Vybrané příklady drsných struktur povlaků žárového zinku

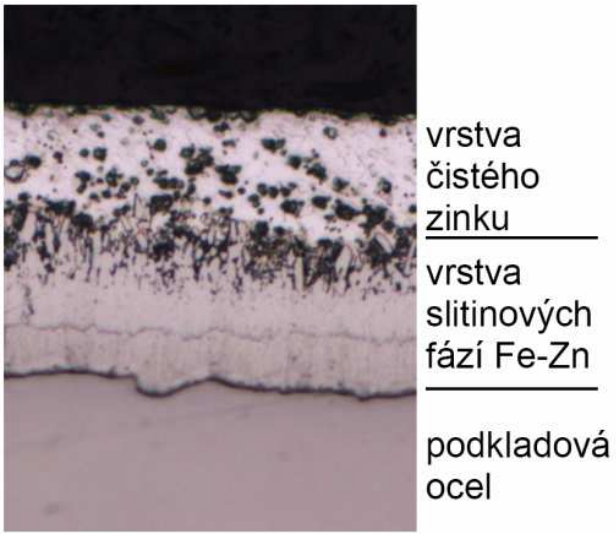
Ing. Vlastimil Kuklík
Wiegel CZ žárové zinkování s.r.o.
v.kuklik@wzz.wiegel.de

Anotace

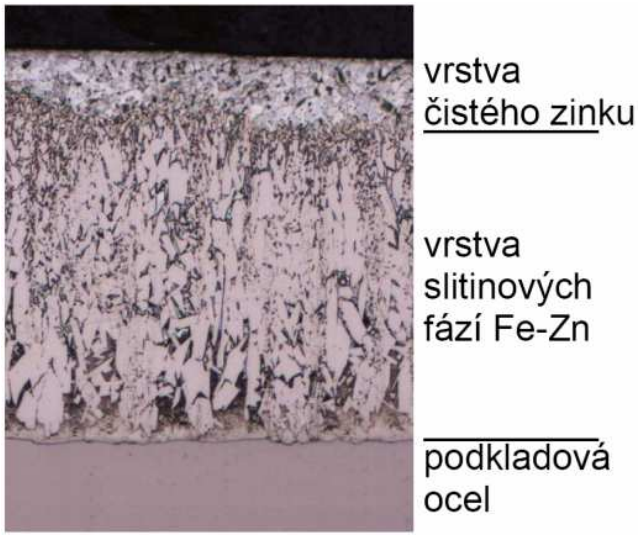
Cílem příspěvku je podat zhotovitelům povlaků a jejich zákazníkům vysvětlení k možným příčinám vzniku některých drsných struktur povlaků žárového zinku a poskytnout informace o případných opatřeních k omezení jejich výskytu.

Standardní struktury povlaku

Tloušťka i struktura výsledného povlaku závisí na celé řadě faktorů ovlivňujících průběh metalurgické reakce. Podstatný vliv zde má chemické složení zinkované oceli, zejména obsah křemíku přidávaného do uklidněných ocelí jako dezoxidační činidlo. Rovněž struktura a kvalita povrchu oceli i tloušťka její stěny a v neposlední řadě přítomnost cizorodých látek na povrchu nebo v povrchové vrstvě substrátu ovlivňují vlastnosti povlaku. Kombinace těchto faktorů vede k tomu, že se povlak vytvořený při závěsovém zinkování v komerčních zinkovnách vyznačuje celou škálou různých morfologických odchylek. V praxi se nejčastěji vyskytují dvě základní struktury, které se tvoří na ocelích neuklidněných křemíkem (obr. 1) a na ocelích uklidněných křemíkem (obr. 2).



