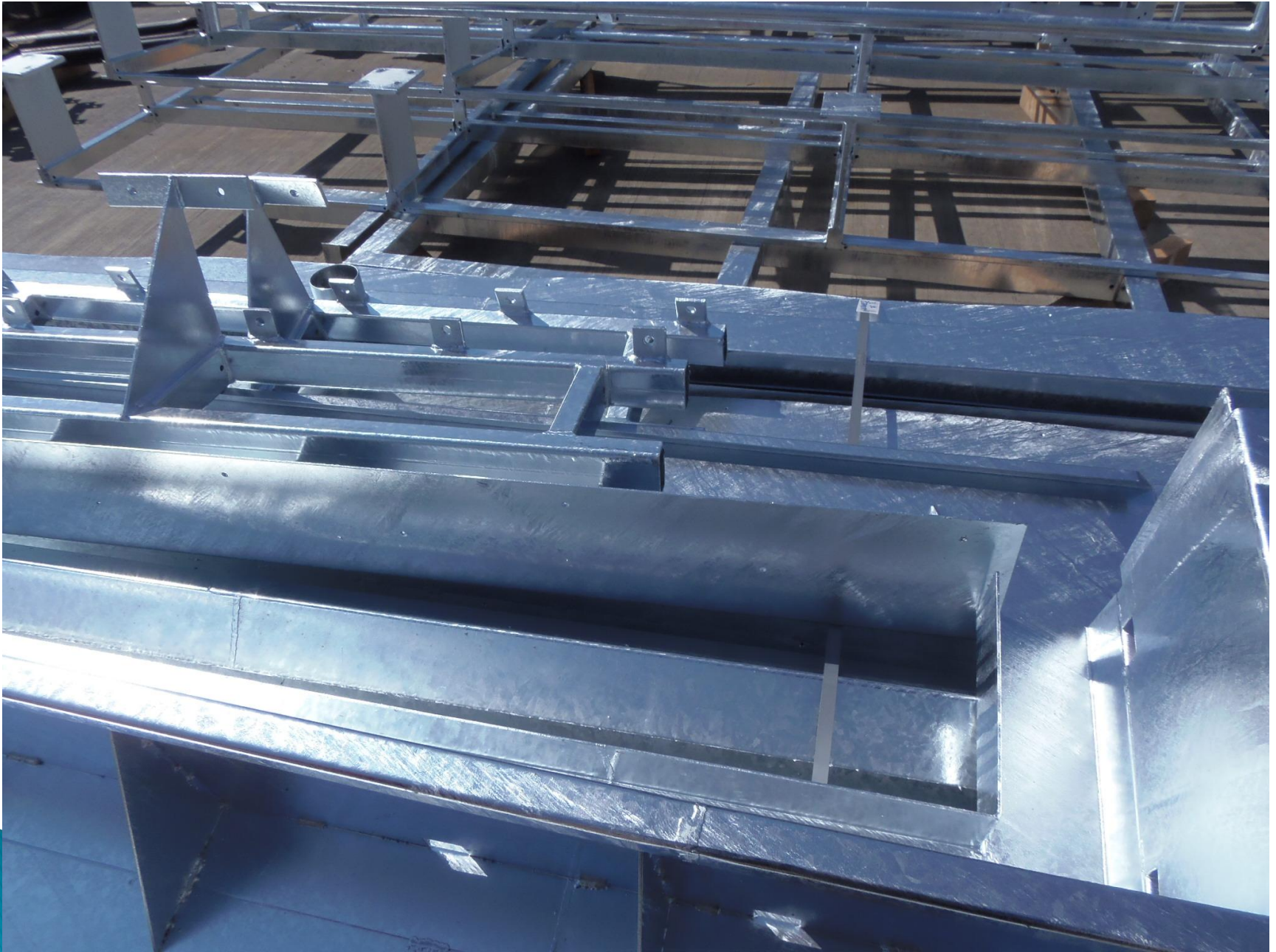




Proces zinkování







Žárové odstředivé zinkování:

- ▶ Používá se pro zinkování malých součástí, jako jsou hřebíky, šrouby, matice, podložky aj. Po vytažení ze zinkové lázně se součásti odstředí. Touto rotací se dosáhne odstranění přebytečného množství zinku z povrchu součástí a odstraní se i nerovnoměrnosti naneseného povlaku. Výsledný povlak zinku má matnější povrch. Tato technologie je velmi výhodná zejména pro drobné součástky se závity.

