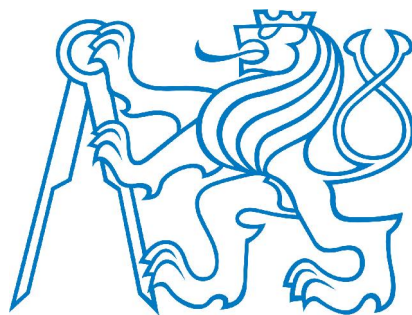


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta strojní – 12133 Ústav strojírenské technologie



BAKALÁRSKA PRÁCA

**Vlastnosti organických povlakov na žiarovo
zinkovanom povlaku**

Ján Kožehuba

2016

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne s tým, že jej výsledky môžu byť použité podľa uváženia vedúceho bakalárskej práce ako jeho spoluautora. Súhlasím tiež s prípadnou publikáciou výsledkov bakalárskej práce ale aj jej určitej časti, ak budem uvedený ako jej spoluautor.

Dňa.....

Podpis.....

Pod'akovanie

Za cenné rady a pripomienky by som touto cestou rád pod'akoval pánovi Ing. Petru Drašnárovi, Ph.D. A tiež by som rád pod'akoval Ing. Michalovi Zoubkovi za odborné rady pri riešení praktickej časti a hodnotné informácie k jej vypracovaniu.

Anotácia

Vysoká škola:	ČVUT v Praze Fakulta strojní
Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Vedúci ústavu:	doc. Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D.
Téma Bakalárskej práce:	Vlastnosti organických povlakov na žiarovo zinkovanom povlaku
Akademický rok:	2015/2016
Autor:	Ján Kožehuba
Vedúci bakalárskej práce:	Ing. Petru Drašnárovi, Ph.D.
Kľúčové slová:	Duplex, Duplexný systém, predúprava, ľahké tryskanie, organická náterová hmota, sklenené mikro guľôčky, zinkový drôt

Abstrakt:

Táto práca sa zaoberá prípravou povrchu pozinkovaných vzoriek, ktoré sú použité k tvorbe duplexného systému. V teoretickej časti sú vysvetlené základné pojmy spájajúce sa s touto problematikou, ďalej sú predstavené rôzne spôsoby predúpravy povrchu. Experimentálna časť je venovaná hlavne ľahkému tryskaniu za pomoci ktorého je dosiahnutá rôzna drsnosť povrchu potrebná pre kvalitné ukotvenie organických farieb k zinkovanému podkladu. Cieľom je vyhodnotiť dosiahnutú drsnosť v závislosti na priliehavosti k podkladu.

Abstract:

This work deals with galvanized surface preparation of samples that are used in the formation of the duplex system. The theoretical part explains the basic concepts associated with this issue and below are presented various methods of surface preparation. The experimental part is devoted mainly for ease blasting through which you can achieve different surface roughness required for quality anchoring of organic colors for galvanizing substrate. The objective is to evaluate the roughness depending on the tightness of the substrate.

Obsah

Obsah.....	6
ÚVOD DO PROBLEMATIKY PREDÚPRAVY POVRCHU PRI APLIKÁCIÍ DUPLEXNÉHO SYSTÉMU.....	7
1 Problematika duplexných systémov.....	8
1.1 Konštrukčné ocele triedy 10-11 vhodné k žiarovému zinkovaniu.....	8
1.2 Zhotovenie povlaku žiarového zinku ponorom.....	9
1.2.1 Výhody a nevýhody.....	11
1.2.2 Vplyv legujúcich prvkov na povlak.....	12
1.2.3 Vplyv faktorov (teplo, doba ponoru, drsnosť povrchu, zloženie zinkového kúpeľa).....	12
1.3 Korózie zinkovaného povlaku.....	13
1.4 Postup zinkovania pre duplexné povlaky.....	15
1.5 Voľba organického povlaku.....	15
1.5.1 Povlaky z organických materiálov.....	15
1.5.2 Rozdelenie organických povlakov.....	16
1.5.3 Technológia vytvárania náteru.....	17
2 Mechanické predúpravy žiarové pokovaného Zn povlaku pre nanesenie náterovej hmoty.....	21
2.1 Čo sa od predúpravy očakáva? (zaistenie vysokej príľnavosti).....	21
2.2 Ľahké tryskanie (Druhy tryskacích médií, tlak, veľkosť).....	21
2.3 SWEEPING (doporučené parametre).....	26
2.4 Tryskacie média (Oxid hlinitý, korund, olivýni, kremičitany, struska, balotína).....	27
2.5 Predúpravy povrchu (čistenie, odmasťovanie, alkalické odmasťovanie).....	28
2.5.1 Odmasťovanie.....	28
ALKALICKÉ ODMASŤOVANIE.....	28
ODMASŤNENIE ORGANICKÝMI ROZPOUŠŤADLAMI.....	28
EMULZNÉ ODMASŤOVANIE.....	28
2.5.2 Morenie.....	29
2.6 FOSFATOVANIE (železnatý alebo zinočnatý fosfát).....	29
3 Overenie vlastností duplexných systémov.....	30
3.1 Priebeh skúšky.....	30
3.2 Schéma skúšky.....	31
3.3 Príprava vzoriek ku skúškam príľnavosti.....	31
3.3.1 Použité abrazíva pre ľahké tryskanie.....	32
3.3.2 Technológia ľahkého tryskania (sweepovanie).....	33
3.4 Namerané hodnoty vzoriek pred skúškami.....	34
3.4.1 Drsnosti po tryskaní.....	34
3.4.2 Meranie hrúbky povlakov pred a po tryskaní.....	35
3.5 Hodnotenie príľnavosti odtrhom ČSN 24624 (ISO 4624:1978).....	36
3.5.1 Namerané hodnoty pri skúške odtrhom.....	38
3.6 Hodnotenie príľnavosti Mriežková skúška podľa ČSN EN ISO 2409.....	42
3.7 Hodnotenie príľnavosti skúškou X rezom podľa ASTM D 3359 metóda A.....	45
4 Technicko-ekonomické hodnotenie.....	47
5 Záver.....	48
Zoznam použitej literatúry a zdroje.....	49
Zoznam obrázkov.....	50
Zoznam tabuliek.....	51
Zoznam grafov.....	52

Zvýšenie príľnavosti povlaku z organických materiálov na zinkovaný základ

ÚVOD DO PROBLEMATIKY PREDÚPRAVY POVRCHU PRI APLIKÁCIÍ DUPLEXNÉHO SYSTÉMU

V súčasnosti nám technika a výskum umožňujú zlepšovať a skvalitňovať povlaky. PU umožňujú vysokú koróznú ochranu a sú výhodné po ekonomickej stránke a navyše umožňujú dbať aj na estetičnosť produktu. V praxi existuje nespočetné množstvo druhov protikoróznej ochrany. Možnosť zvýšiť koróznú ochranu a to až 2,5 x nám umožňujú duplexné povlaky, alebo inak nazývané kombinované povlaky. Cieľom je zvýšiť ochranu oceľových konštrukcií v koróznom prostredí a predĺžiť pôsobenia ochrany a to aj v silnom agresívnom prostredí. Sú to povlaky skladajúce sa z dvoch systémov ochrany, žiarového zinku ponorom a povlakom náterových hmôt. Táto ochrana má veľmi široké spektrum uplatnenia. Pri precíznom technologickom prevedení sú schopné odolávať korózii prostredia aj 50 rokov, čo je výhodné po ekonomickej stránke a nie je potrebná častá oprava. Spoľahlivému ukotveniu povlaku na podklad je potrebná predúprava, ktorej sa táto práca venuje. V praxi sa je možné stretnúť s dvomi možnými technológiami predúpravy, a to mechanickým spôsobom SWEEPOVANIE a chemické ošetrenie podkladu. Po správnom prevedení predúpravy je možné aplikovať organický povlak, ktorý znásobí ochranu a podporí estetickú stránku produktu.

Práca je zameraná na predúpravu zinkovaného povlaku pôsobením abrazív rôznych druhov a veľkosti, ktoré upravujú povrch pre lepšiu príľnavosť náterovej hmoty.

1 Problematika duplexných systémov

Predúprava povrchu duplexných systémov pred aplikáciou farby je veľmi dôležitá časť pri tvorbe tejto povrchovej úpravy, rozhoduje o jej funkčnosti ako celku.

Systém duplexných povrchových úprav sa skladá z dvoch systémov ochrany, ako základný je na materiál aplikovaný žiarový zinok, následne nasleduje úprava povrchu „zdrsnenie“ čo ma za účel ukotvenie druhej ochrannej vrstvy organickej farby. Takto je vytvorený systém z dvojitém účinkom proti korózii.

1.1 Konštrukčné ocele triedy 10-11 vhodné k žiarovému zinkovaniu

V súčasnosti sa na duplexné systémy používajú konštrukčné ocele, pre tento druh použitia je ich možné rozdeliť podľa obsahu kremíka na ukludnené, čiastočne ukludnené a neukľudnené. Kremík hrá rozhodujúcu úlohu pri vytvorení povlaku žiarového zinku.

Keď sa oceľ dostane do kontaktu s roztaveným zinkom, vzniká na povrchu zliatina železo-zinok. Táto reakcia je ovplyvnená percentuálnym zastúpením kremíka v oceliach

Neukľudnené ocele alebo hliníkom ukludnené ocele

Do tejto skupiny sa počítajú ocele s celkovým obsahom kremíka a fosforu v oblasti pod 0,04%. Pri žiarovom zinkovaní týchto ocelí sa kryštály železo-zinok v zliatinovej vrstve vytvárajú tesne na sebe. Tým bráni zliatinová vrstva dosiahnuť roztavenému zinku povrchu ocele. Reakcia môže preto vzniknúť len medzi zinkom a železom, ktoré predifunduje zliatinovú vrstvu. Výsledkom je, že rýchlosť reakcie, a tým rýchlosť rastu vrstvy s časom klesá a povlak zostane relatívne tenký.

Keď zinok na povrchu povlaku zatuhne, vrstva je hladká a má slabý namodravý kovový lesk. V niektorých prípadoch obzvlášť ak sa jedná o tenké plechy, môže zinok zatuhnúť v tvare náhodne orientovaných krištáľov, ktoré povrchu plechu dávajú vzhľad „kvetu“. Prídavky bizmutu, olova alebo cínu do zinkového kúpeľa majú vplyv na tvorbu a veľkosť zinkového „kvetu“ pri kusovom zinkovaní. Tvorba „kvetu“ nie je známkou zlej alebo dobrej kvality zinkovania a tiež nemá žiadny vplyv na kvalitu protikoróznej ochrany povlaku.

Čiastočne ukludnené ocele

V týchto oceliach je výskyt kremíka a fosforu v oblasti 0,04 až 0,14, v súvislosti so žiarovým zinkom sa o nich hovorí ako o Sandelinových oceliach (podľa Roberta W. Sandelina, ktorý sa tejto problematike venoval). Tieto ocele potrebujú špeciálne zloženie kúpeľa. V bežných zinkovacích kúpeľoch je reakcia medzi nimi veľmi rýchla, ale povlak vytvorený medzi nimi je neestetický,

hrubý a často sa na ňom vyskytujú stečeniny, ale má dobrú priľnavosť. Ak nie je k dispozícii vhodne legovaná zinková tavenina, je dobré sa tomuto typu oceli pri zinkovaní vyhnúť.[1]

Ukľudnené ocele (kremíkom)

Ocele ukľudnené kremíkom majú obsah Si nad 0,15%. Zeta-fáza sa tvorí v podobe dlhých stĺpovitých kryštálov. Táto štruktúra je podobne ako u Sandelínových ocelí – rozvoľnená a umožňuje zinku z kúpeľa v roztavenej podobe prenikať medzi krištáľe. Reakcia sa nebrzdí ako pri neukľudnených alebo ukľudnených hliníkom a ostáva rýchla po celú dobu, keď sa nachádza súčiastka v zinkovom kúpeli. Hrúbka povlaku rastie rýchle s dobou ponoru a vrstva je obecné relatívne hrubá. Povlak s obsahom kremíka nad 22% sa vyznačuje významným podielom fázy ζ tvorenej veľmi hrubými a nepravidelne usporiadanými kryštálmi s početnými vakancami na fázovom rozhraní medzi fázami $\delta 1$ a ζ . Takýto povlak môže vykazovať zníženú priľnavosť.

Medzi oceľami z rovnakým obsahom uhlíka môžu byť veľké rozdiely medzi šaržami, ale môžu nastať aj odchýlky v rámci jednej šarže. Komplikácie môžu nastať aj tým, že k reakcii železa so zinkom dochádza až do hĺbky niekoľkých mikrometrov od povrchu oceli. Kremík môže byť okrem toho v povrchovej vrstve oceli nerovnomerne roztrúsený. To platí aj pre ďalšie prvky ako sú síra, fosfor, ktoré tiež ovplyvňujú reakčnú rýchlosť sústavy železo-zinok.

Drsnosť povrchu, obzvlášť u materiálov tvárnených za studena, hrá pri raste zinkovej vrstvy dôležitú úlohu. Povrchová drsnosť nesmie byť príliš vysoká, ale povrch nesmie byť ani príliš hladký. Kryštáľe zeta-fázy z pravidla rastú kolmo k povrchu. U konvexných alebo rovných povrchov rastú kryštáľe tak, aby jeden druhému neprekážali a zinok môže ľahko prenikať medzi kryštáľe, čo podporuje rast povlaku. U konkávných plochách a v priehlbínach sa kryštáľe navzájom blokujú, a tak rastu povlaku bránia.

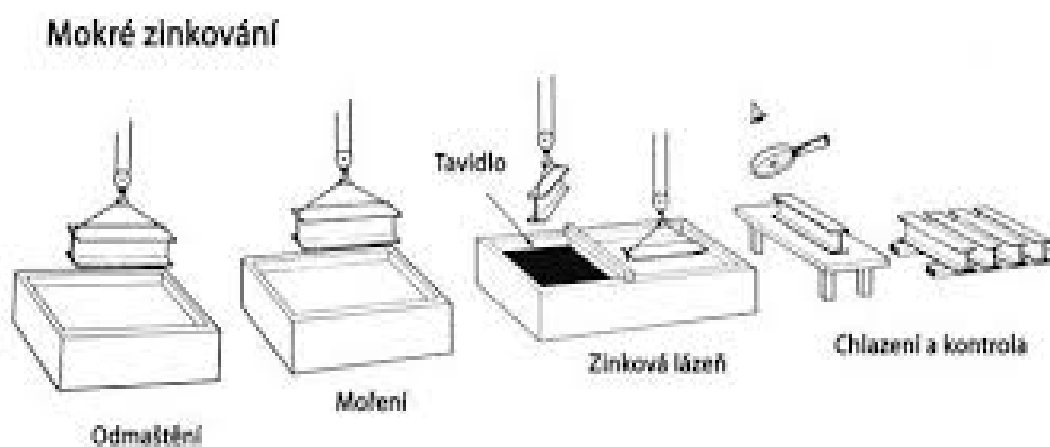
1.2 Zhotovenie povlaku žiarového zinku ponorom

Pri žiarovom zinkovaní okrem dodržiavania technologických postupov a noriem, potrebujeme ešte "technickú prípravu", ktorá zabezpečí celému procesu bezproblémový priebeh a hlavne výsledok. Touto "technickou" prípravou sa dá rozumieť voľba vhodného materiálu k zinkovaniu, ocele s odpovedajúcim chemickým zložením a dodržiavanie určitých konštrukčných zásad.[3]