Obr. 1 Povlak na oceli neuklidněné



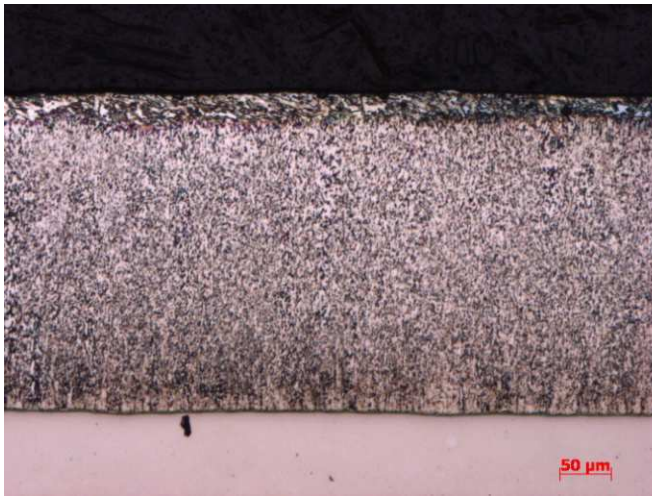
Obr. 2 Povlak na oceli uklidněné křemíkem

Příklady nestandardních drsných struktur

Stečeniny a řasy

Křemík v koncentraci mezi 0,03% až 0,12% u tzv. Sandelinových ocelí vyvolává ve zvýšené míře uvolňování atomů železa ze substrátu a jejich difúzi do zinkové taveniny obklopující stěnu dílce. Při dosažení určitého stupně saturace zinkové taveniny železem se zde tvoří jemné krystalky tvrdého zinku a vzniká velmi viskózní kašovitá hmota (obr. 4), která ulpívá na stěně zinkované součásti. Při vynořování dílce ze zinkové lázně pak způsobuje vznik stečenin (obr. 3). V některých zinkovnách se daří takovéto postižení pozinkovaných dílců eliminovat legováním zinkové lázně niklem, který nadměrné rozpouštění železa v zinku dokáže potlačit.

Obr. 3 Povlak postižený stečeninami

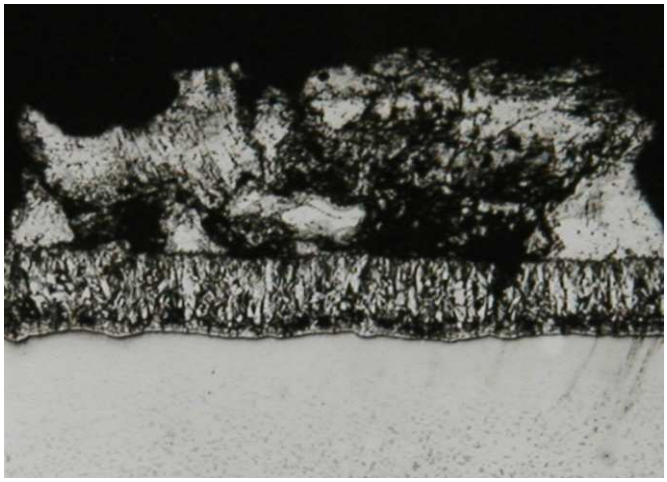


Obr. 4 Řez povlakem na Sandelinově oceli

Hrudky

Hrudky v povlaku vznikají ulpěním krystalů tvrdého zinku. Tyto krystaly tvrdého zinku, na rozdíl od tvorby zinkového povlaku, který je tvořen difúzním procesem, vznikají na cizorodých krystalizačních jádrech přeměnou za rovnovážných podmínek. Předpokladem pro takovou přeměnu je dostatečně vysoká koncentrace železa rozpuštěného v zinkové lázni. Jestliže dojde k dostatečnému nasycení zinkové taveniny železem, mohou některé cizorodé částice (zadržený mořicí roztok, kontaminovaný povrch oceli apod.) posloužit jako krystalizační jádra, na kterých krystaly tvrdého zinku poměrně rychle narostou (obr. 6). K přeměně zinkové taveniny saturované železem na krystalky tvrdého zinku může přispět pokles teploty zinkové taveniny obklopující zinkovanou součást, především z důvodu přestupu tepla do zinkovaného materiálu. Pokud některé konstrukční prvky zinkovaného dílce mají při vynořování horizontální polohu, volné krystalky tvrdého zinku se mohou na takovém povrchu zachytit a pak zůstávají zality ve vrstvě ulpěného čistého zinku (obr. 5). Prevence spočívá především v čistotě dutin dílců předávaných k pozinkování.