Odmaštění a moření



Zinkovací lázeň



Odstředivka



Produkce

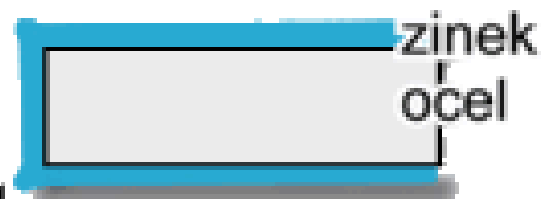


NÁTĚRY



Tenké povlázky

ŽÁROVÝ ZINEK



Tlusté povlázky

ČSN EN ISO 1461 *Žárové povlaky zinku nanášené ponorem na železných a ocelových výrobcích – Specifikace a zkušební metody.*

- ▶ Norma definuje vzhled, tloušťku povlaku, metody měření a doporučené tloušťky povlaku. Přílohy jsou zaměřeny na konstrukční zásady a vlastnosti základních materiálů.

ČSN EN ISO 1461

Minimální tloušťka povlaku na vzorcích, které nejsou odstředěny

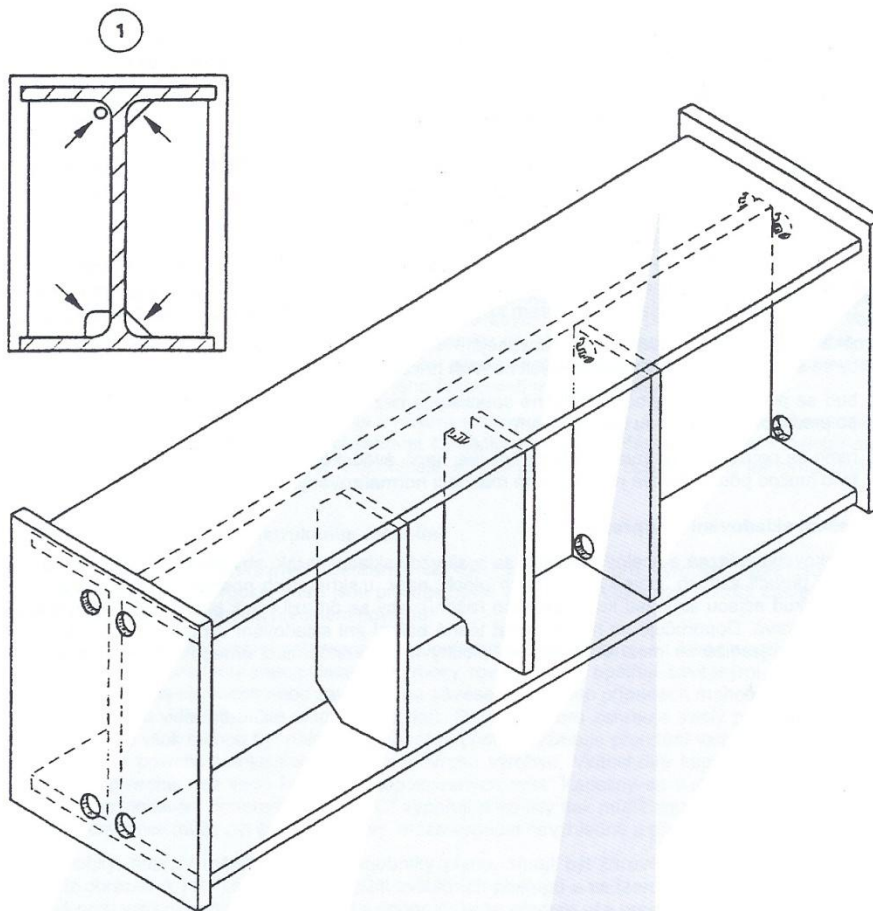
Výrobky a jejich tloušťka	Místní tloušťka povlaku (minimální) μm	Průměrná tloušťka povlaku (minimální) μm
Ocel ≥ 6 mm	70	85
Ocel ≥ 3 mm až < 6 mm	55	70
Ocel $\geq 1,5$ mm až < 3 mm	45	55
Ocel $< 1,5$ mm	35	45
Odlitky ≥ 6 mm	70	80
Odlitky < 6 mm	60	70

