

# Povrchová úprava ocelových stavebních konstrukcí – žárové pozinkování výpalků

Ing. Vlastimil Kuklík

Pro dělení polotovarů z konstrukční oceli je vzhledem k vysoké produktivitě a hospodárnosti s výhodou používána technologie řezání kyslíkem. Stavební ocelové konstrukce zpravidla obsahují prvky dílců (styčnickové plechy apod.), které byly zhotoveny s použitím ře-

zání kyslíkem, plasmou nebo laserem. V zakázkách určených k žárovému pozinkování se často vyskytují výpalky, jejichž plochy řezu jsou dále neupravené (obr. 1).

Řezání oceli kyslíkem je založeno na principu spalování kovu v proudu kyslíku. Důležitou pod-

mínkou pro řezání kyslíkem je, že zápalná teplota základního materiálu a současně i teplota tavení vznikajících oxidů musí být nižší než teplota tání základního materiálu. Při řezání vzniká dostatečné množství tepla k ohřátí oceli na její zápalnou teplotu, která je přibližně 1100°C, tedy nad teplotou fázové přeměny feritu na austenit, ale ještě pod teplotou tavení oceli. Rozsah tepelně ovlivněné oblasti materiálu, která je zasažena fázovou přeměnou feritu na austenit, závisí na podmínkách řezání. Za místem řezu, v tepelně ovlivněné oblasti, je kov od okolního neprohřátého materiálu rychle ochlazován a dočasně v něm probíhá martenzitická přeměna, která se zastaví s poklesem rychlosti ochlazování. V povrchové vrstvě proto zůstává určitý podíl zbytkového paramagnetického austenitu (obr. 2). Ačkoliv řezání oceli kyslíkem by



Obr. 1 - plocha páleného řezu



Obr. 2 - Nemagnetická vrstva



Obr. 3 - Povlak na zaokujené ploše



Obr. 4 - Plocha páleného řezu po pozinkování

mělo probíhat výhradně spalováním základního kovu bez odtavování, jeho ohřátí nad teplotu tání nelze spolehlivě vyloučit. Plocha páleného řezu konstrukční oceli je vždy pokryta vrstvou kovu, který neřízeným způsobem prošel všemi fázovými přeměnami od struktury  $\alpha$ -feritické přes  $\gamma$ -austenitickou a  $\delta$ -feritickou až po likvid a zase neřízeným způsobem zpět do stavu solidu. V důsledku spalování v povrchové vrstvě substrátu dochází k ochuzování základního materiálu o některé prvky, mimo jiné i o křemík. Plocha řezu se pokrývá vrstvou okují - oxidů železa (wustitu a hematitu). Pokud v nich v souvislé vrstvě převládá hematit, který je v mořícím roztoku obtížně rozpustný, pak dosažení kovově čistého podkladu vyžaduje extrémně dlouhé časy moření. Zaokuzený povrch oceli neumožňuje tvor-

bu slitinových železo-zinkových fází, ale je-li aktivován tavidlem, je v zinkové lázni smáčivý a při žárovém zinkování na něm ulpívá čistý zinek (obr. 3 a 4), který se však vyznačuje nízkou přilnavostí k substrátu a snadno delaminuje.

### Základní struktury povlaků žárového zinku

Pro konstrukční ocele jsou charakteristické dvě základní struktury povlaků žárového zinku.

Na ocelích neuklidněných křemíkem (obr. 5) na podkladu narůstá výrazná a souvislá vrstva železo-zinkové slitinové fáze  $\delta$ , která je tvořena šesterečnými krystaly těsně na sebe přiléhajícími ve formě včelího plástu. Na vrstvě fáze je uložena vrstva fáze  $\zeta$ , která je složená z jemných jehliček, jednoklonných krystalů, které svým uspořádáním připomínají

pažit. Na povrchu vždy při vynořování ze zinkové lázně ulpí vrstva čistého zinku, která ztuhne a dodává povlaku světlý lesklý odstín.

Jiná situace nastává u ocelí uklidněných křemíkem (obr. 6), které se vyznačují vyšší reaktivností se zinkem. Vrstva železo-zinkové slitinové fáze je na těchto ocelích nevýrazná, někdy nesouvislá, a v povlaku dominuje poměrně tlustá vrstva slitinové fáze – složená z neuspořádaných a spíše kompaktních jednoklonných krystalů. Často u povlaků na těchto ocelích absentuje vrstva čistého zinku, který se stačí ještě před zchlazením dílce pod teplotu zhruba 200°C beze zbytku vázat se železem za vzniku slitinové fáze  $\zeta$ .