Obr. 5 Naplavené hrudky tvrdého zinku

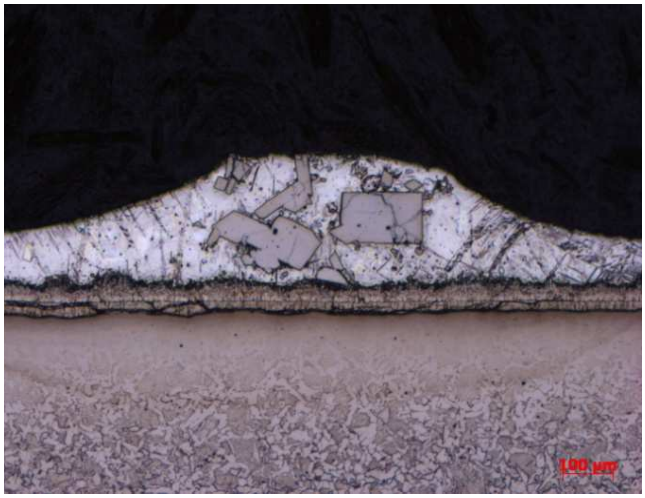


Obr. 6 Řez naplavenou hrudkou

Krupice

Krupice je obdobou postižení povlaku hrudkami. Vyskytuje se zpravidla na plechových výrobcích z neuklidněné oceli a projevuje se jako drobné výstupky, které na pohled připomínají jemný písek zalitý v povlaku (obr. 7). Na metalografickém výbrusu je možno ve struktuře povlaku zjistit jednoklonné krystalky železo-zinkové slitiny ζ zalité ve vrstvě čistého zinku (obr. 8). Tyto krystalky vznikají přímou přeměnou z likvidu. Jejich vznik nesouvisí přímo s přítomností cizorodých částic jako krystalizačních jader, ale objevuje se pravděpodobně pouze v důsledku dostatečné saturace zinkové taveniny železem. Vznik krupice v zinkovém povlaku je pak podmíněn vytvořením rovnovážných podmínek pro fázovou přeměnu. V komerčních zinkovnách je obtížné tyto rovnovážné podmínky předem definovat a spolehlivě narušit.