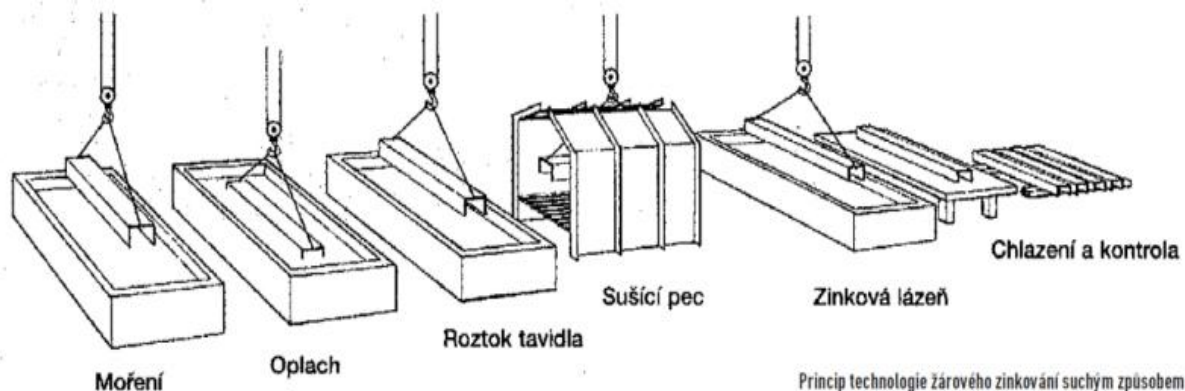
Technológia žiarového zinkovania spočíva v tvorbe zliatinového povlaku žiarového zinku na oceľových súčiastkach. Tento povlak sa vytvára ponorením súčiastky do zinkovej taveniny. Pri tomto úkone prebehne mnoho zložitých komplexných difúzných pochodov, elementárnych metalurgických reakcií a termodynamických premien. Vytvorený povlak je vzhľadom, hrúbkovo,

štruktúrou a ďalšími vlastnosťami súborom rôznych faktorov.[1]

Podmienkou úspešného pozinkovania je dokonalá zmáčanlivosť povrchu zinkovanej súčiastky v zinkovej tavenine. Preto sú súčiastky pred samotným zinkovaním podrobené chemickej predúprave pre dosiahnutie kovového čistého povrchu. Súčiastky sú najprv odmastené a potom morené. Morením je dosiahnuté odstránenie okuje, oxidov a korózie. Pred ponorením do roztaveného zinku je na súčiastky nanesené tavidlo pri suchom procese a následne je súčiastka vysušená. Pri mokrom procese je toto tavidlo nasypané priamo na časť hladiny roztaveného zinku (oddelené hradítkom). Mokrý proces zinkovania je uskutočňovaný prevažne ručne, pomocou kliešti alebo hákov je súčiastka ponorená cez hladinu s tavidlo do zinkového kúpeľa a vybratá čistou časťou hladiny. Pri suchom procese je tavidlo nanesené predom, to znamená, že celá vsádzka sa najprv ponorí do tavidla a následne sa osuší (z toho pramení názov suchý proces) a potom nasleduje samostatný proces zinkovania, namočenie do kúpeľa. V zinkovaniach so suchým procesom je manipulácia z dielmi väčšinou plne mechanizovaná. Limitnými veličinami sú spravidla rozmery dielov, ktoré nesmú prekročiť pracovné rozmery zinkovej vane a nosnosť manipulačných mechanizmov zinkovne.[3]



Obr. 1.2 Schéma procesu mokrého zinkovania



Obr. 1.2.1 Schéma procesu suchého zinkovania

1.2.1 Výhody a nevýhody

Aké výhody očakávať od žiarového pozinkovania:

- a) nízke vstupné náklady
- b) dlhá životnosť, a s tým aj nízke náklady na opravy – konštrukcie v priebehu životnosti nie je potreba často udržiavať
- c) povrchová úprava sa vykonáva v pevných zariadeniach definovanou technológiou, čo dáva veľkú istotu, že nedôjde ku chybám.
- d) Kvalita zinkovaného povlaku nie je závislá na počasí prebiehajúceho počas priebehu úpravy.
- e) Rovnomerný a kvalitný povlak na celej súčiastke aj vnútri a na ťažko prístupných miestach.
- f) Rovnaká, alebo väčšia hrúbka povlaku na ostrých hranách a výstupkoch ako na rovinných plochách.
- g) Dobrá odolnosť zinkovaného povlaku proti mechanickým vplyvom pri doprave, zaťažení a montáži. Zinkovaná vrstva málokedy vyžaduje opravu na mieste.
- h) Pri eventuálne malých škrabancoch zinok chráni oceľ katodycky a menšie šrámy nie je potreba opravovať.
- i) Jednoduchá a rýchla kontrola.

Aké nevýhody očakávať:

- a) Táto technológia je neprenosná môže sa vykonávať len na pevnom zariadení
- b) Farbu zinkového povlaku je možné zmeniť len náterom
- c) Rozmery konštrukcií sú obmedzené veľkosťou zinkovacej vane, ak sa nepoužívajú zvarané alebo skrutkové spoje

- d) Určité riziko je u tenkých plechov tvárnených za studena, ktoré sa deformujú vplyvom tepla v zinkovacej vani.
- e) Zváranie pozinkovanej ocele vyžaduje náročnejšiu technológiu v porovnaní s nepovlakovanou oceľou, nebezpečie zinkovej horúčky, ak dôjde k vdýchnutiu exhalácii pri zváraní.[5], [1]

1.2.2 Vplyv legujúcich prvkov na povlak

Uhlík: s obsahom pod 0,3% má na reakciu železo-zinok malý vplyv, zatiaľ čo vyšší obsah urýchľuje reakčnú rýchlosť, a tým pádom hrúbku povlaku. Veľký význam má aj forma, v ktorej je uhlík uložený v oceli, tzn. či sa jedná o perlit, sorbit, martenzit atď.

Mangán, chróm a nikel: tiež zvyšujú reakčnú rýchlosť, avšak v koncentráciách, ktoré sú v nízko legovaných oceliach majú malý význam.

Niob, titán, vanad: sa v oceliach používajú na zjemnenie zrna. Ich obsahy v bežných oceliach sú nízke a preto ich vplyv sa môže zanedbať.

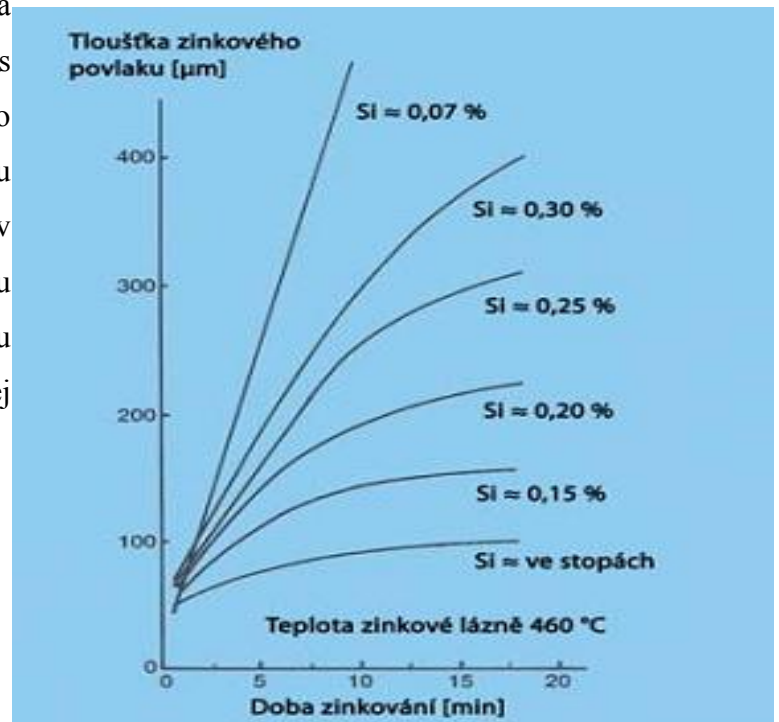
Síra a fosfor: je nízky obsah normálne v konštrukčných oceliach a na reakciu medzi zinkom-železom nemajú významný vplyv. Pre fosfor však platí výnimka. Ak obsah kremíku a fosforu presiahne 0,04% ocitne sa oceľ v Sandelinovej oblasti a to vyvoláva vysokú reaktivitu.

Väčší obsah síry – nad 0,18% u určitých automatových oceliach – významne zvyšuje reakčnú rýchlosť. Tieto ocele nie sú vhodné pre žiarové zinkovanie. Reakcia zo zinkom je veľmi vysoká a oceľ sa rozpadá.

1.2.3 Vplyv faktorov (teplo, doba ponoru, drsnosť povrchu, zloženie zinkového kúpeľa)

Teplota zinkového kúpeľa je bežne 455-460 °C. V tomto v praxi používanom teplotnom intervale 440-470 °C (oblasť nízkoteplotného zinkovania) sa rýchlosť reakcie železo-zinok nijak zvlášť významne nemení. Keď sa žiarové zinkovanie aplikuje pri vysokých teplotách 540-560 °C netvorí sa zeta-fáza, ale sa tvoria dve delta fázy – delta kompaktná a delta-palisádová – na povrchu gama-fáza. Povrch je matný, z tmavým alebo svetlo šedým zafarbením. Pretože sa zeta-fáza pri vysokoteplotnom zinkovaní netvorí, nemá kremík žiadny vplyv na reakciu železo-zinok. Rôzne typy ocelí reagujú podobne a získané povlaky majú podobné hrúbky. Je ťažké získať povlaky hrubšie ako 100 μm.

Doba ponoru v zinkovacej vani je stanovená približne na dobu možnosti manipulácie s výrobkom. Obvykle 1,5 až 5 min. Výrobky zo zlou manipulovateľnosťou a vysokou váhou vyžadujú dobu ponoru cca. 10 min. Vplyv obsahu kremíku v rôznych oceliach na hrúbku zinkovej vrstvy vyplýva z obr. 1.2.3. obsahu kremíka v oceliach a doby ponoru v zinkovacej vani.



Obr. 1.2.3 Hrúbka povlaku Zn ako funkcia

Drsnosť povrchu ocele ovplyvňuje hrúbku povlaku. Drsnější povrch dáva väčšiu hrúbku. Napríklad tryskanie povrchu môže zvýšiť hrúbku povlaku až o 15-100%. Výraznejšie korózie alebo dlhší čas morenia (intenzívnejšie) spôsobuje vytvorenie väčšej hrúbky povlaku. Hrúbku povlaku ovplyvňujú aj niektoré spôsoby obrábania. Väčší posuv pri sústružení vytvára hrubší povlak ako jemný posuv. Ale aj brúsenie môže mať vplyv na výsledný efekt. Rezanie plynom alebo laserom má opačný efekt znižuje hrúbku povlaku.

Hrúbka steny zinkovanej ocele ma tiež vplyv. S rastúcou hrúbkou steny výrobku rastie hrúbka povlaku. To platí obzvlášť pre ocele ukladnené kremíkom s hrúbkou steny pod 5mm. Príčina spočíva v tom, že ľahší výrobok má kratšiu dobu ponoru než predmet ťažší.

Spracovanie oceli (mechanicky a tepelne) sa pre rôzne polotovary líšia. To môže spôsobiť rozdiely v štruktúre, ktorá reaktivitu ocele tiež ovplyvňuje.

Zloženie zinkového kúpeľa sa môže do určitej miery meniť.

1.3 Korózie zinkovaného povlaku

Zinok je prvok, ktorý sa v čistej forme vyznačuje nízkou koróznou odolnosťou. Ak sa čistý zinok vystavuje pôsobeniu atmosférickému prostrediu rýchlo oxiduje. Vysoká trvanlivosť protikoróznej ochrany povlakov je daná tým, že sa zinok pasivuje. Za priaznivých podmienok (v suchom, vetranom prostredí) dochádza pôsobením vzdušnej vlhkosti k postupnej premene oxidu zinočnatého na hydroxid zinočnatý, ktorý môže reagovať z atmosférickým oxidom uhličitým a vzniká pomerne stabilný uhličitán zinočnatý. Každá chemická reakcia prebieha za určitých podmienok a určitou

rýchlosťou. Ak je rýchlosť tvorby hydroxidu zinočnatého vyrovnaná s rýchlosťou jej premeny na uhličitan zinočnatý, pokrýva sa zinkový povlak patinou. Ak však v období, kým sa vytvorí patina, dôjde k navlhčeniu pozinkovaného povrchu súčiastky, preváži pomer vznikajúceho hydroxidu zinočnatého nad rýchlosťou tvorby uhličitanu zinočnatého a povlak sa pokrýva veľmi objemnými koróznymi produktami zinku, korózne napadnutie zinku výrazne podporuje miera znečistenia ovzdušia hlavne zvýšená koncentrácia oxidu siričitého alebo chloridu v atmosfére. Zinkový povlak sa pokrýva koróznymi produktami, hlavne bielymi a používa sa označenie biela *hrdza*.



Obr. 1.3 Biela korózia na konštrukcii.

Škodlivosť bielej korózie býva laikmi často zbytočne preceňovaná. Obrázok bielej korózie je vytvorený nepatrným množstvom práškových oxidačných produktov a veľkým množstvom priehlbín. Podľa množstva prášku a priehlbín rozlišujeme bielu koróziu na ľahkú a ťažkú.

Ľahká biela korózia pozinkovaných dielov vzniká, keď dážď alebo vlhký vzduch pôsobí krátko na čerstvé pozinkované plochy a potom opäť povrch oschne. Dostatočným prúdením vzduchu a vhodným sklonom povrchu výrobku znižujeme možnosť vzniku bielej korózie. Po odpadnutí nepatrného množstva bielej korózie sa znovu vytvorí ochranná vrstva zásaditého uhličitanu zinočnatého $/\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2/$. Tato vrstva zaručuje dostatočnú ochranu zinkového povrchu.

Ťažká biela korózia vzniká vplyvom intenzívneho a dlhodobého pôsobenia vlhkosti. Najčastejšie sa tvorí pri použití pozinkovaných častí v priemyselnej zóne, chemickej výrobe, v kyslom prostredí atď. V takomto prostredí môže dôjsť až k úplnému znehodnoteniu zinkovej vrstvy. Ak nie je možné škodlivosť prostredia znížiť, je dôležité použiť duplexný systém ochrany povrchu (zinok + náter).

Ľahká biela korózia síce opticky poškodzuje vzhľad pozinkovaného povrchu. Je však nutné si uvedomiť, že sa striebřistý lesklý povlak čerstvo pozinkovaných výrobkov v priebehu jedného mesiace zmení na matne šedý. Pri skladovaní sa biela korózia vytvára na povrchu pozinkovaného výrobku rôznou rýchlosťou a v rôznych vrstvách. Prípadne vzniknuté oxidačné produkty je potrebné bezpodmienečne odstrániť kartáčovaním, aby nedošlo k zníženiu ochranej funkcie zinkové vrstvy. [4],[7],[8]

1.4 Postup zinkovania pre duplexné povlaky

Pri aplikácii žiarového zinku je veľmi dôležité informovať zinkovňu o skutočnosti, že na materiál bude následne aplikovaná farba, čo znamená, že bude zhotovený duplexný povlak. V tomto prípade musí zinkovňa poopraviť postup zinkovania.

Súčiastky na ktoré bude aplikovaná farba musia spĺňať následný postup pri žiarovom zinkovaní:

- súčiastky by nemali byť chladené vo vode, chladiaca voda nebýva čistá, obsahuje rôzne soli ktoré následne zhoršujú, alebo úplne znemožňujú príľnavosť organického náteru.
- Súčiastky by nemali byť skladované v priestoroch zinkovne, ovzdušie tu obsahuje menšie množstvo dymu z tavidla, tieto častice sa prilepujú na povrch, čo vytvára film, na ktorý sa podstatne horšie prichytáva organický povlak.
- Na povrchu by sa nemali vyskytovať vady, viditeľné hrudky, drsné plochy, ostré výstupky, výrazne prekročená hrúbka povlaku a pod.

Tieto skutočnosti ovplyvňujú kvalitu a hlavne znižujú životnosť duplexného povlaku a preto je veľmi dôležité dbať na ich dodržiavanie.[13]

1.5 Voľba organického povlaku

Ochranný účinok organických povlakov je založený na barierovom princípe. U niektorých hrúbkach povrchu povlaku, kde by bola táto ochrana obmedzená je ešte doplnená pôsobením inhibičných látok v nich obsiahnutých.