ČSN EN ISO 1461

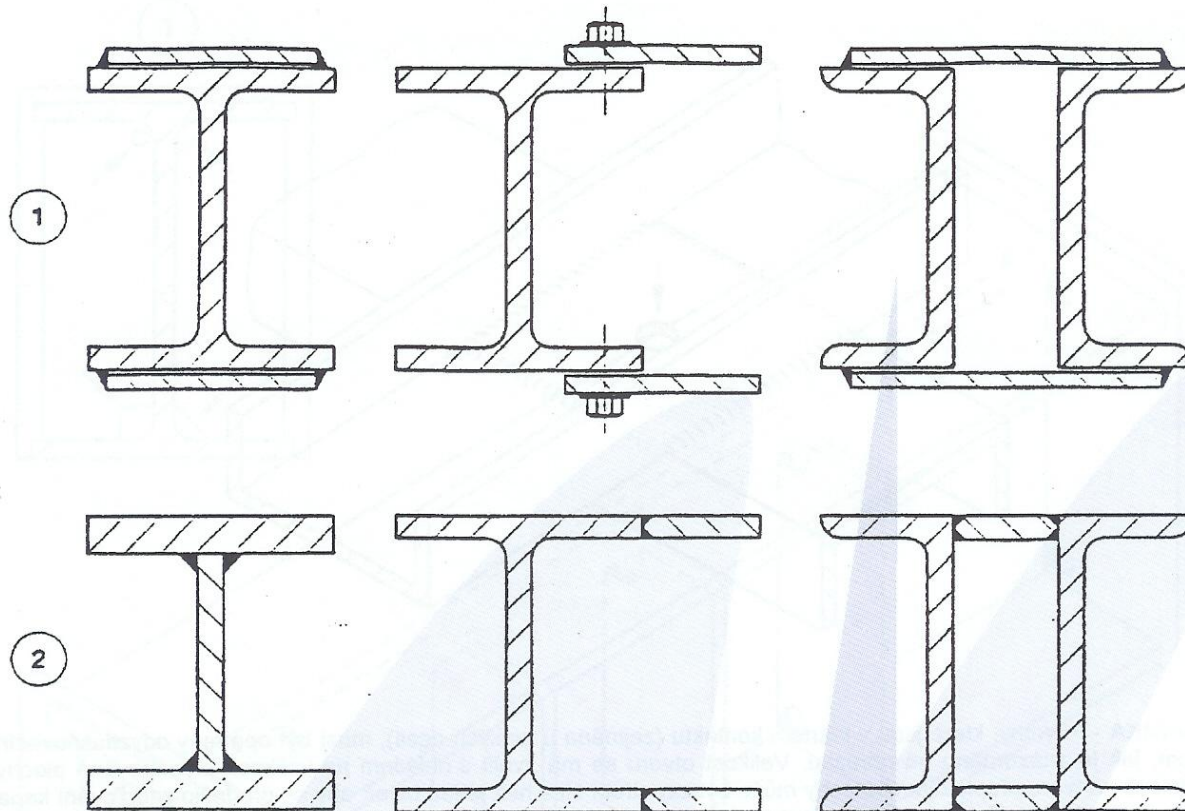
Velikost kontrolního vzorku vzhledem k velikosti dávky

Počet výrobků v dávce	Minimální počet výrobků v kontrolním vzorku
1 - 3	všechny
4 - 500	3
501 - 1200	5
1201 - 3200	8
3201 - 10 000	13