### Plocha páleného řezu

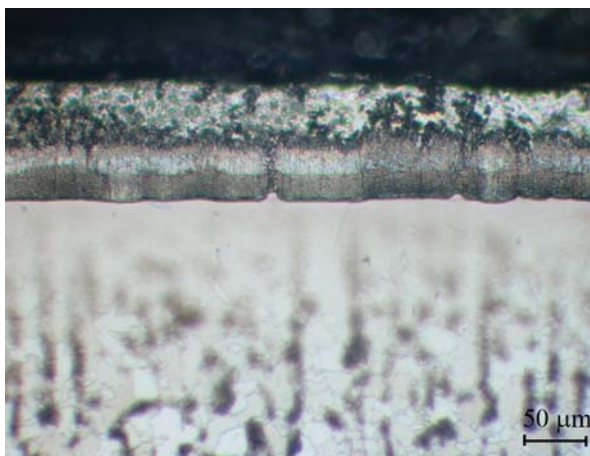
Slitinové vrstvy povlaku žárového zinku naneseného na plochách



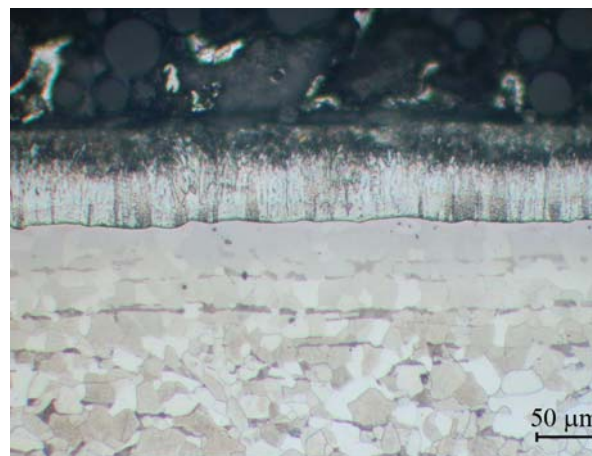
Obr. 5 - Povlak na oceli neuklidněné křemíkem



Obr. 6 - Povlak na oceli uklidněné křemíkem



Obr. 7 - Pálený řez oceli S235



Obr. 8 - Přírodní plocha oceli S235

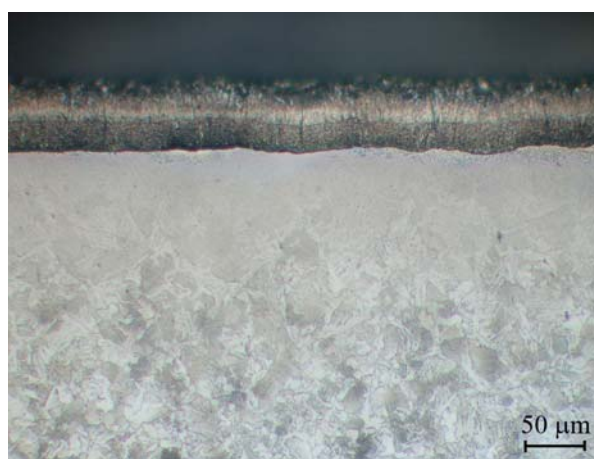
páleného řezu jsou vždy překryty vrstvou ulpěného čistého zinku, který mu dodává světlý lesklý odstín. Nanosený povlak kopíruje drsnost povrchu dosaženou pálením.

U zinkových povlaků vytvořených na ploše páleného řezu (obr. 7 a 8) je na výbrusech vždy typická skladba ze tří výrazných vrstev: nejbliže k podkladu je vrstva železo-zinkové slitinové fáze  $\delta$ , na ní je uložena přibližně stejně tlustá vrst-

va jemných jehličkovitých krystalů slitinové železo-zinkové fáze  $\zeta$  a na povrchu ulpívá čistý zinek, u něhož tloušťka vrstvy závisí na podmínkách stékání zinkové taveniny z povrchu dílce při vynořování z lázně. Krystaly obou slitinových fází jsou poměrně jemné, jehličkovité a těsně k sobě přiléhají. Bez ohledu na obsah křemíku v základním kovu má na ploše páleného řezu (obr. 9) slitinová část povlaku přibližně stejnou

tloušťku a strukturu, jakou má povlak na přírodním (válcovaném) povrchu (obr. 10) feritické oceli s velmi nízkým obsahem křemíku (často nedosahuje minimálních hodnot stanovených normou ČSN EN ISO 1461).

Na ploše páleného řezu poblíž hrany bývá povlak často postižen tangenciálními trhlinami (obr. 11) a má zde sníženou přilnavost. Hlavní příčinou vzniku tangenciálních



Obr. 9 - Pálený řez oceli S355



Obr. 10 - Přírodní plocha oceli S355

**W**<sup>®</sup>  
**WIEGEL**  
ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ



**Wiegel CZ žárové zinkování s.r.o.**  
závod Velké Meziříčí

Průmyslová 2052, 594 01 Velké Meziříčí  
tel.: +420 566 503 611, fax: +420 566 503 610  
[info@wvz.wiegel.de](mailto:info@wvz.wiegel.de)  
maximální rozměry dílu: 15,2 × 1,70 × 2,80 m