1.5.1 Povlaky z organických materiálov

Organické povlaky z náterových hmôt predstavujú najrozšírenejší spôsob povrchových úprav výrobkov. Je to dané pomerne vysokým účinkom protikoróznej ochrany a estetickým a ľahko dostupným vytváraním povrchov. Náter je definovaný ako súvislý povlak požadovaných vlastností. Náterovými hmotami nazývame tekuté a pastové hmoty, ktoré sú nanášané v tenkých vrstvách na

podklad. Vytvárajú súvislý film na výrobku a tým vzniká ochranný účinok.

Podľa počtu nánosov(náterov) rozoznávame jedno alebo viac vrstiev, ktoré sa delia do skupín podľa vlastností a účelu.

Základnými zložkami náterových hmôt sú filmotvorné zložky, pigmenty, plnidlá a tekuté zložky.

1. **Filmotvorné zložky** – sú prevažne netekuté organické látky, ktoré môžu vytvárať tuhý súvislý film rôznej hrúbky. Sú to vyschýnajúce oleje (línový, tungový) prírodné živice (kalafuna, šelák, kopály) používané v kombinácii s ďalšími filmotvornými látkami, deriváty celulózy (nitrocelulóza, acetylcelulóza a iné), deriváty kaučuku (chlórovaný kaučuk, cyklizovaný kaučuk), asfalty (prírodný a získaný spracovaním ropy) a syntetické živice (alkalidy, epoxidy, vinylové polyméry atď.). Do skupiny filmotvorných látok zaradíme tiež zmäkčovadlá (dibutylftalát, chlórovaný parafín, chlórovaný difenyl a atď.). Zmäkčovadlá sú viskózne až tuhé látky prakticky netekuté, ktoré samostatne nezaschýnajú a nevytvárajú tuhý film vhodných vlastností, ale nabobňávajú alebo rozpúšťajú filmotvorné zložky, alebo sa s nimi znášajú a upravujú ich príliš vysokú krehkosť a tvrdosť, tak aby nátery získali požadované vlastnosti hlavne vláčnosť a pružnosť. Používajú sa hlavne u celulóзовých, polymeratových náterov na bázy derivátu kaučuku.
2. **Pigmenty** – sú to oxidy kovov alebo solí. Rozdeľujeme ich do troch skupín podľa ochrany proti korózii: inhibičné, neutrálne, stimulujúce.

Tieto skupiny pigmentov majú na koróziu rôzny vplyv, inhibičné koróziu spomaľujú, neutrálne na jej priebeh nemajú vplyv a stimulujúce urýchľujú jej priebeh.

3. **Tekuté zložky** – sú to hlavne rozpúšťadlá a riedidlá, umožňujú aplikáciu hmoty na chránený povrch. Prítomnosť tekutých látok v náteroch zhoršujú ich odolnosť a to hlavne pri vystavení agresívnemu kvapalnému prostrediu.

Rozpúšťadlá sa volia hlavne podľa rozpustnosti filmotvorných zložiek. Najbežnejšie sú toluén, xylén, etylalkohol, etylacetát, acetón atď. Podľa rýchlosti odparovania sa delia na ľahké, stredné a ťažké. Riedidlá sú rozpúšťadlá alebo ich zmesi, ktorými sa upravuje tekutosť náterových hmôt.[9]

1.5.2 Rozdelenie organických povlakov

Náterové hmoty môžeme rozdeliť do viacerých kategórií, podľa charakteristických vlastností.

Podľa obsahu pigmentu:

- transparentné-nepigmentové, nazývané laky, ktoré tvoria priehľadný náterový film
- pigmentové, ktoré sa podľa obsahu pigmentu delia na emaily, farby podkladové a základové, plniče a tmely.

Podľa podmienok zaschnutia:

- zaschnújúce na vzduchu – zaschnújúce za normálnych atmosférických podmienok.
- vhodné k presušovaniu – zaschnújú za normálnych i za zvýšených teplôt
- na vypaľovanie – vytvárajú povlak za zvýšených teplôt
- na vytvrdzované pôsobením žiarenia

Podľa podmienok použitia:

- vnútorné
- vonkajšie
- špeciálne

Podľa poradia v náterovom systéme:

- na napúšťacie – používajú sa k napusteniu zaschnutých tmelových vrstiev, alebo pre ochranu sacích a poréznych podkladov napr. drevo, papier a textil.
- na základnú reaktivitu – používajú sa na zvýšenie priľnavosti
- na základné – používajú sa ako prvá vrstva
- na vyrovnávajúce – používajú sa na vyrovnanie nerovností na podklade
- na vrchné – používajú sa ako posledná vrstva v systéme

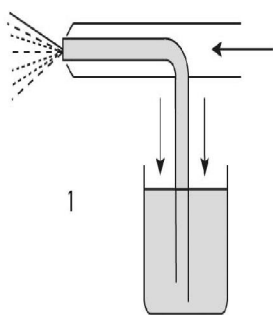
1.5.3 Technológia vytvárania náteru

Technológia zhotovovania organických povlakov je tvorená z dvoch nadväzujúcich procesov. Prvým je nános farby (štetcom, striekaním) a druhým je vytvrdzovanie (pôsobením prostredia, zvýšených teplôt, žiarením).

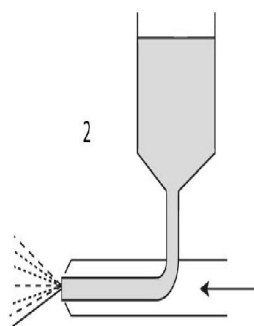
Technológia ručného nanášania náterových hmôt - patrí k jednej z najrozšírenejších technológií aplikovania farby. Je jednoduchá, univerzálna, vhodná všade tam kde nenájde uplatnenie výkonnejší spôsob. Jej nevýhodou je nízka produktivita 10-15 m²/hod. Je vhodná k zhotovovaniu základných a toxických náterov. Pri povrchovej úprave väčších plôch býva efektívnejšie použiť namiesto štetca valček.

Technológia nanášania náterových hmôt pneumatickým striekaním – patrí do klasických spôsobov nanášania náterovej hmoty. Používa sa pri ručnom nanášaní povlaku, ale aj pri automatizovanom spôsobe s využitím dopravných liniek. Pneumatické striekanie je rozprašovanie náterovej hmoty (privádzanej do striekacej pištole pomocou vzduchu) na povrch výrobku, kde vplyvom povrchového napätia dôjde k vzájomnému spojeniu rozprašovanej náterovej hmoty s podkladom. Výhodou tejto technológie je vysoká produktivita (200m²/hod.). K nevýhodám tejto technológie patria veľmi vysoké straty náterových hmôt spôsobené prestrekom a nevhodnosť z

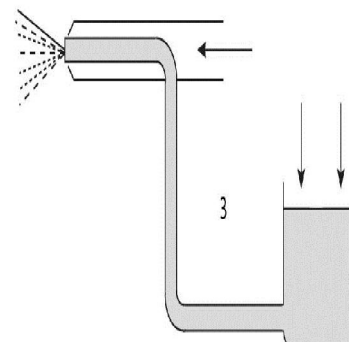
hľadiska hygieny práce.



Obr. 1.5.1 Nasávací systém

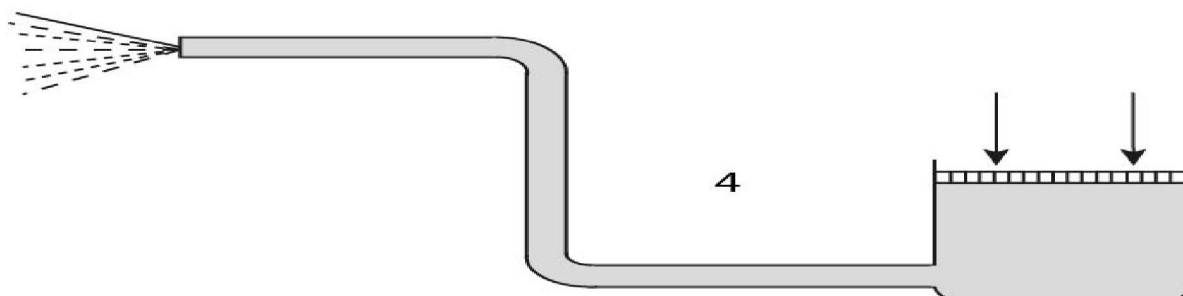


Obr. 1.5.2 spádový systém



Obr. 1.5.3 tlakový systém

Technológia vysokotlakového striekania náterových hmôt - jemne rozptýlená náterová hmota vo forme kvapôčok je nanosená prúdom vzduchu na upravený predmet tlakom alebo elektrickým nábojom, teda bez nosného média. Náterová hmota dopadá na predmet vlastnou energiou, čím má možnosť preniknúť do veľmi tesných spár a prichytiť sa i na ostrých hranách. Pri použití tejto techniky klesá spotreba riedidiel.



Obr. 1.5.4 Schéma bezvzduchového striekania- vysokotlakoví systém

Technológia striekania náterových hmôt v ohriatom stave – vychádza z pneumatického alebo vysokotlakového, pričom náterová hmota je ohriata priamo v striekacom zariadení. Tým sa výrazne zníži hodnota použitých riedidiel, je možné vytvoriť väčšiu hrúbku náteru v jednej vrstve a upravené predmety sú po nástreku v nelepivom stave.[10]

Technológia striekania náterových hmôt v elektrostatickom poli vysokého napätia- podstatou tohto spôsobu striekania je vzájomné priťahovanie častíc s rozdielnym elektrickým nábojom. Náterová látka sa nanáša v účinnom priestore elektrostatického poľa, v ktorom je lakovaný výrobok uzemnený. Čiastočky náterovej látky získavajú záporný náboj v špeciálnom rozprašovacom zariadení, pripojenom na záporný pól generátora vysokého napätia, a sú unášané po siločiarach elektrického poľa na uzemnený predmet .Medzi predmetom a zdrojom z ktorého sa rozprašujú čiastočky náterovej látky sa vytvára elektrostatické pole. Čiastočky sú priťahované k predmetu, kde

odovzdajú svoj náboj a adhéznymi silami zostávajú na povrchu predmetu, ktorý pokrývajú súvislou vrstvou. Tento spôsob nanášania možno použiť aj na nanášanie náterových látok na elektricky nevodivé výrobky tak, že sa vodivé jadro vloží do nich, alebo sa na ne položí. V súčasnosti je známych niekoľko rozdielnych spôsobov nanášania náterových látok v elektrostatickom poli, pričom každý spôsob má ešte veľký počet praktických modifikácií.

Namáčanie - pri namáčaní sa náterová látka nanáša ponorením výrobku do nádrže s náterovou látkou, z ktorej sa potom rovnomernou rýchlosťou vyťahuje. Hrúbka náteru závisí od viskozity použitého kúpeľa a od rýchlosti, ktorou sa výrobok z kúpeľa vyťahuje.

Polievanie - náterovú látku môžeme nanášať aj tak, že výrobok náterovou látkou polejeme, pričom jej nadbytok z povrchu predmetu stečie. Pri polievaní je potrebné omnoho menšie množstvo náterovej látky ako pri namáčaní. Navalovanie: je to spôsob mechanického nanášania náterových látok, pri ktorom sústava valcov nanáša náterovú látku na pohybujúcu sa plochu.

Sušenie a vypaľovanie náterov - náter získa tvrdosť, odolnosť voči mechanickému a chemickému namáhaniu až po dokonalom zaschnutí alebo vypálení. Pri zaschnutí prebieha rada zložitých fyzikálnych a chemických pochodov. Priebeh chemickej reakcií je závislý na zložení náterovej hmoty a spôsobe sušenia.

Podľa spôsobu schnutia je možné rozdeliť náterové hmoty na zaschnávajúce fyzikálnymi alebo chemickými pochodmi.

Pri fyzikálnom zaschnutí (schnutí) sa nemení zloženie filmotvornej látky, lebo neobsahuje funkčné skupiny schopné chemických premien a náter vzniká odparením rozpúšťadiel. Pôsobením rozpúšťadiel, v ktorých sú filmotvorné látky rozpustené, na zaschnutý náterový film sa náter znovu rozpustí. Do tejto skupiny patria nitrocelulózoové, chlorkaučukovité, liehové a asfaltové nátery.

U náterových hmôt zaschnávajúcich za priebehu chemických pochodov sa v prvej fáze rozpúšťadlá a riedidlá tiež odparujú. Náterový film sa postupne zahusťuje. V ďalšej fáze schnutia dochádza k chemickým reakciám, ktoré sú závislé na zložení náterovej hmoty. Podľa typu náterovej hmoty prebieha buď oxidácia, polymerácia, oxypolymerizácia, polykondenzácia alebo ďalšie chemické reakcie. Súčasne môže prebiehať aj niekoľko chemických reakcií. Makromolekuly môžu vznikáť zvyšovaním teploty alebo pôsobením dvoch alebo viacerých zložiek obsiahnutých v náterovej hmote. Náterové hmoty vytvorené chemicky sú nerozpustné v organických rozpúšťadlách, lebo chemické zloženie vzniknutých náterov nie je totožné s chemickým zložením formotvorných látok pred ich rozpustením.[9]

Chemické reakcie môžu prebiehať buď pri normálnej pokojovej teplote alebo pri zvýšenej obvykle sa pohybuje cca. 60°C eventuálne pri vyšších.

- a) zaschnutie pri normálnych teplotách okolo 20°C voľne v atmosfére
- b) prisušenie pri teplote 40-60°C

c) vypaľovanie pri teplote 80-250°C

Doba schnutia sa pohybuje od niekoľko minút až niekoľko dní u náterových hmôt zaschýnajúcich pri normálnych teplotách.

Aby sa urýchlili automatizované cykly pri automatizácii zaschýnanie je urýchľované vyššími teplotami. Vypaľovanie sa uskutočňuje u náteroch obsahujúce teplom vytvrditeľné živice, u ktorých je tento proces dosiahnutý vyššími teplotami.

Pre vytvrdzovanie sa používajú tieto spôsoby:

- zaschýnanie na vzduchu pri teplote 20 °C
- sušenie a vypaľovanie ohriatym vzduchom
- vypaľovanie infračerveným žiarením
- indukčné vypaľovanie
- vytvrdzovanie ultrafialovým žiarením
- vytvrdzovanie elektrónovým žiaričom

2 Mechanické predúpravy žiarové pokovaného Zn povlaku pre nanesenie náterovej hmoty

2.1 Čo sa od predúpravy očakáva? (zaistenie vysokej priľnavosti)

Hlavným účelom predúpravy je úspešné zakotvenie druhej vrstvy na podkladový materiál zinkový povlak, aby nedochádzalo počas životnosti povlaku k odlupovaniu organického náteru.

V súčasnosti je využívaný mechanický spôsob predúpravy pri tvorbe duplexných povlakov, tryskanie povrchu za použitia jemného nekovového abrazíva. Tryskanie prebieha vrhaním abrazíva (nekovového) pri tlaku nie väčšom ako 40 psi (2,7 baru). To zaisťuje, že povrch - zinkový povlak je minimálne narušený a v požadovanej miere zdrsnený. Je treba dávať pozor pri tryskacích prácach a zabrániť silnému priamemu tryskaniu žiarového povlaku. Optimálna vzdialenosť a uhol tryskania je obyčajne určený výrobným postupom, aby bolo dosiahnuté optimálnych výsledkov ako celého systému duplexných systémov. Tryskanie sa používa aj ako doplnok k fáze chemického povlaku.