Konstrukční úpravy svařenců

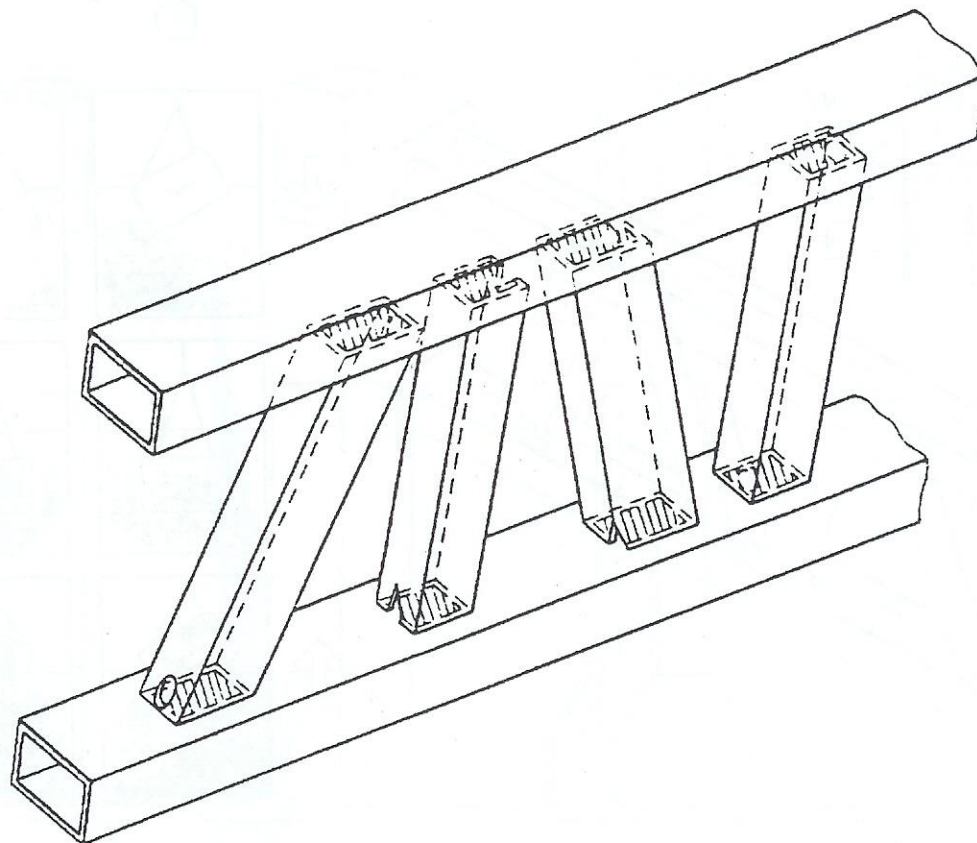


Konstrukční úpravy svařenců

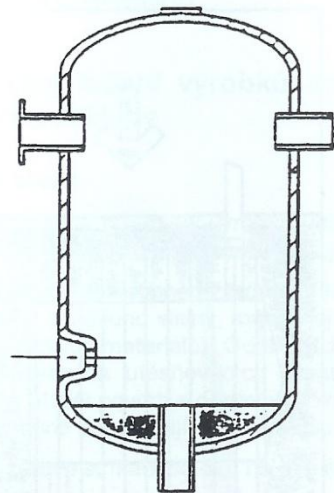


- 1 nevhodné
- 2 doporučené

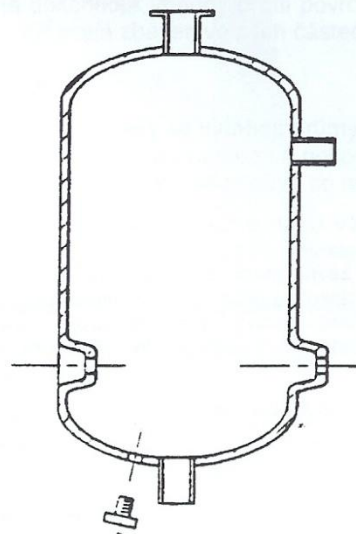
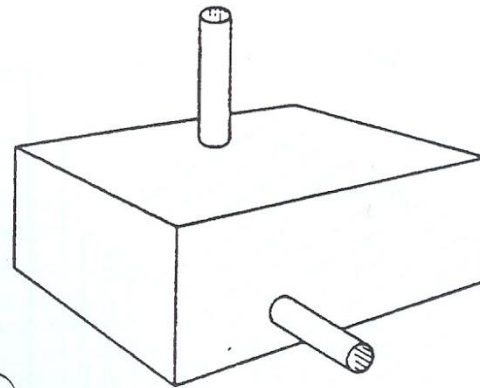
Konstrukční úpravy svařenců