**Wiegel Žebrák žárové zinkování s.r.o.**

Za Dálnicí 509, 267 53 Žebrák  
tel.: +420 311 545 400, fax: +420 311 545 454  
[info@wzz.wiegel.de](mailto:info@wzz.wiegel.de)  
maximální rozměry dílu: 6,8 × 1,6 × 2,35 m

**Wiegel CZ žárové zinkování s.r.o.**  
závod Hradec Králové

Dvorská 696, 503 11 Hradec Králové  
tel.: +420 495 737 000, fax: +420 495 737 099  
[info@whz.wiegel.de](mailto:info@whz.wiegel.de)  
maximální rozměry dílu: 6,8 × 1,6 × 2,45 m

**Wiegel Sered' žiarové zinkovanie s.r.o.**

Priemyselná 4430/2, 926 01 Sered'  
tel.: +421 31 788 3211, fax: +421 31 788 3299  
[info@wsz.wiegel.de](mailto:info@wsz.wiegel.de)  
maximální rozměry dílu: 6,8 × 1,6 × 2,45 m



**QMS ISO 9001**  
CERTIFIKACE

**QMS ISO 14001**  
CERTIFIKACE

AČSZ – ASOCIACE ČESKÝCH  
A SLOVENSKÝCH ZINKOVEN

odstředivé zinkování pro drobné díly • ve všech závodech konzervace proti bílé rzi

[www.wiegel.cz](http://www.wiegel.cz)



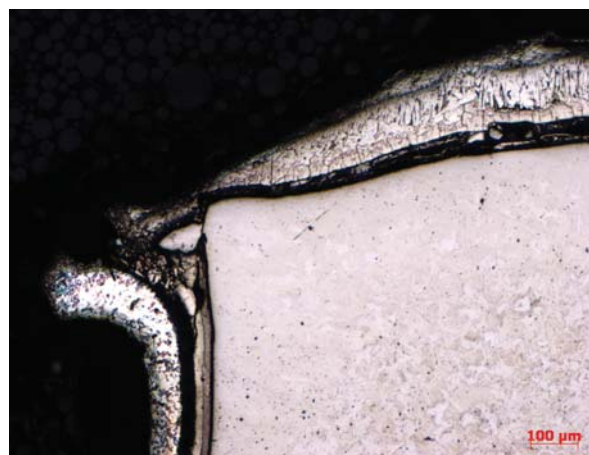
Obr. 11 - Tangenciální trhlinka v povlaku



Obr. 12 - Primární delaminace povlaku



Obr. 13 - Hrana páleného řezu ocel S235



Obr. 14 - Hrana páleného řezu ocel C10E

trhlin jsou rozdílné hodnoty součinitelů tepelné roztažnosti slitiny tvořící povlak a podkladové oceli. Trhliny se objevují již ve fázi vyztavování povlaku během prodloužení zinkované součásti v zinkové lázni. Takto vzniklá trhlinka může někdy přejít do fáze primární delaminace povlaku (obr. 12), kdy se vrstva vznikajícího povlaku oddělí od substrátu natolik, že umožní vnikání zinkové taveniny do vytvořené spáry. Zde pak narůstá sekundární vrstva povlaku, která se však obvykle drobí z důvodu vzájemných posuvů nepřiléhajícího povlaku a podkladu.

### Hrany

V důsledku pálení jsou co do struktury a složení substrátu i znečištění jeho povrchu nejvíce změněné hrany pálených řezů. Hrana je

postižena skokovou změnou složení, struktury i materiálových charakteristik podkladové oceli. Tyto skutečnosti jsou významnými faktory ovlivňujícími přilnavost povlaku. Z provedené metalografie je zřejmé, že povlaky žárového zinku jsou nejvíce postiženy trhlinami snižujícími jejich soudržnost a přilnavost právě na hranách u pálených řezů (obr. 13 a 14).

Vzhledem k tomu, že povlak žárového zinku na plochách pálených řezů a v jejich blízkosti neodpovídá požadovanému standardu, nelze podle článku 6.2.3 normy EN ISO 1461 měřit jeho tloušťku na nich ani ve vzdálenosti menší než 10 mm od hrany páleného řezu. Norma EN ISO 14713-2 v článku 6.4 uvádí, že řezání kyslíkem, laserem nebo plasmou mění složení a strukturu oceli

nejen v oblasti řezu, ale i v tepelně ovlivněné oblasti. Dosažení minimální předepsané tloušťky povlaku na plochách řezu je obtížné a přilnavost povlaku na nich je často snížena.

Pro dosažení shody s požadovaným standardem kvality povlaku je nutno plochy pálených řezů před pozinkováním opracovat. Norma EN ISO 14713-2 doporučuje plochy páleného řezu obrousit a hrany zaoblit, ale obvykle je postačující jejich otryskání. Odpovědnost za přípravu povrchu do stavu vhodného pro nanesení povlaku žárového zinku je na objednateli povrchové úpravy, který podle článku 6.2 normy EN ISO 14713-2 musí součásti předat k pozinkování bez povrchových nečistot, které by se nedaly odstranit mořením (kontakt na str. 9).