Materiály, ktoré boli úspešne použité k tryskaniu (sweepovaniu) pozinkovanej ocele:

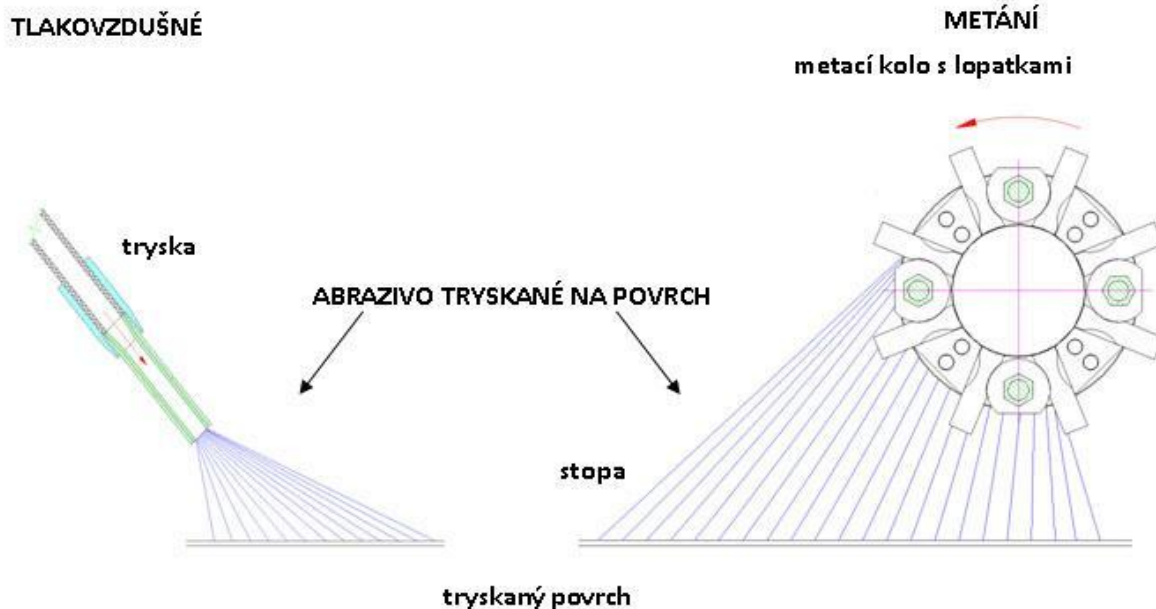
- kremičitan hlinitý / horečnatý,
- mäkké minerálne piesky podľa Mohsovy tvrdosti hodnotené piatimi a menej
- organické médiá, ako sú kukuričné klasy a škrupiny vlašských orechov
- kamenné materiály, ako je korund a vápence.

2.2 Ľahké tryskanie (Druhy tryskacích médií, tlak, veľkosť)

Spevňovanie povrchov, zdršňovanie, vyhladzovanie, tvárnenie, čistenie odliatkov a výkovkov, okujňovanie, odrezávanie, odstraňovanie otrepu, opracovanie kameňa, gravitovanie kovov, matovanie, štruktúrovanie, zušľachtovanie, hladenie.. pole pôsobenia tryskacích materiálov je nekonečne mnohostranné.

Tryskanie – patrí v dnešnej dobe k veľmi rozšírenej povrchovej úprave pred jeho finálnou úpravou – napr. nanesením farby, metalizácií, či inou aplikáciou. Je využívaná nie len u ocelových konštrukcií, ale aj u iných materiálov ako je napr. Betón, obkladové dosky, drevo a iné.

Pieskovanie (používaný termín tryskanie) je v súčasnej dobe najviac používané v strojárstve, ale svoje uplatnenie nachádza aj v iných technických a umeleckých smeroch. Pieskovanie je možné rozdeliť na "tlakovzdušné" (pieskovanie abrazívnym materiálom pod tlakom na čistený povrch) a pieskovanie "metaním" (abrazivo je vrhané lopatkami metacieho kola v uzavretej kabíne – tryskacím strojom s metacími kolesami).



Obr. 2.2 Tryskanie technológia [1]

Obecné hodnotenie povrchu a jeho kvality

Hovoríme o čistote povrchu, v oblasti čistenia otryskavaním, máme na mysli hodnotu danú parametrom Sa – stupeň prípravy povrchu, ktorý je detailnejšie popísaný v norme **ČSN ISO 8501**. Táto norma tiež stanovuje špecifikuje typy povrchu resp. stupne korózie. Štandardnou hodnotou používanou pre tryskanie je hodnota Sa= 2,5; ostatné hodnoty viac tabuľka 2.2 .

Druhým podstatným parametrom je hodnota Rz (stredná hodnota najväčších výšok). Zo skúsenosti sa najviac používa hodnota Rz=40 (v μm), ktorá je závislá predovšetkým na voľbe abrazíva.

Poznámka:

Niektoré spoločnosti uvádzajú na svojich webových stránkach hodnoty (tabuľky) spotreby abrazíva pri určitej veľkosti trysky, výkonu (tryskaná plocha v m^2 za danú časovú jednotku) apod. Vždy je potrebné hodnotiť parameter povrchu Sa a Ry a až potom odvodzovať ďalšie hodnoty. Stanoviť spotrebu abrazíva či efektívnosť tryskania je veľmi zložitú, lebo je veľa prevádzkových a technických podmienok, ktoré finálny výsledok ovplyvnia.

Tab. 2.2 Stupne tryskania

Sa 1 Ľahké abrazívne čistenie	Pri nezvačšenom pohľade nesmie sa na povrchu pozorovať olej, tuk, nečistota a slabo prilnutá okovina, hrdza, nátery a cudzorodé látky. Fotografie B Sa 1, C Sa 1, D Sa 1.
Sa 2 Dokladné abrazívne čistenie	Pri nezvačšenom pohľade nesmie sa na povrchu pozorovať olej, tuk, nečistota a väčšina povrchu musí byť bez okoviny, hrdze, náterov a cudzorodých látok. Fotografie B Sa 2, C Sa 2, D Sa 2.
Sa 2 ½ Veľmi dokladné abrazívne čistenie	Pri nezvačšenom pohľade nesmie sa na povrchu pozorovať olej, tuk, nečistota, okovina, hrdza, nátery a cudzorodé látky. Všetky zostávajúce stopy znečisťujúcich látok musia byť jemne farebne odlišené miesta vo forme škvŕn alebo pruhov. Fotografie A Sa2 ½, B Sa 2 ½, C Sa 2 ½ a D Sa 2 ½.
Sa 3 Abrazívne čistenie na vizualne čistú ocel	Pri nezvačšenom pohľade nesmie sa na povrchu pozorovať olej, tuk, nečistota, okovina, hrdza, nátery a cudzorodé látky. Povrch musí mať všade rovnakú kovovú farbu. Fotografie A Sa 3, B Sa 3, C Sa 2, D Sa3.

Tlakovzdušné tryskanie

Podľa spôsobu je možné ho rozdeliť na “injektorový“ alebo “tlakový“ systém, medzi nimi je približne 300% rozdiel vo výkone.

Injektorový systém

Pracuje na jednoduchom princípe “fixíry“ tj. prisávaním abrazívneho prostriedku vo vzduchovej uzavretej komore. V uzavretej pištoli je vsadená vzduchová tryska, ktorá strháva abrazíva (pod tlakom) a tryskacou hadicou je vedené k ústiu trysky a vystrekované na tryskaný povrch. Systém sa najviac používa v tryskacích kabínach, tiež sa používa v tryskacích pištoliach, či iné systémy používané na voľné tryskanie.

Veľkosťou trysky a tlakom vzduchu je možné do určitej miery nastaviť intenzitu tryskania. V prípade voľného tryskania (nie je tryskané v uzavretom priestore napr. ručné tryskanie v kabíne) je výkon tryskania cca 1-3 m²/hod.

Na tryskanie sa používajú ľahké abrazíva napr. korund alebo balotína (viď. kapitola druhy tryskacích abrazív).

Na trhu je možné vidieť aj jednotky, ktoré pracujú v uvedenom systéme, ale sú navyše doplnené odsávaním. Ide o súčasné tryskanie a odsávanie prachu a abrazíva z tryskaného povrchu. Tryska je väčšinou uložená v hubici, ktorá musí byť pevne dotlačená k povrchu, aby abrazívo neunikalo do priestoru. Pri tryskaní sa súbežne v hadici pod tlakom odsáva späť abrazívo do jednotky a prach sa oddeľuje do zásobníku. Na každé zariadenie z odsávaním je obecné možné stanoviť podmienku, že súčasné odsávanie znižuje výkon tryskania a to až o 50%. Je treba zvážiť nákup takého zariadenia a odskúšať si najprv jeho výkon priamo na tryskanom povrchu.

Tlakový systém

Tlakový systém používaný nielen u mobilných tlakových jednotiek, ale aj u tryskacích kabín, tryskacích boxoch. Princíp spočíva v uzavretí tlakovej nádoby s abrazívom a pod tlakom cez regulačný ventil je abrazívo vháňané do hadice s ukončením do trysky, kde je tok abrazíva ešte urýchlený (tvar trysky - "Venturiho trubica"). Všetko zabezpečuje pneumatický systém s ovládaním z miesta tryskania. Rýchlosť abrazíva v ústí trysky sa pohybuje cca 43 ms⁻¹. Uvedených systémov je v súčasnosti celá rada u domácich a zahraničných výrobcov.

U tlakových zariadení sa používajú aj hmotnostne ťažšie abrazíva ako je oceľ a liatinový drôt, ale je možné použiť celú radu abrazív.

Pre tlakové tryskanie je treba dodržať určité technické parametre:

TLAK VZDUCHU

Minimálny tlak doporučujeme v rozmedzí **5,5-7 barov** (0,55 až 07 Mpa) pri objeme vzdušiny podľa veľkosti trysky a tlaku viac tabuľka. Napr. u trysky o priemere 8mm a tlaku 0,6 Mpa sa spotreba vzduchu pohybuje cca na hodnote 200 m³/hod. Vzdušnina by mala byť pre tryskanie upravená – tj. vyfiltrovaná nielen od olejových emulzií (zabezpečuje zariadenie kompresorovej jednotky) ale aj zbavená vodného kondenzátu, ktorý vzniká pri stlačení vzdušiny a jeho vedenia v rozvodoch k tlakovej tryskacej jednotke. Z uvedených dôvodov je veľmi dôležité nainštalovať pred jednotku alebo kabínu zvyškový odlučovač kondenzátu alebo prípadne sušičku, alebo vymrazovačku. Optimálny vzduch pre tryskanie je tlakový vzduch o požadovanej hodnote v rozmedzí vytlačeného tlaku 0,6-0,7 Mpa a hodnote 420 m³/hod.

Preto treba venovať pozornosť základným hodnotám vstupných parametrov v nasledujúcich tabuľkách.

Tab. 2.2.1 Spotreba vzduchu injektorové tryskanie

ϕ trysky (mm)	Spotreba vzduchu (m ³ /hod)		
	0,6 Mpa	0,7 Mpa	0,8 Mpa
6,5	140	160	180
8	240	260	280
9,5	350	370	390
11	450	470	490
13	540	560	580

Tab. 2.2.2 Spotreba vzduchu tlakové tryskanie

ϕ trysky (mm)	Spotreba vzduchu (m ³ /hod)				
	0,45 Mpa	0,52 Mpa	0,6 Mpa	0,68 Mpa	0,75 Mpa
5	51	56	65	70	77
6,5	92	104	116	126	138
8	152	172	193	215	234
9,5	215	244	275	295	334
11	290	331	370	409	433
12,5	382	430	477	527	576

Mobilné tlakové tryskanie

Sa používa v exteriéry, väčšinou je spojené s prácami na stavbe a tryskanie nadrozmerných predmetov (lode, stavebná technika fasády domov apod.).

Trysky

Je treba upozorniť na opotrebenie trysky, ktoré má vplyv na zväčšenie jej priemeru, opotrebenie je závislé na materiáli, ktorým sa tryskalo (abrazivo- oceľové broky, korund, balotína) ale aj na materiály trysky. Pri zväčšení profilu trysky je navyše ovplyvnený efekt "ventúriho profil", či používaním trysiek nad stanovenú hodnotu je neefektívny.

V súčasnosti je používané široké spektrum materiálu trysiek od karbidu volfrámu, karbid kremíku, až po karbidy bóru alebo tetraborové trysky, ktoré vykazujú najväčšiu životnosť ale aj najvyššiu cenu. Preto je doporučené dodržiavať určité zásady pri ich používaní.

Tab. 2.2.3 Približné hodnoty životnosti trysiek v hodinách

Material trysky	Oceľové abrazivo	Spotrebné abrazivo	Korund
Karbid wolfrámu	500-800	300-400	20-40
Karbid kremíka	600-100	400-600	50-100
Karbid bóru	1500-2500	750-1500	200-100
Keramický mat.	20-40	10 – 30	1 – 4

Prečo tryskať ?

V dnešnej dobe sú stanovené vysoké nároky na povrchovú úpravu rôznych výrobkov. Ten môže byť kvalitný ale zlou povrchovou úpravou môže byť znehodnotený celý výrobok. Aby sa dosiahlo vysokej kvality, na ktorú sú v dnešnej dobe stanovené vysoké nároky, ako u samotného výrobku, tak aj u povrchovej úprave, hlavne kvôli pohľadovému efektu, je potreba odstrániť všetky nečistoty, masť a nerovnosti, prípadne ich vytvoriť (duplexné povlaky). Tryskanie je jednou z najúčinnjších a najlacnejších metód povrchových úprav materiálu.

Čo tryskať ?

Odstránenie starých náterov, okují a korózií, aj rôzne ovarky spôsobené bežnými technológiami zvárania, či iné nedostatky pri spracovaní vo výrobe, ale tiež aj pri údržbe a renovácii starších vecí a nie len kovových predmetov ale aj kameňa, skla, keramiky, plasty, dreva atď., upravíme najlepšie tryskaním. Takto pripravíme kvalitné povrchy k novému náteru alebo inej povrchovej úprave. Tryskaný povrch je tak čistý, a tým je zabezpečený podklad vysokej kvality a požiadaviek pre nasledujúce potreby.

Ako tryskať ?

K tryskanie sa dnes najčastejšie používajú tryskacie zariadenia, ktoré ďalej delíme na tryskacie kabíny, vhodné pre interiérové bezprašné tryskanie a tryskacie pištoly so zásobníkmi, vhodné pre tryskanie vonka, používané pre tryskanie väčších predmetov rozličného materiálu, ktoré z dôvodov hlavne veľkostných a hmotnostných sa nemôžu opracovať v tryskacích kabínach.

Čím tryskať ?

Na tryskanie predmetov rozličného materiálu sa používa niekoľko druhov abrazív, zo širokospektrálneho materiálu, hmotnosti a veľkosti zrna, obecné nazývané hrubosť, ktoré správnym výberom, prípadne ich kombináciami, zaručujú najkvalitnejšie, najúčinnnejšie, najekonomickejšie tryskanie a tým sa abrazivo stáva hlavným prvkom správneho tryskania. Najpoužívanejším sú rôzne kremičitany ako je korund, ale aj balotína, vlašské orechy, plast, struska, atď..

2.3 SWEEPING (doporučené parametre)

Brusné sweepovanie (kartáčovanie) tryskanie je metóda používaná pre prípravu pozinkovaného žiarového povlaku pred nanosením žiadaného organického (laku) náteru. Účelom tohto postupu je odstrániť oxidový film a zdrsniť podklad zo zinku. Ľahké tryskanie má zabezpečiť maximálnu príľnavosť vrchnej poľahovej farby na zinkovej vrstve. K dosiahnutiu úspešného výsledku musí byť zrejmé, že úroveň, na ktorú musí byť podklad - oceľ tryskaná pred aplikáciou organického povlaku sú vhodné pre zinkovanie. Vonkajšia vrstva čistého zinku vyžaduje veľmi malý účinok alebo čističe opatrenie na podporu dostatočnej drsnosti povrchu. Tryskaním by sa mal ľahko zdrsniť povrch bez odstránenia veľkého množstva pozinkovaného povlaku a poskytnúť tak podporu adhézneho účinku náterového filmu. Postup by mal byť uskutočnený na základe týchto kritérií:

- Abrazívo by malo byť jemné, nekovové (granát, korund)
- rozmer abrazíva, ktoré prejde skúšobným sitom o veľkosti 150 μm - 180 μm (80-100 mesh)
- tlak tryskania 275kPa (40 psi)
- uhol vrhania abrazíva väčší ako 45°
- výška vrhania 350-400 mm
- priemer otvoru trysky (Venturiho typu) 10-13 mm

Tieto hodnoty tryskania by mali zabezpečiť, že závažnosť tryskania nepoškodzuje pozinkovaný povrch, a mali by odstrániť len 10 um povrchového zinku. V prípade, že nie sú k dispozícii pracovníci so skúsenosťami v tryskaní, je rozumné začať tryskať z väčšej vzdialenosti medzi tryskou a povrchom, aby nebol odstránený žiarový povlak, ak nie je určený predpis pre prácu SWEEPOVANIE.