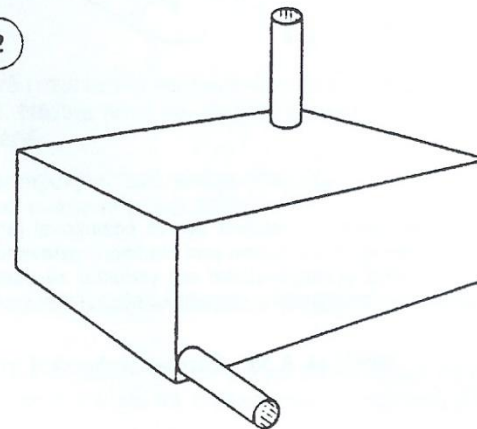
Konstrukční úpravy svařenců



1



2

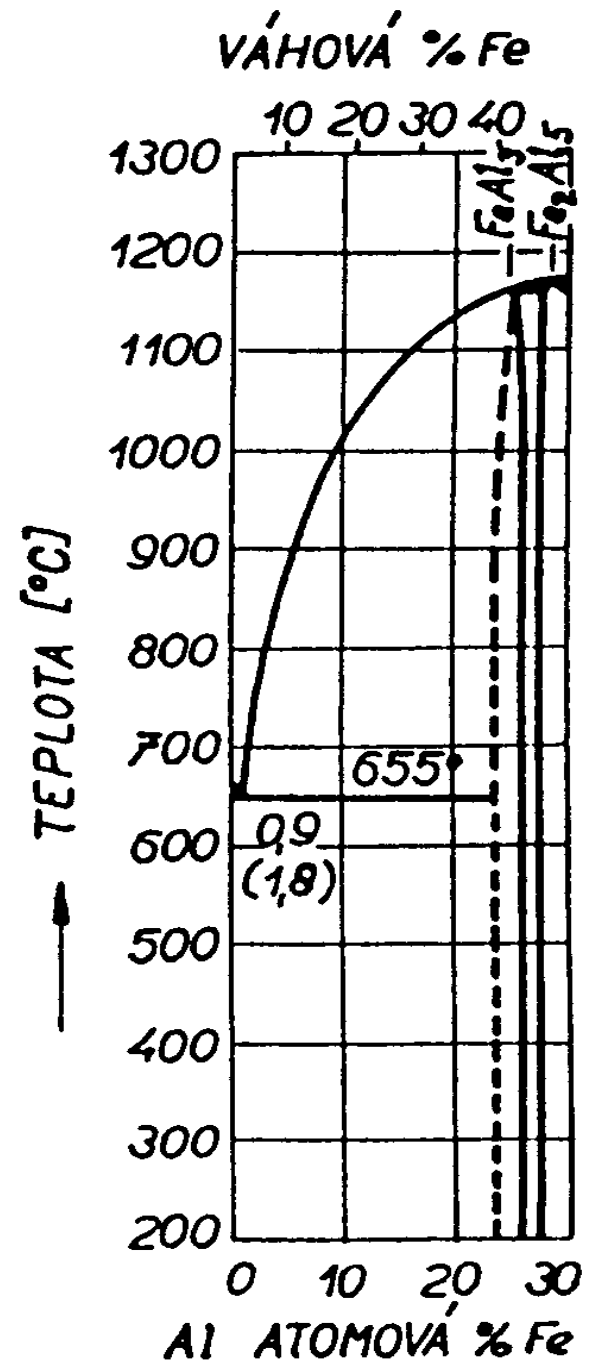
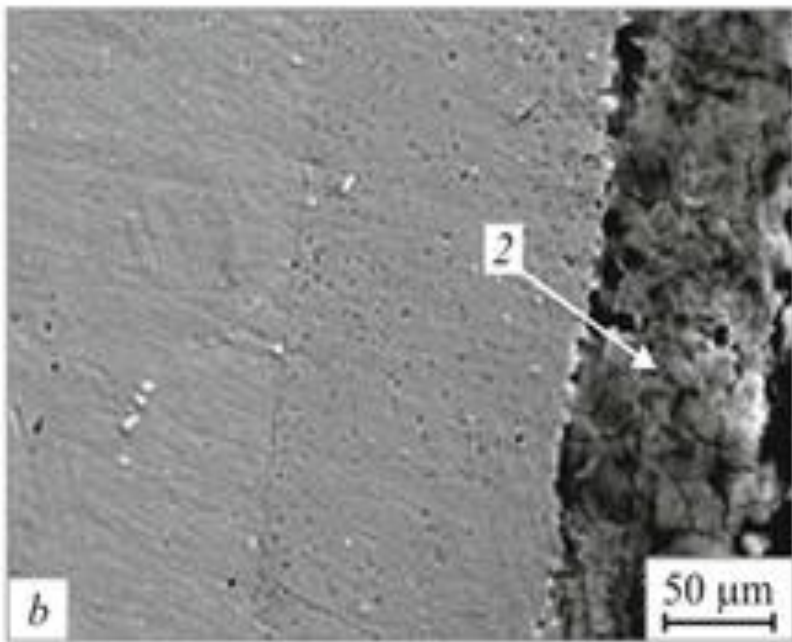
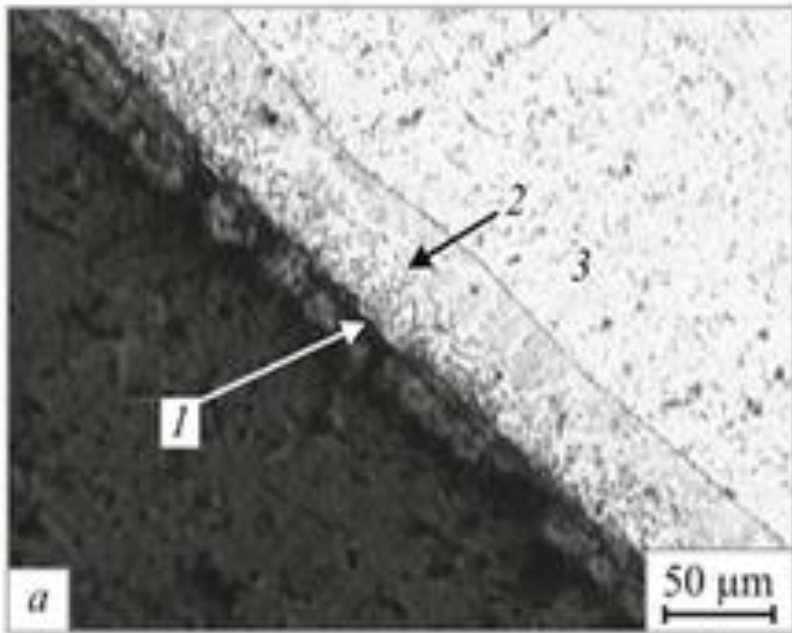




Žárové hliníkování

- ▶ Průmyslově se rozšířilo hliníkování pásů nebo drátů Sendzimirovou metodou. Pás nebo drát se průběžně žihá v řízené atmosféře (štěpený čpavek) a pod velmi čistou atmosférou vstupuje do roztaveného hliníku resp. siluminu.
- ▶ Lázeň má teplotu cca 700 C. Regulace tloušťky povlaku se děje válci nebo vzduchovou tryskou a dobou. Doba procesu 5 min, při teplotě 720⁰ C vzniká tloušťka 0,01 mm, 800⁰ C tloušťka 0,05 mm.
- ▶ Poloprovodně se hliníkuje i kusové zboží. Těžkosti způsobuje vysoká afinita hliníku ke kyslíku. Hladina lázně je stále pokryta velmi stálým oxidem AlO. Oxid hliníku se dá jen obtížně rozrušit pomocí tavidla (obvykle fluoridová).