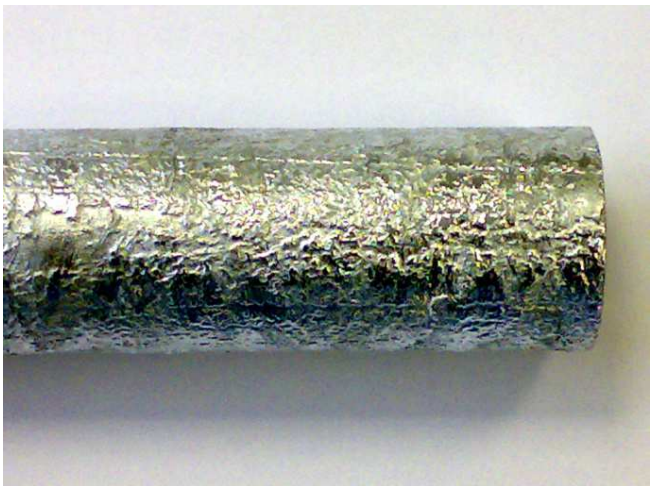
Obr. 7 Krupicí postižený povlak



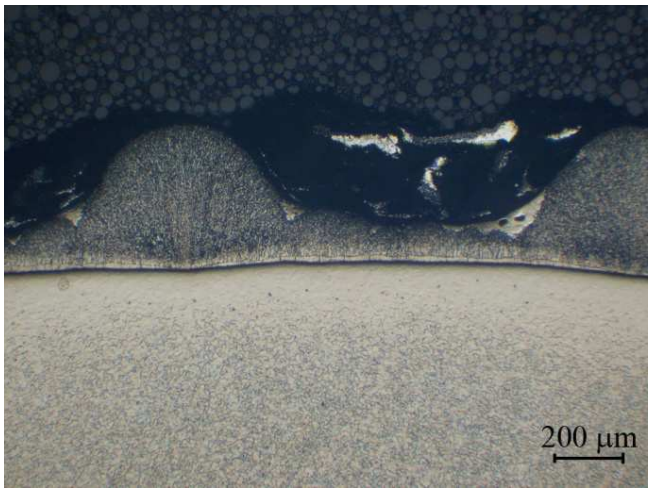
Obr. 8 Krystaly tvrdého zinku zalité v povlaku

Směsné struktury povlaku

Zinkování součásti s povrchem hladkým a nepostiženým necelistvostmi, který se však vyznačuje místními odchylkami ve struktuře a v chemickém složení oceli může v konečném efektu vyvolat dojem, že byl pozinkován silně korozně napadený materiál (obr. 9). Lokální odlišnosti v reaktivitě substrátu způsobí, že nanesený povlak je charakterizován takzvanou směsnou strukturou. Na výbrusu jsou velmi dobře zřetelná místa se strukturou povlaku odpovídající Sandelinově obsahu křemíku, která jsou vystřídána s místy vyznačujícími se povlakem vytvořeným na nízkokřemíkaté oceli (obr. 10). Legování zinkové lázně niklem může vznik takovýchto směsných struktur potlačit. Zlepšení lze dosáhnout rovněž normalizačním žíháním.



Obr. 9 Příklad směsné struktury

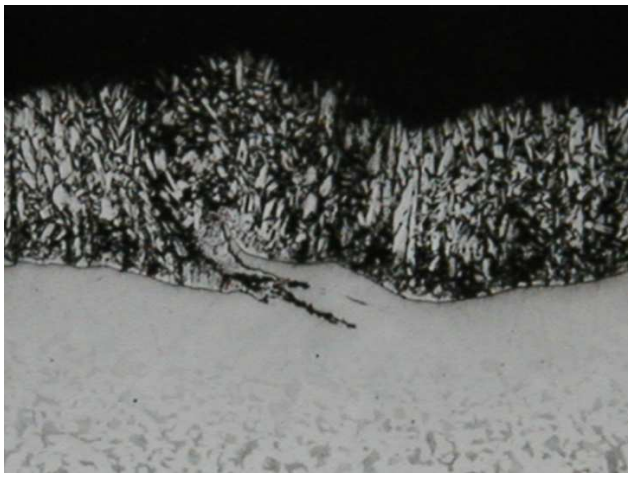


Obr. 10 Metalografie směsné struktury

Šupiny

Kované nebo za tepla tvářené polotovary mohou být postiženy vizuálně obtížně zjistitelnými povrchovými necelistvostmi – šupinami a přeložkami. Při žárovém zinkování vždy dojde k jejich významnému zvýraznění (obr. 11). Šupiny se vychlípí ve tvaru jehliček nebo ostnů (obr. 12). Jedná se o velmi nepříjemnou vadu povlaku, neboť při pohmatu hrozí poranění. Dodatečná náprava vyhlazením je prakticky nemožná, neboť vychlípené jehličky obvykle obsahují ocelová jádra a přebroušení povrchu způsobí jejich obnažení. Vzhledem ke spolehlivě fungující katodické ochraně sice koroze takto obnažené oceli při běžných podmínkách expozice v atmosférickém prostředí nehrozí, norma EN ISO 1461 však při přejímacích zkouškách nepřipouští absenci zinkového povlaku. Součásti určené k žárovému pozinkování by neměly být zhotovené těchto polotovarů.