Organické nátery by mali byť použité čo najrýchlejšie po pozinkovaní alebo abrazívnom tryskaním.

2.4 Tryskacie média (Oxid hlinitý, korund, olivíni, kremičitany, struska, balotína)

V súčasnosti sa používa veľké množstvo tryskacích abrazív organického a anorganického zloženia. Každé abrazivo má svoje výhody a nevýhody.

Na ľahké tryskanie (sweepovanie) sa používa abrazivo nekovové:

Umelý hnedý korund A96 - Umelý hnedý korund je kvalitné abrazivo vhodné pre tryskanie v uzavretých systémoch. Jedná sa o minerálne ostrohranné abrazivo. Doporučené použitie - železo, oceľ, sklo atď.



Obr. 2.4.1

Umelý biely korund A99 - Umelý biely korund je vysoko kvalitné odmagnetizované abrazivo vhodné pre tryskanie v uzavretých systémoch. Jedná sa o minerálne ostrohranné abrazivo. Doporučené použitie - nerez, oceľ, sklo, keramika.



Obr. 2.4.2

Sklenená Balotína - Balotína sú sklenené mikroguličky, toto abrazivo je vhodné obzvlášť pre tryskanie v uzavretých systémoch (tryskacích kabínach) s možnosťou spätnej recyklácie abrazíva. Používa sa pre jemné tryskanie, leštenie, tryskanie nerezových dielov, ako aj finálna úprava materiálu.



Obr. 2.4.3

Sekaný zinkový drôt - Sekaný zinkový drôt je špeciálne nerezové abrazivo vhodné do metacích strojov, prípadne do špeciálnych tlakových kabín s recykláciou tryskacích médií.



Obr. 2.4.4

Drvené orechové škrupiny - Drvené škrupiny orechov sú veľmi mäkký, organický, tryskací materiál. Tento materiál sa používa pre veľmi jemné čistenie, tam kde je nežiaduci následný uber tryskaného materiálu.



Obr. 2.4.5

Granát-Speedblast/Garnet (Granát-oxid křemíku "SiO₂") - ostrohranné inertné abrazívo, červeno-hnedej farby, bez obsahu akéhokoľvek kremíka alebo jeho podoby, a preto tiež vhodné ako náhrada za kremičitý piesok. Najčastejšie použitie je k odstraňovaniu okuju, farby, ale aj k tryskaniu kovových materiálov pred ďalšou povrchovou úpravou a to chrómovaním, zinkovaním a metalizáciou. Poslednou dobou je stále viac používané k okreskávaniu kameňa, betónu, a iných stavebných materiálov vrátane fasád i obkladov, napríklad tiež v technológii tryskania čoby anti-graffiti.



Obr. 2.4.6

2.5 Predúpravy povrchu (čistenie, odmasťovanie, alkalické odmasťovanie)

Z predchádzajúcich procesov výroby, žiarového zinku a následnej predúpravy zdrsnenia povrchu môžu na povrchu výrobku ostať nežiadúce látky (prach a drobné častice zinku), ktoré je treba pred náterom odstrániť.

2.5.1 Odmasťovanie

Odstraňuje nečistoty ako je masťota, prach, soli, kovové triesky a podobne. Je možné ho robiť rôznymi spôsobmi, prípadne ich vzájomnej kombinovať.

ALKALICKÉ ODMASŤOVANIE

používa sa najčastejšie hydroxid sodný, alebo uhličitan sodný v spojení s máčadlami (tenzidy) pri koncentráciách do 10% účinných látok, teplota 40-70°C po dobu 1-20 minút. Všetko závisí od stupňa znečistenia podkladu. Masťota v roztokoch emulguje a zmydľuje sa, ale má snahu sa opäť usadzovať na hladine zásobovacích nádrží, z ktorých je potrebné ju odstraňovať. Účinnosť odmasťovania môže znížiť, keď sa použije tvrdá voda. Ta sa niekedy upravuje fosfátmi ako u pracích práškov. Pri odmasťovaní ponorom je dôležité zaistiť účinné prúdenie kvapaliny, pri postreku zase to, aby sa netvorila pena, po oboch procesoch musí nasledovať oplach.

ODMASŤOVANIE ORGANICKÝMI ROZPOUŠŤADLAMI

(horľavé a nehorľavé) funguje tak, že masťoty sa v nich rozpúšťajú a vzniká ich roztok. Tieto odmasťovadlá sa dajú regenerovať destiláciou. Dnes sú na trhu rôzne typy, od technického benzínu, ktorý v spojení s handrou je nie príliš účinný (masťota sa rozmazáva po výrobku) a veľmi neekologický, cez halogénové uhľovodíky používané v umývacích stoloch, až po uzavreté systémy parných odmasťovačiek, kde pary odmasťovača sa kondenzujú na výrobku, strhávajú masťotu, padajúcu späť do kúpeľa a znovu sa dookola destilujú.

EMULZNÉ ODMASŤOVANIE

usporia množstvo organických rozpúšťadiel a fungujú tak, že súčasne alebo ihneď po sebe na predmet pôsobí organické rozpúšťadlo (benzín, petrolej, ropné frakcie) a vodná fáza s emulgátormi

a zmáčadlami. Robia sa ponorom alebo postrekom, je to technologicky náročnejšie, pretože emulzie nie sú príliš stabilné a sú problémy s likvidáciou použitých emulzií a oplachových vôd.[14]

2.5.2 Morenie

Je chemické odstraňovanie korózných produktov a okuje z ocelí, hliníku, zinku a iných kovov pomocou kyseliny či hydroxidov. Okrem nečistôt sa morením rozpúšťa aj samotný kov a vzniká vodík a rozpustné soli. Soly sa odstránia oplachom a pasiváciou, ale atomárny vodík vniká do kryštalickej mriežky moreného materiálu, koncentruje sa a môže sa následne uvoľňovať pri vypaľovaní farieb. Tlak nahromadeného vodíka môže byť aj niekoľko atmosfér! Morenie trvá podľa použitej kyseliny (na oceľ, meď, zinok) či hydroxidu (pro zinok, hliník) niekoľko sekúnd až minút. Väčšinou dochádza morením k naleptaniu povrchu, na ktorom majú nátery lepšiu príľnavosť. Problémom ale zostáva vyubublanie vodíka, a riziko vzniku rýchlej korózie na morených materiáloch, preto väčšinou po morení nasleduje pasivácia.

2.6 FOSFATOVANIE (železnatý alebo zinočnatý fosfát)

Je nielen úprava ocelí, ale aj zinku a hliníku. Chemicky je to využívanie schopností niektorých kovov (Fe,Zn,Mn) vytvárať primárne, sekundárne alebo terciálne fosforečnany týchto kovov v dvojmocnej forme. Trojmocný existuje len fosforečnan železitý, ktorý je najmenej rozpustný. Fosfátovanie prebieha pôsobením kyseliny fosforečnej na kov, kde vznikajú nerozpustné fosforečnany chemicky viazané do kryštalickej mriežky kovu. Chemické zloženie fosfatizačných kádí sa musí líšiť podľa kovu, ktorý sa má takto upravovať, a je treba dodržať predpísanú teplotu v rozmedzí +/- 5-8°C a koncentráciu, inak nebude prebiehať vylučovanie fosfátu optimálne. Proces fosfátovania ocelí, železitého alebo zinočnatého, by prebiehal pri teplote 90°C asi 20-30min., preto sa urýchľuje rôznymi oxidačnými činiteľmi (dusičnany a chlorečnany) pri ich pôsobení sa môže doba pri teplote 30-70°C skrátiť na 5-10 min. Množstvo vylúčeného fosfátu sa pohybuje v rozpätí 0,5-0,8 gramov fosfátu na m², teda cca 0,25-4,0 μm. Väčšie vrstvy môžu byť krehké a spôsobiť horšiu príľhavosť farby na mechanicky namáhaných výrobkoch.[14]

3 Overenie vlastností duplexných systémov

3.1 Priebeh skúšky

- 1 Spracovanie vzorky plechu S255JR 5x50x200
- 2 Predúprava povrchu pred nanesením žiarového zinku odstránenie okuje následné tryskanie
- 3 Aplikácia žiarového zinku ponorom (hrúbka vrstvy)
- 4 Meranie drsnosti povlaku žiarového zinku
- 5 Predúprava povrchu ľahké tryskanie použitie 4 druhov abrazív (zinkový drôt, korundový drôt, balotína, orechové škrupinky podľa možností pre dosiahnutie troch drsností)
- 6 Meranie drsnosti predupraveného povrchu
- 7 Aplikácia organického náterového povlaku
- 8 Odrhová skúška ČSN EN ISO 4624
- 9 Mriežková skúška ČSN ISO 2409
- 10 Hodnotenie príľnavosti skúškou podľa ASTM D 3359 metóda A
- 11 Vyhodnotenie skúšky

Metodika experimentálnej práce

Stanovenie drsnosti podkladovej vzorky

Meranie drsnosti podkladového materiálu (ČSN EN ISO 4287).

Stanovenie hrúbky jednotlivých povlakov (pre nátery):

Náterové hmoty – stanovení hrúbky náteru – ČSN EN ISO 2808

Žiarový zinok – stanovenie hrúbky povlaku

Skúška príľnavosti:

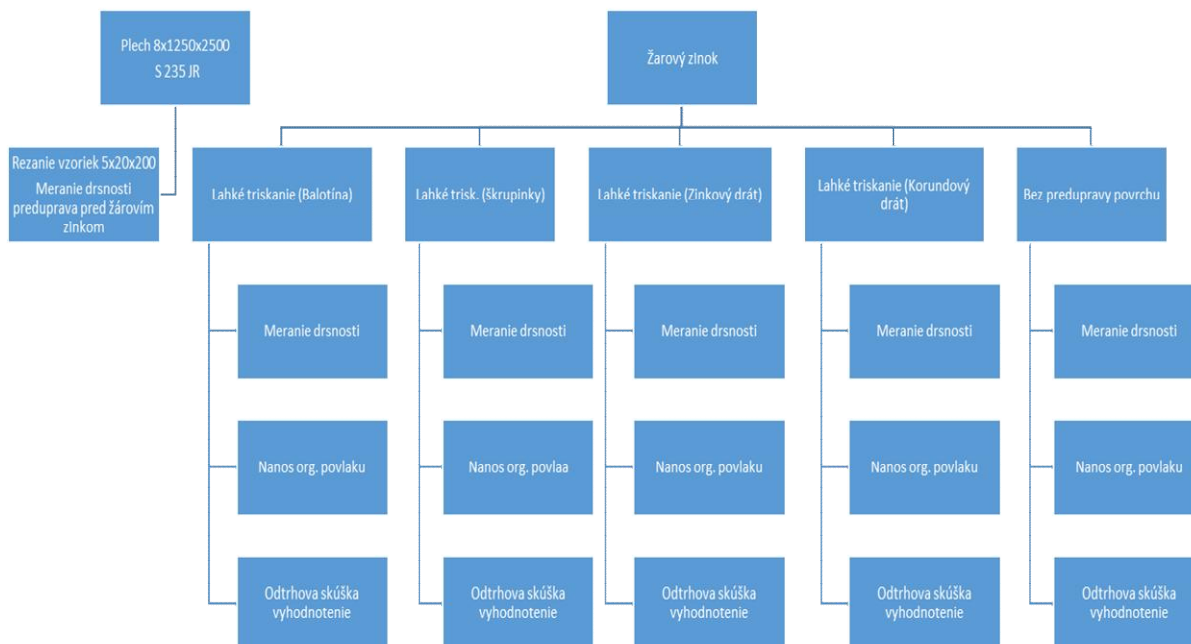
Náterové hmoty: Odrhová skúška príľnavosti

podľa ČSN EN 24624 (ISO 4624:1978)

Náterové hmoty: Mriežková skúška podľa ČSN ISO 2409

3.2 Schéma skúšky

Príloha tab. 3.2 schematický priebeh skúškou priľnavosti povlaku na podklad zo žiarového zinku.



3.3 Príprava vzoriek ku skúškam priľnavosti

Skúšobné vzorky: Tyč plochá valcovaná za tepla EN 10058-2, zn. S235JR Rozmer 50x5

Chemická analýza: C < 0,17%, Mn < 1,4%, Si >0,14 < 0,25, P < 0,035, S < 0,035, N < 0,012, Cu < 0,55

Pílená pásovou pílou na rozmer 200 mm následné vrtanie otvoru pr.8 pre zavesenie do zinkového kúpeľa.

Na zinkovanie sa použil zinok kvality 99,95%, do ktorého sa pridávajú zliatiny zinku s niklom a bizmutom. ČSN EN ISO 1461.

Lahké tryskanie (sweepovanie) použitím 4 druhov abrazíva korund F070, Balotína 80-160; orechové škrupinky, zinkový drôt 0,4 a bez sweepovania.

Vzorky sa lakovali pneumatickým striekaním v 2 vrstvách 50-80 µn.

Použitá farba **ZINOREX S2211**

sa používa k rýchloschnúcim základným i vrchným náterom výrobkov z oceli, pozinkované ocele vrátane čerstvých pozinkovaných materiálov, hliníka, medi a ľahkých kovov. Náter v 1 až 2 vrstvách plní súčasne funkciu základnú antikoróznú a vrchnú ochrannú farby.

3.3.1 Použité abrazíva pre ľahké tryskanie

Na predúpravy povrchu som použil 4 druhy abrazív.

Balotina 80-150 μm - balotina (sklenené mikroguličky) sa používa predovšetkým na jemné tryskanie, leštenie, tryskanie nerezových materiálov, konečnú povrchovú úpravu a pod. Okrem toho má bohaté využitie všade tam, kde je potrebné dosiahnuť reflexný povrch - napr. vodorovné dopravné značenie apod. Balotina je inertný materiál, nereaguje s tryskaným povrchom, toxikologicky a ekologicky nezávadná. [18]



Obr. 3.3.1.1

Zinkový drôt 0,4 mm - zinkový sekaný drôt je vhodný predovšetkým na matovanie výrobkov a čistenie odliatkov zo zinku, bez toho aby došlo k ich poškodeniu. Pri tryskaní zinkovým sekaným drôtom sa tvorí oveľa menej prachu ako pri balotine alebo minerálnych abrazívach, má dlhšiu životnosť, tryskanie je rovnomernejšie ako pri oceľových abrazívach, povrch tryskaného materiálu je lesklejší. [18]



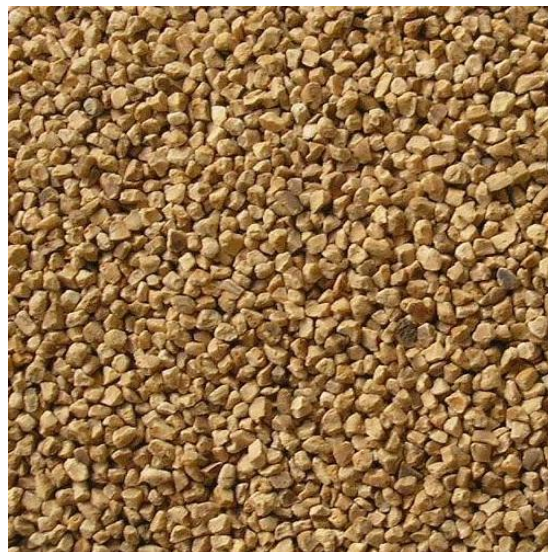
Obr. 3.3.1.2

Biely korund F70 - syntetický opakovane použiteľný tryskací materiál na báze korundu (oxidu hlinitého) Ostrohranné zrná. Tvrdosť podľa stupnice Mohs viac ako 9. Jedno z najodolnejších abrazív, použiteľné všade tam, kde sa vyžaduje vysoká kvalita opracovávaného povrchu. Použitie: tryskanie a matovanie nerezovej ocele, neželezných kovov, hliníka, dekorovanie a čistenie kameňa, matovanie skla, výroba brúsnych nástrojov a výroba žiaruvzdorných materiálov.