- ▶ Slitina – silumin Al + 7 – 11% Si
- ▶ Vlastnosti povlaku – zvyšuje se creepové vlastnosti, únavové vlastnosti a odolnost proti oxidaci do teploty 900⁰ C.
- ▶ – výfuky automobilů, pece na pečení v potravinářském průmyslu,

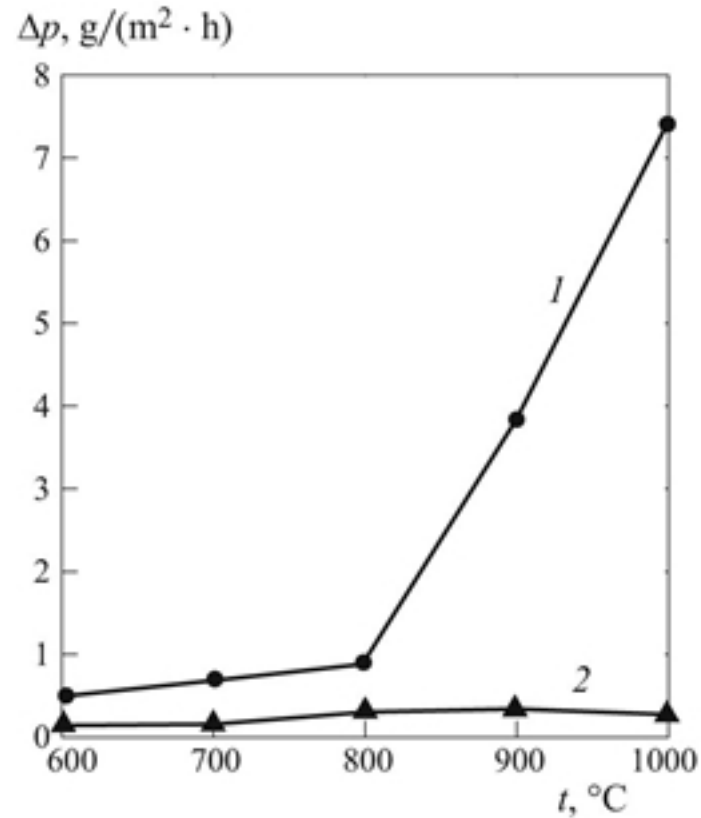




Oxidace oceli v čase

1 – ocel bez Al povlaku

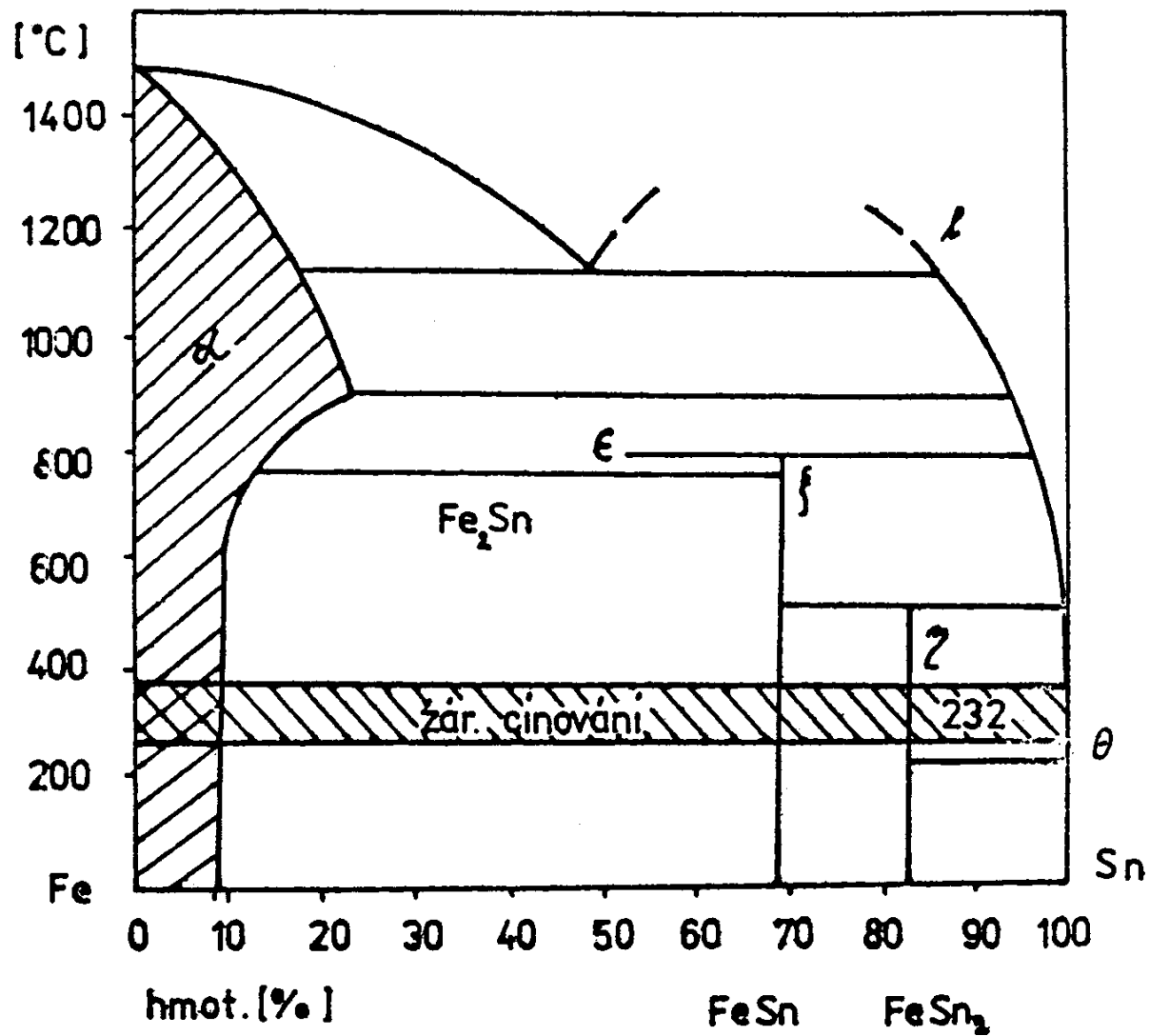
2 – ocel s povlakem



Žárové cínování

- ▶ Cín má významnou úlohu při ochraně jiných kovů proti korozi a zvýšení lesku povrchu v dekoračních aplikacích. Je schopen tvořit odolné filmy oxidů SnO a SnO₂, které jsou velmi stálé v atmosféře a ve vodě.
- ▶ Všechny jeho sloučeniny jsou neškodné lidskému zdraví a z toho plyne i jeho široké použití v zařízeních pro úpravu potravin a při výrobě obalů pro jejich konzervování.
- ▶ S ohledem na nízké mechanické vlastnosti cínu a jeho vysokou cenu se však cín uplatňuje především ve formě povlaků na jiných kovech, především na železe, litině a mědi.

- ▶ Žárové pocínování se provádí tak, že ocelové plechy vstupují do lázně roztaveného cínu přes vrstvu tavidla (tavenina $ZnCl_2$, $NaCl$ a Na_4Cl) a vynořují se přes vrstvu palmového oleje a procházejí mezi válci, které vymezují tloušťku povlaku v rozmezí 0,0015 – 0,0025 mm (30–40g/m²) Palmový olej obsahuje volnou mastnou kyselinu, která rozpustí zbytky oxidů a dokonale rozleje cínový povlak.
- ▶ Cínuje se při teplotách 270 až 350 oC. Železo a cín tvoří intermetalické sloučeniny. Při ponoření oceli do roztaveného cínu dochází k reakci za vytvoření tenké vrstvy intermetalické fáze $FeSn_2$. Tato vrstva má vliv na přilnavost povlaku a na jeho korozní odolnost



Princip cínování