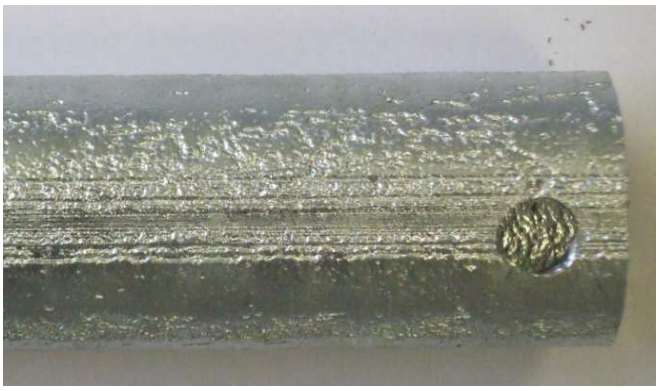
Obr. 11 Povlak na trubce tvářené za tepla



Obr. 12 Šupina na podkladové oceli

Strupovitost

Nerovnosti uspořádané do pravidelných řad (obr. 13) se nazývají strupovitost a mají původ v narušeném povrchu podkladového kovu (obr. 14). Příčinou je zpravidla nedodržení postupu při prvovýrobě, např. nedostatečné dávkování mazacího prostředku při tažení nebo kalibrování za studena. Ke zvýraznění tohoto jevu může přispět přítomnost křemíku v použité oceli. Povrchové makrotrhliny způsobují, že zinek se železem reaguje na volné ploše jinak než ve stísněných prostorách trhlinek a zinkový povlak na substrátu narůstá nepravidelně. Jedná se o vadu, jejíž výskyt není možno při běžné praxi předpovědět.



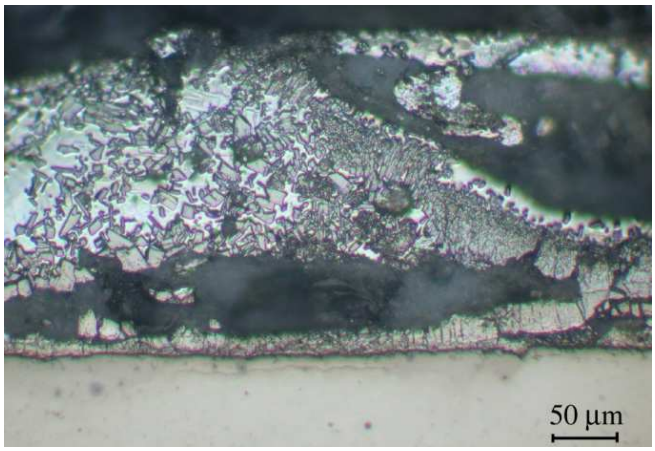
Obr. 13 Strupovitost na trubce

Obr. 14 Povrchová necelistvost substrátu

Puchýře

Puchýřem (obr. 15) je nazývána vada, kdy se v povlaku vytvoří dutina čočkovitého tvaru. Technická norma ČSN EN ISO 1461 uvádí, že puchýřem se rozumí vypouklé místo na povlaku, které se vyznačuje tím, že zde povlak nemá kontakt s kovovým podkladem (obr. 16). Puchýře se vyskytují poměrně vzácně, a to zpravidla při zinkování tenkých plechových výrobků z neuklidněné oceli vyznačující se zvýšenou schopností absorbovat nascentní vodík vznikající při moření. Tvoří se na rozhraní mezi slitinovou fází ζ a tuhnoucí vrstvou čistého zinku v okamžiku vynořování součásti ze zinkové lázně. Vznik puchýřů způsobuje atomární vodík unikající ze substrátu, pokud se vytvoří podmínky pro jeho rekombinaci pod vrstvou tuhnoucího čistého zinku, který brání unikání molekulárního vodíku do ovzduší. Protikorozní odolnost povlaku vyznačujícího se puchýřovitostí není snížena. Pokud by z estetických důvodů takto postižený povrch pozinkovaných součástí omezoval jejich použití, je nutno zaměnit polotovar za jiný.