Obr.3.3.1.3

Orechové škrupiny - používa sa na jemné čistiace tryskacie práce, kde pôvodný povrch zostane 100% zachovaný, a odstránime iba nežiadúcu vrstvu. Tryskanie orechovými škrupinami je obzvlášť efektívne, ak je povrch podkladu pod nánosom, špiny, mastnoty, atď., tento povrch zostane nezmenený a neporušený. Škrupinovú drť možno použiť ako abrazívo pri odstraňovaní nežiadúcich nečistôt alebo povlakov z povrchu bez nutnosti povrch chemicky leptať, škriabať či inak poškodzovať povrch. Škrupinová drť odstráni farbu, nerovnosti a iné nedostatky. Tiež sa používa v elektrotechnickom priemysle na čistenie. Veľmi vhodný je aj na čistenie leteckých motorov a parných turbín. Používa sa na odstránenie grafitov z vonkajších sôch šetrným spôsobom.[18]

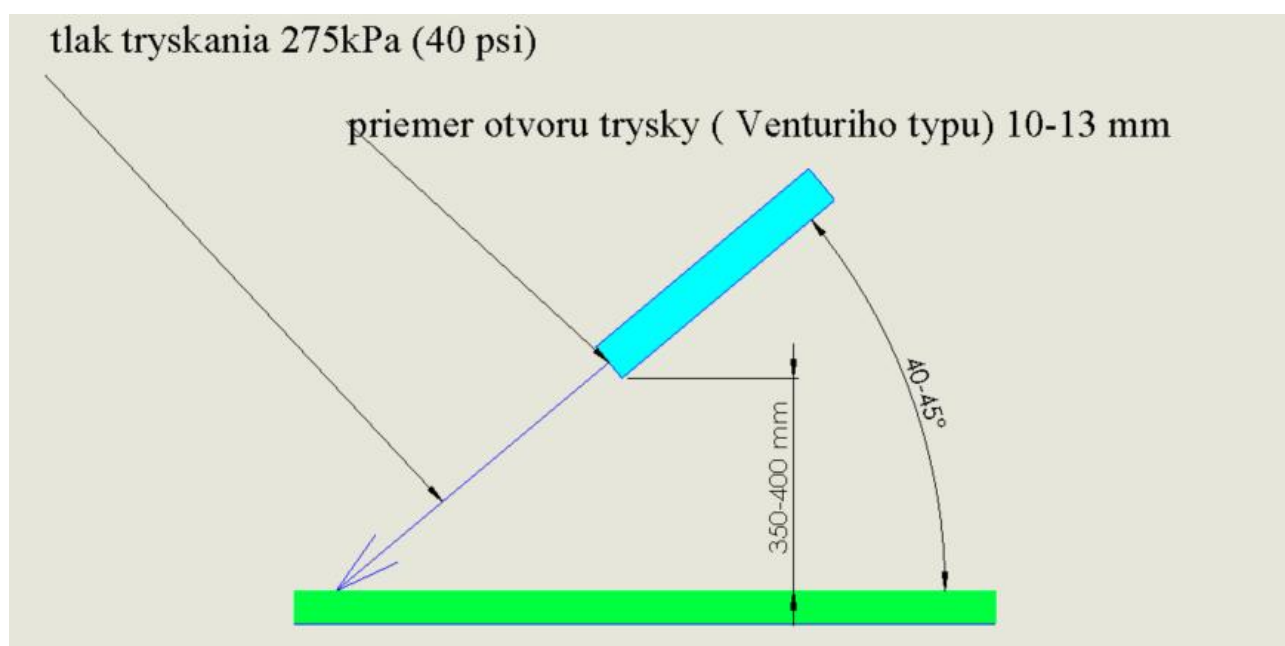


Obr. 3.3.1.4

3.3.2 Technológia ľahkého tryskania (sweepovanie)

Pre ľahké tryskanie boli použité nasledné parametre:

- tlak tryskania 275kPa (40 psi)
- uhol vrhania abrazíva väčší ako 45°
- výška vrhania 350-400 mm
- priemer otvoru trysky (Venturiho typu) 10-13 mm



Obr. 3.3.2 Schéma ľahkého tryskania (sweepovanie)

3.4 Namerané hodnoty vzoriek pred skúškami

3.4.1 Drsnosti po tryskaní

Pred samotnými skúškami bolo prevedené meranie základných parametrov skúšobnej vzorky.

Tab. 3.4 Namerané drsnosti vzoriek Ra

Pre Ra 2,5x5

Škrupinky

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	aritmetický pr.
0,67	1,3	1,12	1,6	1,17	1,77	1,39	0,98	0,8	0,98	1,178

Korund

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	aritmetický pr.
7,69	5,98	5,67	5,78	6,11	6,54	7,49	6,9	5,65	6,46	6,427

Zinok

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	aritmetický pr.
2,38	2,53	1,91	2,19	1,64	2,04	2,3	2,14	2,98	1,58	2,169

Balotína 80-180 µm

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	aritmetický pr.
3,54	3,14	3,34	2,92	3,12	3	3,03	3,1	2,93	3,01	3,113

Bez tryskania

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	aritmetický pr.
1,16	1,05	1,3	1,28	0,45	0,88	0,55	1,13	1	1,33	1,013

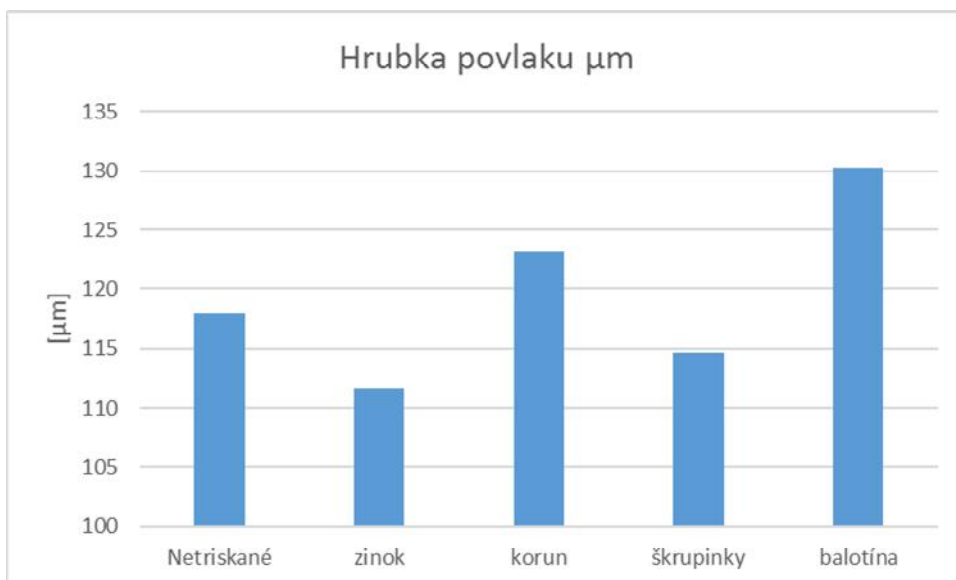


Graf č.3.4.1 Drsnosti dosiahnuté ľahkám tryskaním

3.4.2 Meranie hrúbky povlakov pred a po tryskaní

Tab. 3.4.2 Hrúbka povlaku μm

Netryskané	zinok	korund	škrupinky	balotína
n-počet meraní 20	n-počet meraní 20	n-počet meraní 20	n-počet meraní 20	n-počet meraní 20
art. Pr. 118	art. Pr. 111,6	art. Pr. 123,2	art. Pr. 114,6	art. Pr. 130,3
σ -7,4	σ -12	σ -17,6	σ -8,8	σ -5,1
Max - 138	Max - 134	Max - 168	Max - 136	Max - 138
Min - 108	Min - 100	Min - 106	Min - 100	Min - 122



Graf č.3.4.2 Sila povlaku

3.5 Hodnotenie priľnavosti odtrhom ČSN 24624 (ISO 4624:1978)

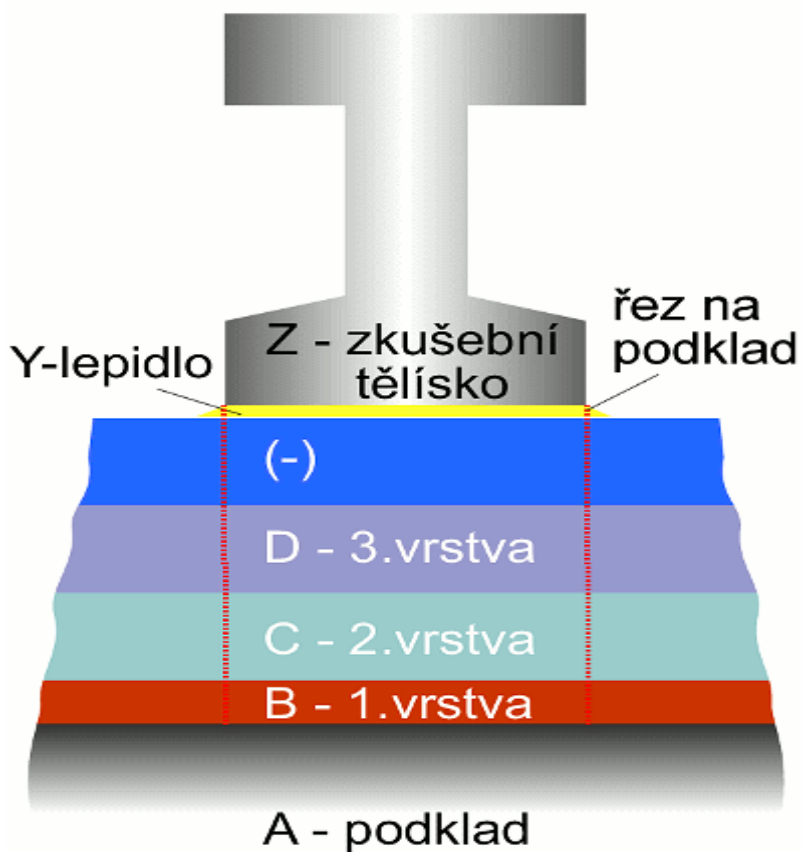
Priľnavosť náteru pri vysokých hrúbkach je vhodné hodnotiť metódou, ktorá je špecifikovaná v norme ČSN EN ISO 4624 odtrhová skúška priľnavosti. Skúška sa robí pre určenie súdržnosti vrstiev náterového systému, resp. pre zaistenie maximálneho ťahového napätia, ktoré sa musí vynaložiť k roztrhnutiu najslabšej medzifázy (adhézný lom), alebo najslabšej zložky (kohézný lom) v hodnotení náterového systému. Priľnavosť vyjadrená silou potrebnou k odtrhnutiu jednotky plochy sa udáva v MPa. Ďalej sa vyhodnocuje pomer medzi lomami.[16]

Na obr. 1 je schematicky znázornený počet vrstiev aplikovaných na oceľový podklad.
Technologický postup:

1. Na zaschnutý povrch náteru sa pomocou vhodného lepidla (dvojzložkové, sekundové) nalepi skúšobný terč.
2. Pred nalepením je potrebné povrch ľahko prebrúsiť brúsnym papierom pre zaistenie drsnosti povrchu pre lepšie zakotvenie lepidla.
3. Po zaschnutí lepidla je nutné okolie skúšobného terča odfrézovať (frézka *obr.3.5.1*) až na podkladový kov.
4. Na pripravený terč je možné inštalovať skúšobné zariadenie.
5. Po odtrhnutí môže dôjsť k odtrhu buď kohéznemu alebo adhézному.
6. Adhézný lom nastáva, keď dôjde k oddeleniu medzi jednotlivými vrstvami (napr. adhézny lom B/C – adhézny lom medzi 1. vrstvou a 2. vrstvou).
7. Kohézný lom nastáva len v jednej vrstve (napr. kohézný lom B – jedná sa o lom v 1. vrstve – základná vrstva náteru). [15]



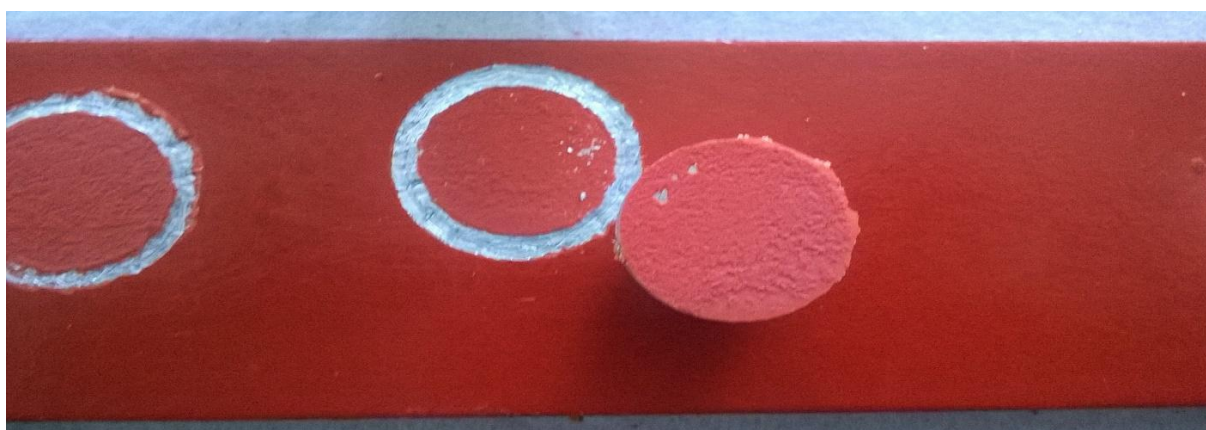
obr.3.5.1 frézka



Obr. 3.5.2 Schéma od trhové skúšky podľa ČSN EN ISO 4624 [14]





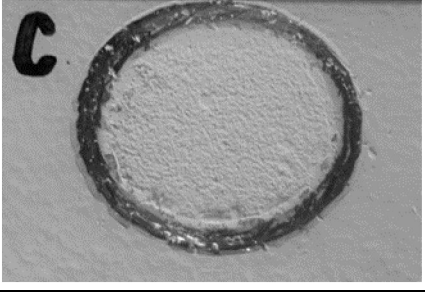
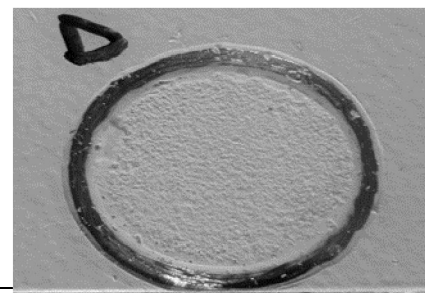
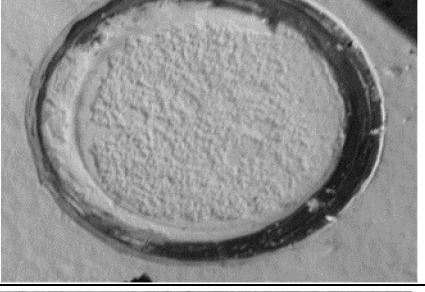

Obr. 3.5.3 Skúšobná vzorka s terčmi pripravené na prevedenie skúšky od trhom.



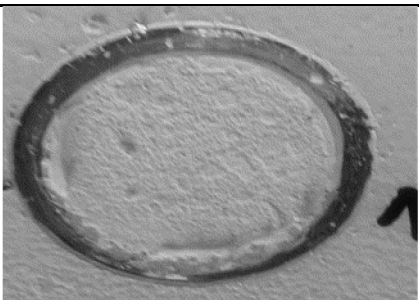
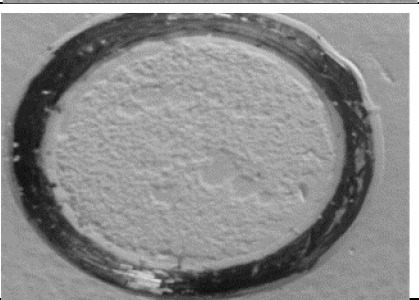
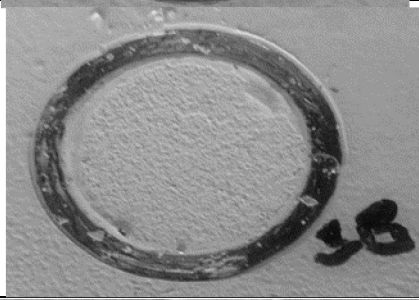
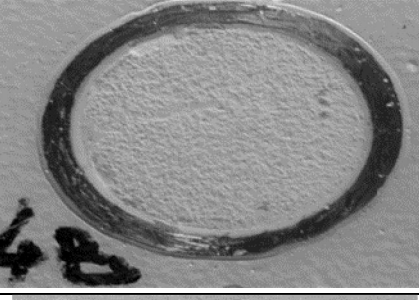
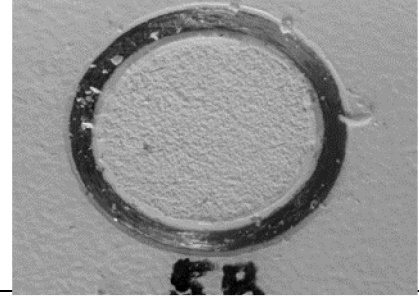

Obr. 3.5.4 skúšobná vzorka po od trhu

3.5.1 Namerané hodnoty pri skúške odtrhom


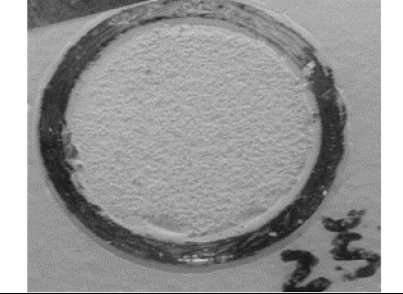
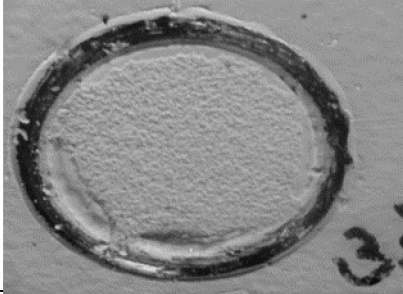

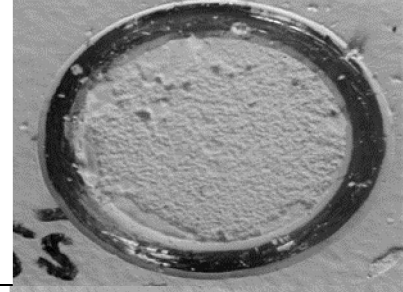

bez tryskania

vzorka č.	Mpa	klasifikácia	obrázok
1	3,49	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 75% a 25% adhézny medzi zinkom a farbou	
2	3,74	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
3	4,01	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
4	4,33	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
5	3,88	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
6	4,12	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	


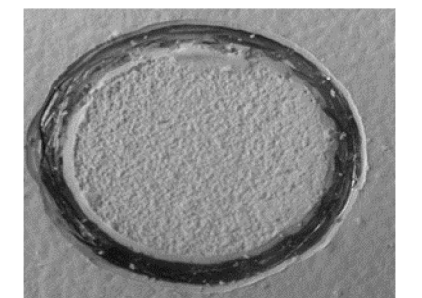
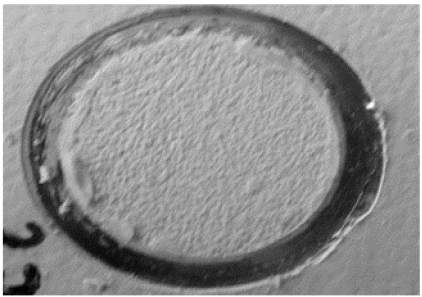
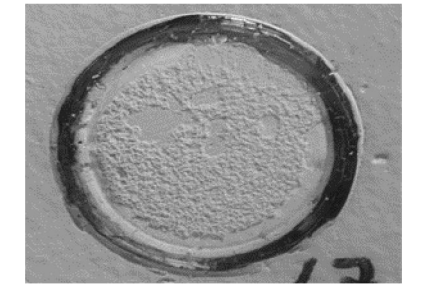
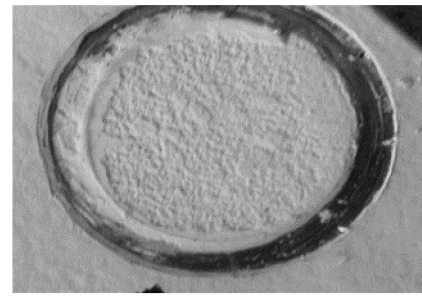

tryskanie balotína

vzorka č.	Mpa	klasifikácia	obrázok
1	5,58	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
2	5,28	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
3	5,59	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
4	6,3	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
5	6,42	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
6	6,05	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 75% a 15% adhézny medzi zinkom a farbou	

Tryskané použitím škrupinky

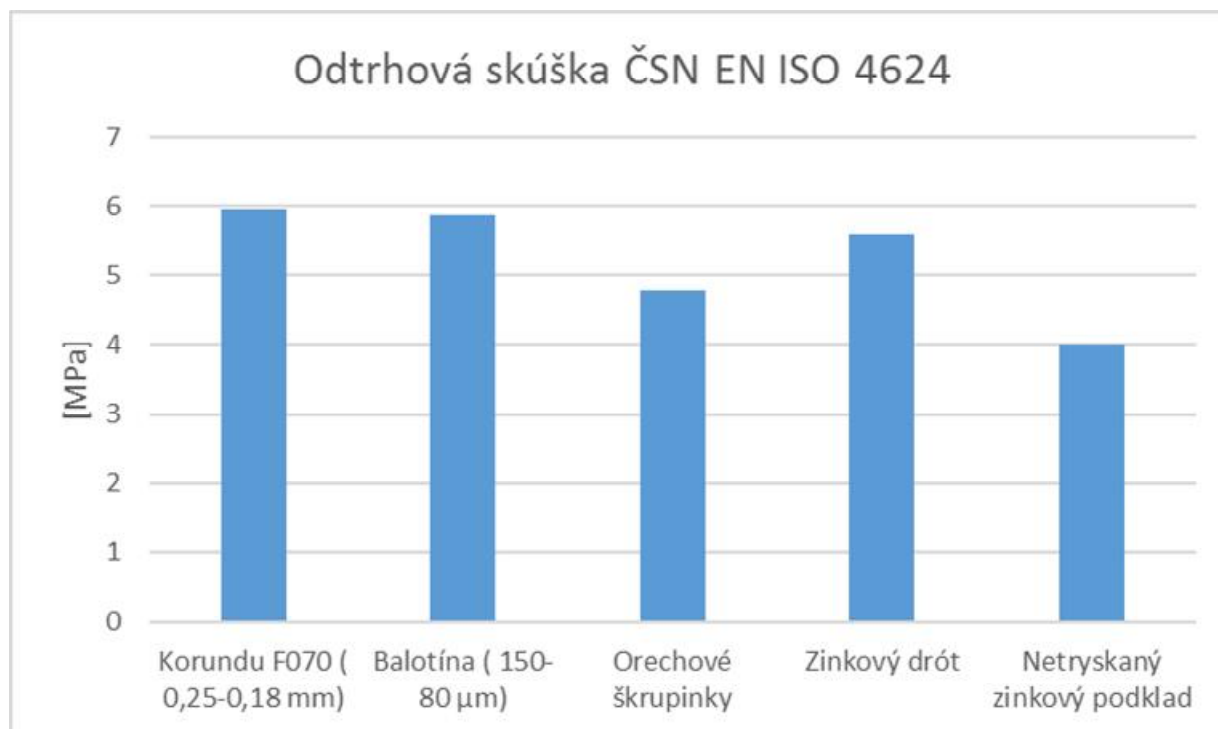
vzorka č.	Mpa	klasifikácia	obrázok
1	5,45	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
2	5,61	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
3	5,5	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
4	5,34	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
5	4,91	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
6	4,88	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	

Tryskané použitím zinkový drôt

vzorka č.	Mpa	klasifikácia	obrázok
1	5,97	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 75% a 25% adhézny medzi zinkom a farbou	
2	5,8	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
3	5,88	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
4	5,21	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
5	5,3	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	
6	5,43	kohézny lom poslednej vrstvy vo farbe 50/50	

Tab. 3.5.2 Vyhodnotenie príľnavosti 4 druhov tryskania (dosiahnuté 4 rôzne drsnosti)

Použité tryskacie abrazíva	Príľnavosť náteru [MPa]
Korundu F070 (0,25-0,18 mm)	5,95
Balotína (150-80 µm)	5,87
Orechové škrupinky	4,78
Zinkový drôt	5,6
Netrysaný zinkový podklad	4



Graf č.3.7 hodnotenie príľnavosti farby na zinkový podklad

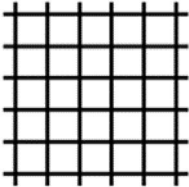
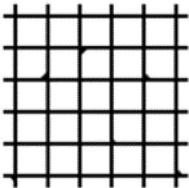
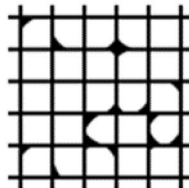
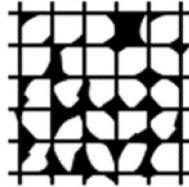
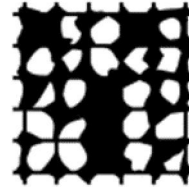
3.6 Hodnotenie príľnavosti Mriežková skúška podľa ČSN EN ISO 2409

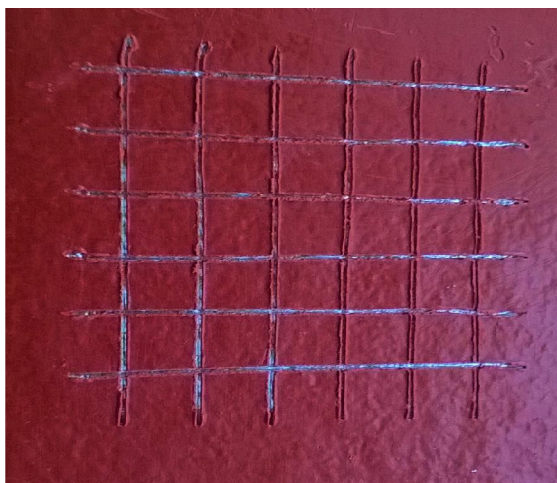
Podstatou skúšky je vytvorenie šiestich rovnobežných rezov a šiestich ďalších, ktoré sú na prvé kolmé. Rezy musia preniknúť až na podklad. Rozostupy sa riadia silou vrstvy náteru. Skúška je využiteľná pre nátery do sily 250 µm. Norma rozlišuje šesť kvalifikačných stupňov príľhavosti (0-5). Vykonáva sa odtrhnutím uvoľneného náteru nešpecifikovanou samolepiacou páskou a otrením štetca alebo ofúknutím vtláčeného vzduchu. Na rezy sa používa rezací nôž s jedným alebo dvoma britmi. Náter musí byť všetkými rezmi prerezaný až do podkladu, ale hĺbka musí byť čo najmenšia. Pre laboratórne účely sú väčšinou používané automatické prístroje s nastaviteľným konštantným prítlakom rezného noža a svetelnou indikáciou zisťujúcou prerezanie povlaku v celej jeho hrúbke. Mriežková skúška je pre svoju jednoduchosť a pre jednoduché prevedenie bežne používaná pre hodnotenie príľhavosti náteru. [16], [14]

Tab. 3.6 doporučené šírky mriežky

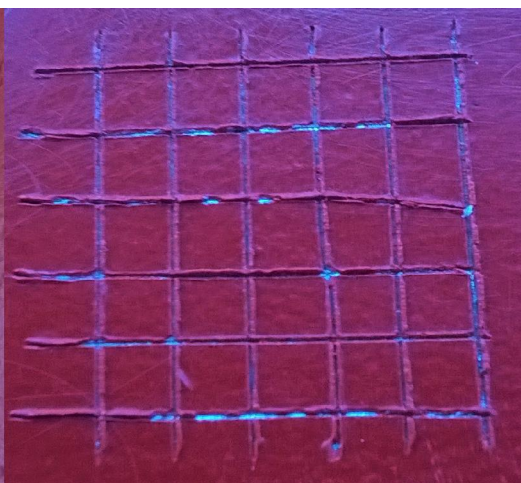
Sila náteru (μm)	Rozostúpi medzi rezmi
0-60	1 mm(tvrde podklady)
0-60	2 mm(mäkké podklady)
61-120	2 mm (mäkké a tvrdé podklady)
121-250	3 mm (mäkké a tvrdé podklady)

Tab. 3.6.1 Klasifikácia mriežkovej skúšky

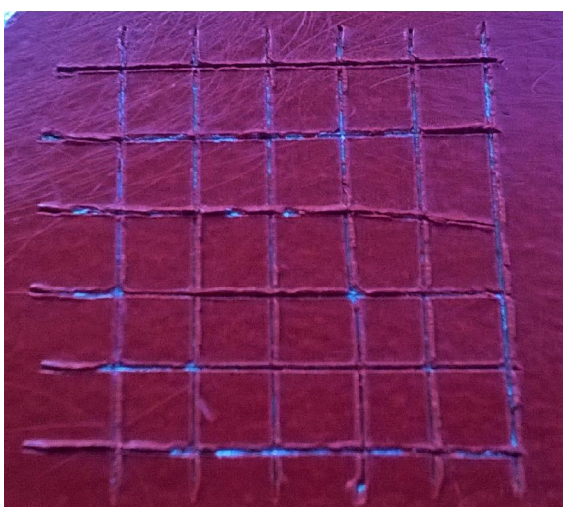
Klasifikácia	Popis	Vzhľad
0	Rezy sú úplne hladké, žiadny štvorec nie je poškodený.	
1	Malé poškodenia v miestach, kde sa rezy stretávajú. Poškodená plocha nesmie presahovať 5%	
2	Náter je minimálne poškodená pozdĺžne rezu a pri križení. Povrch môže byť poškodený viac ako 5% a menej ako 15% z celkovej plochy.	
3	Náter je čiastočne poškodený v rohoch rezov, pozdĺžne rezu, alebo celý, na rôznych miestach mriežky. Poškodenie je väčšie ako 15% a menšie ako 35%	
4	Na náteru veľké zmeny v rohoch a niektoré štvorčeky sú čiastočne alebo úplne poškodené. Plocha mriežky je poškodená viac ako 35% ale menej ako 65%	
5	Zmeny ktoré sú väčšie ako u stupňa 4	