Obr. 15 Puchýře

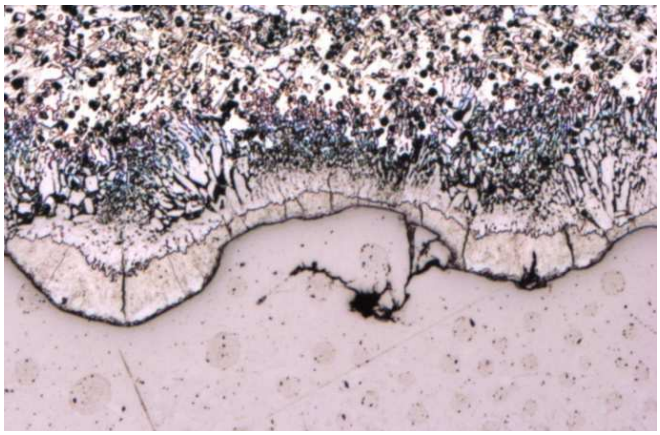


Obr. 16 Řez puchýřem

Hrubý podklad

Povrchové nerovnosti podkladu se zinkováním zpravidla nevyrovnají. U hrubých podkladů (obr. 18) vyvolá pozinkování naopak dojem ještě většího zvýraznění drsnosti (obr. 17). Jedná se obvykle o optický efekt způsobený větším kontrastem na světlé, lesklé ploše. U žárového zinku platí stejně jako u organických nátěrů, že nanesením povlaku nelze nerovnosti spolehlivě vyrovnat.

Obr. 17 Povlak na hrubém podkladu



Obr. 18 Hrubý povrch podkladové oceli

Škraloup

Vadou způsobenou chybou zinkovny je škraloup (obr. 19). Na povrchu zinkovací lázně se nepřetržitě tvoří oxidy, které obsluha zinkovacího pracoviště v čase prodlení vsázky v zinkové lázni společně se zinkovým popelem vyplaveným na hladinu pomocí stěrek stáhne do čela vany, odkud se vybírají. Pokud na hladině zůstanou zbytky zinkových oxidů, může tento škraloup při vynořování pozinkovaného zboží ulpět na stěnách zinkovaného dílu.

Obr. 19 Škraloup

Obecné doporučení

Norma ČSN EN ISO 1461, kterou jsou stanoveny technické podmínky pro povlaky žárového zinku nanášené ponorem, v článku 6.1 uvádí, že „drsnost“ a „hladkost“ jsou relativní pojmy, drsnost povlaku dosahovaná při žárovém zinkování závěsovým způsobem se liší od drsnosti dosahované při žárovém zinkování prováděném kontinuálním způsobem. V praxi nelze vytvořit definici, která by pokrývala všechny požadavky. Hlavním účelem povlaků žárového zinku je protikorozní ochrana oceli. V případě zvláštních požadavků zákazníka na jakost povlaku se doporučuje, aby pro takový požadavek byl spolu s objednávkou dodán vzorek a v objednávce bylo vyspecifikováno vymezení důležitých funkčních ploch na součásti včetně zvláštních požadavků. Na vzorku, který následně poslouží jako etalon pro porovnání, si zákazník po dohodě se zinkovnou ověří dosažitelnou kvalitu povlaku na těchto plochách. Nezbytnou podmínkou garance standardu kvality povlaku však je, že celá zakázka musí být zhotovena ze stejné tavby jako etalon. V případě použití oceli z jiné výrobní dávky nemusí být jakost povrchu pozinkovaného dílce srovnatelná se vzorkem.