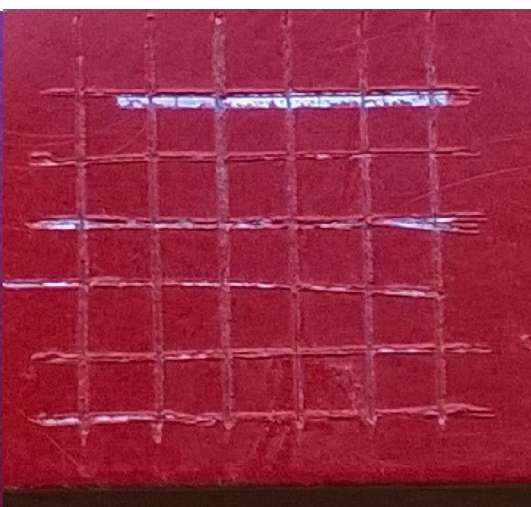
Obr. 3.6.1 rez pred úprava Balotína



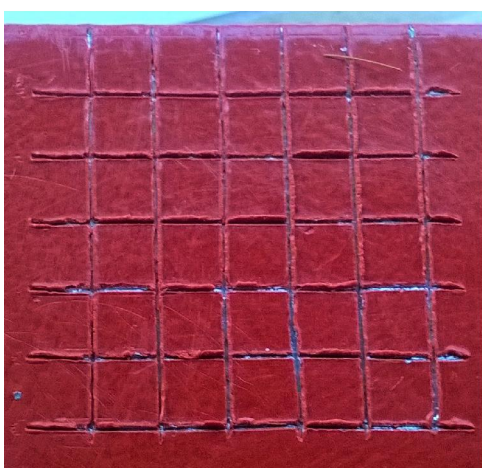
Obr. 3.6.2 rez pred úprava Korund



Obr.3.6.3 rez bez pred úprava



Obr. 3.6.4 rez pred úprava Zinkový drôt



Obr. 3.6.5 rez pred úprava škrupinky



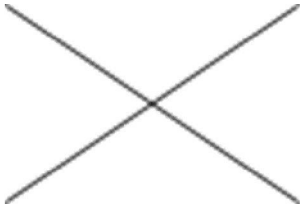
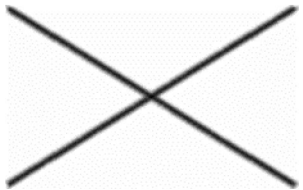
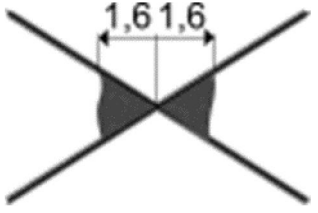
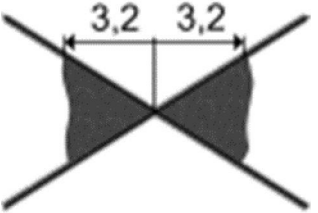
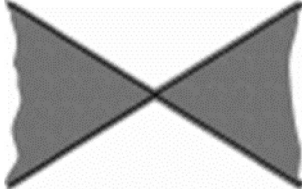
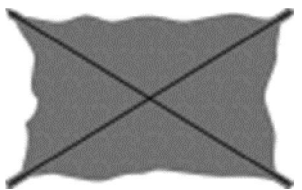
Obr. 3.6.6 šablona pre skúšku ČSN EN ISO 2409

Pre mriežkovú skúšku bola skúšaná farba Zinorex S2210 o hrúbke povlaku 100-130 μm . Pre každý druh pred úpravy povrchu zinku bola klasifikácia **0**. Rezy boli čisté len ojedinele ľahko rozšírené. Prilievavosť tejto farby hodnotím ako veľmi dobrú s použitím pred úpravy ale aj bez pred úpravy.

3.7 Hodnotenie priliehavosti skúškou X rezom podľa ASTM D 3359 metóda A

Pre hodnotenie priliehavosť organického povlaku na zinkový podklad som použil ešte skúšku X rezom ktorú špecifikuje norma ASTM D 3359. Skúška je vhodná pre stanovenie priliehavosti náteru v teréne. Na čistom a suchom povrchu sa prevedú náterom dva rezy o dĺžke 40 mm. Vzájomne sa pretínajú približne v strede pod uhlom 30-40°. Následne spravíme od trh lepiacou páskou v mieste kríženia rezov následne hodnotíme pomocou stupnice uvedenej v norme.

Tab. 3.7 Krížový rez podľa ASTM D 3359 A

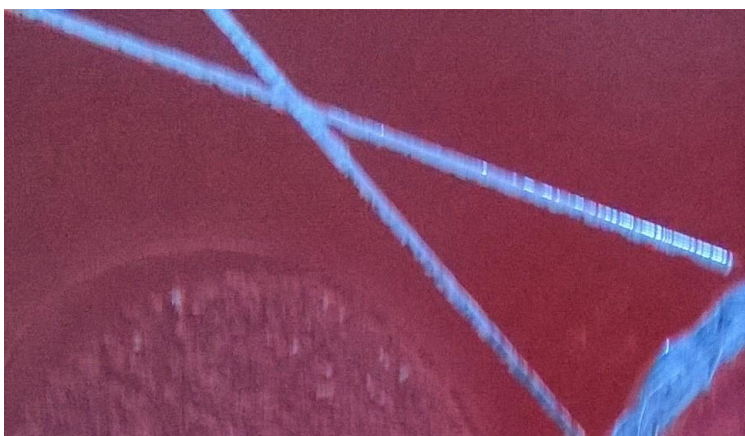
Klasifikácia	Popis	Vzhľad
5A	Žiadny odlúp	
4A	Nepatrný odlúp súbežne z rezom	
3A	Odlúp súbežne z rezom, v ploche do vzdialenosti 1,6 mm od kríženia rezu.	
2A	Odlúp súbežne z rezom, v ploche do vzdialenosti 3,2 mm od kríženia rezu.	
1A	Odstránenie povlaku z väčšej časti plochy medzi rezmi	
0A	Odstránenie povlaku aj mimo plochy krížového rezu.	



Obr. 3.7.1 balotína



Obr. 3.7.2 korund



Obr. 3.7.3 bez tryskania

Pre krížový rez bola skúšaná farba Zinorex S2210 o hrúbke povlaku 100-130 μm . Pre každý druh pred úpravy povrchu zinku bola klasifikácia na rozmedzí **5A-4A** . Rezy boli čisté len ojedinele ľahko rozšírené. Prilievavosť tejto farby hodnotím ako veľmi dobrú s použitím pred úpravy ale aj bez pred úpravy.

4 Technicko-ekonomické hodnotenie

Po ekonomickej stránke má veľký vplyv na cenu duplexného systému ľahké tryskanie, nakoľko je to v systéme ďalšia operácia predúpravy. Pre túto predúpravu je potreba špecializované pracovisko (stroj) prípadne prenosné zariadenie. Pri ľahkom tryskaní sú používané malé tlaky, čo dovoľuje použiť tryskacie abrazivo viackrát. Je ho možné využiť cca 10-15 záleží od druhu.

Cenový rozdiel v samotnom abrazíve je veľký cenná balotíny je 22 800 Kč za 1000 kg, korund 25 100 Kč za 1000 kg, orechové škrupinky 79 000 Kč za 1000 kg a sekaný zinkový drôt je cena za 1000 kg 135000 Kč , ale celková cena sa odvíja od nakupovaného množstva.

Takže v celkovom ekonomickom hodnotení má tryskanie zásadný vplyv na cenu duplexného systému, ale funkčnosť systému je mnohokrát lepšia.

5 Záver

V tejto práci som sa zamerlal na príľnavosť organickej farby na zinkový podklad. U duplexných systémoch nastáva problém hlavne s ukotvením farby na zinkový povlak, čo je spôsobené hlavne tým, že zinkový podklad je veľmi hladký a pokrývajú ho korózne produkty, hlavne biele ktoré sa označujú ako biela hrdza, tie spôsobuje zlé ukotvenie farby a následnú stratu príľnavosti, podpovlakovú koróziu, pľuzgierikovanie atď. Hlavným cieľom bolo vytvoriť kvalitné ukotvenie použitím ľahkého tryskania (sweepovaním) a preveriť rôzne druhy abraziva ktoré vytvoria podklad pre ukotvenie farby. Pre tento druh predúpravi som vybral 4 druhy tryskacieho abraziva a to korund F070, sklenené mikroguličky Balotína, orechové škrupinky a zinkový drôt 0,4. Skúšobné vzorky boli lakované organickou farbou ZINOREX S2211. Pre vyhodnotenie príľnavosti som urobil 3 druhy skúšok, ktorými som zistil kvalitu ukotvenia organického povlaku.

Abrazívami som dosiahol rôzne drsnosti a hrúbky zinkovaného podkladu. Každý druh abraziva zvýšil silu ukotvenia náteru výrazným spôsobom, najvýraznejšie sa to prejavilo u korundu, ktorým bola dosiahnutá najvyššia drsnosť a aj príľhavosť, ale tým vznikol aj najvyšší úbytok z podkladu nakoľko je korund ostrohranné abrazivo, naopak škrupinky vytvorili najnižšiu drsnosť a príľnavosť, ale podklad ľahko vyhladili a odstránili koróziu a odtoky. U zinkového drôtu bola sila ukotvenia zvýšená a podklad nebol narušený v takej miere ako pôsobením korundu. Balotína pôsobila tiež dosť agresívne na podklad ale nie až v takej miere ako korund u tohto abraziva kinetická energia guľičiek sa lepšie odrážala od podkladu a tvorila jemné stopy po mikrogulôčkách. U skúšok neodtrhových bola príľnavosť hodnotená najvyššími kvalifikačnými stupňami.

Ľahké tryskanie má na ukotvenie organickej farby na zinkový podklad veľký vplyv, ale aj druh abraziva pôsobí na celkovú kvalitu duplexného systému a tým predlžuje jeho trvácnosť a účinnosť.

Zoznam použitej literatúry a zdroje

- [1] AČSZ – Křemík v oceli – důležitý prvek při žárovém zinkování [online]. www: konstrukce.cz, 2010, 2015 [cit. 2015-12-13]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/acsz-kremik-v-oceli-dulezity-prvek-pri-zarovem-zinkovani/>
- [2] Tlakovzdušné tryskání [online]. Vsetín: www, 2011 [cit. 2016-01-27]. Dostupné z: http://www.spolmont.cz/technologie/tlakovzdušne-tryskani_cz.html
- [3] ČSN ISO 8501 - Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků. Český normalizační institut, 1998.
- [4] KUKLÍK, Vlastimil a Jan KUDLÁČEK. Žárové zinkování. Havlíčkův Brod: Asociace českých a slovenských zinkoven, 2014, 199 s. ISBN 978-80-905298-2-3.
- [5] Žárové zinkování ponorem - Základní informace pro uživatele [online]. KONSTRUKCE číslo 3/2005: www.konstrukce.cz, 2005 [cit. 2016-01-29]. Dostupné z: <http://www.acsz.cz/clanek/zarove-zinkovani-ponorem-zakladni-informace-pro-uzivatele/>
- [6] THOMASE, Runeho a Torgnzhoo WALLINA. Příručka žárového zinkování. 2005, 5, 1-60.
- [7] ŠKODLIVOST BÍLÉ RZI [online]. Dečín: ZINKPOWER, 2010 [cit. 2016-01-30]. Dostupné z: <http://www.zinkovna.cz/cz/o-nas/expedice.php>
- [8] Bílá rez na povlacích žárového zinku [online]. www: Povrchové úpravy, 2008 [cit. 2016-01-30]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/2008-03-clanek05.html>
- [9] KREIBICH, Viktor. Teorie a technologie povrchových úprav. Praha: České vysoké učení technické, 1996, 89 s. ISBN 80-010-1472-X.
- [10] PAVLÍK, Ing. Zdeněk. Učební text pro obor Malíř a lakýrní. 1. Brno: Střední škola polytechnická, Brno, Jilová 36g, 2009. ISBN 978-80-88058-50-2.
- [11] Sweep Blasting Advice [online]. web: Korvest Galvanisers, 2013 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.korvestgalvanisers.com.au/engineering-resources/technical-advice/sweep-blasting-advice/>
- [12] Sweep Blasting Galvanized Steel: Can sweep blasting galvanized steel cause the galvanized coating to peel? [online]. web: American galvanizers associations, 2011 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.galvanizeit.org/education-and-resources/resources/technical-faq-dr-galv/sweep-blasting-galvanized-steel>
- [13] DUPLEXNÍ POVLAKY OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ [online]. TECHNICKÁ

- UNIVERZITA OSTRAVA: web, 2012 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://www.engineering.sk/strojarstvo-extra/2632-duplexni-povlaky-ocelovych-konstrukci>
- [14] FOSFÁTOVÁNÍ: TYPY PŘEDÚPRAV [online]. Praha 9: web, 2012 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.okcolor.cz/technologie/typy-preduprav/>
- [15] Hodnocení přilnavosti nátěru: Odtrhová zkouška dle ČSN ISO 24624 [online]. Praha: web, 2008 [cit. 2016-07-03]. Dostupné z: <http://www.atryx.cz/prakticka-prirucka/hodnoceni-prilnavosti/>
- [16] TECHNOLOGICKÉ POSTUPY: Hodnocení přilnavosti odtrhem (ČSN EN ISO 4624) [online]. Praha: CVUT, 2012 [cit. 2016-07-03]. Dostupné z: http://www.biomechanika.cz/materials/Technologie_lab_ulohy-Prilnavost_a_Tribologicka_analyza.pdf
- [17] ČSN EN ISO 4624. Nátěrové hmoty: Odtrhová zkouška přilnavosti. 2003/12. Praha: Český normalizační inštitút, 2003.
- [18] *Tryskacie materialy: Druhy* [online]. Trenčín: Compnex s.r.o, 2016 [cit. 2016-07-14]. Dostupné z: <http://tryskaciematerialy.sk/?page=produkty>

Zoznam obrázkov

Obr. 1.2 Schéma procesu mokrého zinkovania

Obr. 1.2.1 Schéma procesu suchého zinkovania

Obr. 1.2.3 Hrúbka povlaku Zn. ako funkcia obsahu kremíka v oceliach a doby ponoru zinkovej vane

Obr. 1.4 Biela korózia na konštrukcii.

Obr. 1.5.1 Nasávací systém

Obr. 1.5.2 spádový systém

Obr. 1.5.3 tlakový systém

Obr. 1.5.4 Schéma bezvzduchového striekania- vysokotlakoví systém

Obr. 2.2 Tryskanie technológia [1]

Obr. 2.4.1 Umelý hnedý korund A96

Obr. 2.4.2 Umelý biely korund A99

Obr. 2.4.3 Sklenená Balotína

Obr. 2.4.4 Sekaný zinkový drôt

Obr. 2.4.5 Drvené orechové škrupiny

Obr. 2.4.6 Granát-Speedblast/Garnet (Granát-oxid křemíku "SiO₂")

Obr. 3.3.2 Schéma ľahkého tryskania (sweepovanie)

Obr. 3.5.1 frézka

Obr. 3.5.2 Schéma od trhové skúšky podľa ČSN EN ISO 4624 [14]

Obr. 3.5.3 Skúšobná vzorka s terčmi pripravené na prevedenie skúšky od trhom

Obr. 3.5.4 skúšobná vzorka po od trhu

Obr. 3.6.1 úprava Balotína

Obr. 3.6.2 úprava Korund

Obr.3.6.3 bez pred úprava

Obr. 3.6.4 Zinkový drôt

Obr. 3.6.5 úprava škrupinky

Obr. 3.6.6 šablona pre Skúšku

Obr. 3.7.1 krížový rez balotína

Obr. 3.7.2 krížový rez korund

Obr. 3.7.3 krížový rez bez tryskania

Zoznam tabuliek

Tab. 2.2 Stupne tryskania

Tab. 2.2.1 Spotreba vzduchu injektorové tryskanie

Tab. 2.2.2 Spotreba vzduchu tlakové tryskanie

Tab. 2.2.3 Približné hodnoty životnosti trysiek v hodinách

Tab. 3.2 schematický priebeh skúškou priliehavosti povlaku na podklad zo žiarového zinku.

Tab. 3.4 Namerané drsnosti vzoriek Ra

Tab. 3.4.2 Hrúbka povlaku μm

Tab. 3.5.1 Namerané hodnoty pri skúške od trhom

Tab. 3.5.2 Vyhodnotenie priliehavosti po 4 druhov tryskania (dosiahnuté 4 rôzne drsnosti)

Tab. 3.6 doporučené šírky mriežky

Tab. 3.6.1 Klasifikácia mriežkovej skúšky

Tab. 3.7 Krížový rez podľa ASTM D 3359 A

Zoznam grafov

Graf č.3.4.1 Drsnosti dosiahnuté ľahkám triskením

Graf č.3.4.2 Sila povlaku

Graf č.3.7 hodnotenie priliehavosti farby na zinkový podklad