

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Studium nátěrových systémů vhodných pro
kontakt s vysokou teplotou**

**Study of Paint Systems Suitable for Contact with
High Temperature**

Student:

Světlík Radim

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

Ostrava 2014

Zadání bakalářské práce

Student:

Radim Světlík

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Studium nátěrových systémů vhodných pro kontakt s vysokou teplotou
Study of Paint Systems Suitable for Contact with High Temperature

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte složení a vlastnosti nátěrových systémů a jejich použití.
2. Prostudujte možnosti použití nátěrového systému za vysokých teplot.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací s nátěry za vysokých teplot.
4. Proveďte experimentální práce a jejich vyhodnocení.
5. Zpracujte technickou zprávu včetně technicko-ekonomického zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

ČSN EN ISO 12 944. *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy*. Český normalizační institut, 1998, 1999, 2008.

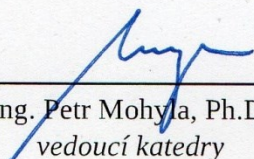
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

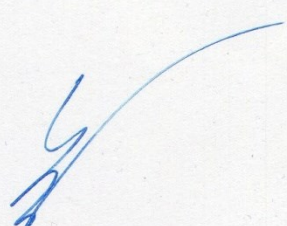
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 19. května 2014



podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložena vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 19. května 2014

Radim Světlík
78991 Široká 155, Štítý



podpis

Anotace bakalářské práce

SVĚTLÍK, R. *Studium nátěrových systémů vhodných pro kontakt s vysokou teplotou : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 52 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Podjuklová, J.,Csc..

Bakalářská práce se zabývá studiem nátěrového systému vhodný pro kontakt s vysokou teplotou. Jedná se o návrh správného postupu pro zhotovení etylsilikátové nátěrové hmoty pigmentované zinkovým prachem od předběžných úprav substrátu, dodržování tloušťek nátěru, vytvrzování, oprav nátěru až po kontrolní operace. V závěru je uvedeno ekonomické zhodnocení. Tuto bakalářskou práci je možné brát jako technologickou příručku pro zhotovení zinksilikátové nátěrové hmoty.

ANNOTATION BACHELOR THESIS

SVĚTLÍK, R. *Study of Paint Systems Suitable for Contact with High Temperature* : Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 52 s. Thesis head: doc. Ing. Podjuklová, J.,Csc..

Bachelor thesis deals with study of coating system suitable for contact with high temperature. This is a proposal for making correct procedure of ethyl-silicate coating substance pigmented with zinc powder from preliminary adaptation of the substrate, adherence of the coating thickness, hardening, reparation of coating and final checking operations. At the end of this thesis economic evaluation is mentioned. This bachelor thesis is possible to take as technological guide for production of zinc-silicate coating substance.

Obsah

Seznam použitých značek a zkratk	7
0. Úvod	8
1. Charakteristika povrchu	9
1.1. Struktura povrchu	9
1.2. Geometrické vlastnosti povrchu	10
2. Příprava povrchu před aplikaci nátěru	11
2.1. Chemické úpravy povrchu	11
2.2. Mechanické úpravy povrchu	11
2.2.1. Otryskávání	12
3. Organické povlaky	14
3.1. Nátěrové hmoty	14
3.1.1. Složení nátěrových hmot	15
3.1.2. Rozdělení nátěrových hmot	16
3.1.3. Nanášení nátěrových hmot	18
3.1.3.1. Nanášení nátěrových hmot štětcem	18
3.1.3.2. Nanášení nátěrových hmot navalováním	19
3.1.3.3. Nanášení nátěrových hmot namáčením	19
3.1.3.4. Nanášení nátěrových hmot poléváním	20
3.1.3.5. Nanášení nátěrových hmot pneumatickým stříkáním	20
3.1.3.6. Nanášení bezvzduchovým stříkáním (AirLess)	21
3.1.3.7. Nanášení postřikem ohřátých nátěrových hmot	22
3.1.3.8. Elektrostatické nanášení nátěrových hmot	22
3.1.4. Sušení nátěrových hmot	23
3.1.4.1. Sušení nátěrových hmot na vzduchu	24
4. Nátěrové hmoty pro vysoké teploty	25
4.1. Etylsilikátové nátěrové hmoty	26
4.2. Silikonové nátěrové hmoty	27
5. Cíl bakalářské práce	28
6. Metodika experimentálních prací	29
7. Provedení experimentálních prací	30
7.1. Hodnocení povrchu ocelové konstrukce	30
7.1.1. Stupeň přípravy svarů, hran a ostatních ploch dle normy ČSN EN ISO 8501-3	30

7.1.1.1.	Vyhodnocení stupně přípravy ocelového povrchu dle normy ČSN EN ISO 8501-3	32
7.1.2.	Hodnocení čistoty povrchu tryskáním dle normy ČSN EN ISO 8501-1 ..	32
7.1.2.1.	Vyhodnocení stupně čistoty povrchu po otryskání dle normy ČSN EN ISO 8501-1	33
7.1.3.	Stanovení prachu na ocelovém podkladu metodou snímání samolepící páskou dle normy ČSN EN ISO 8502 – 3	34
7.1.4.	Měření povrchu profilu podle ISO komparátoru dle normy ČSN EN ISO 8503-1	35
7.1.4.1.	Zhodnocení profilu povrchu podle ISO komparátoru dle normy ČSN EN ISO 8503-1	36
7.2.	Aplikace a vytvrzování etylsilikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu	37
7.2.1.	Nátěrová hmota Interzinc 22	37
7.2.2.	Zhotovení zinketylsilikátových nátěrů	38
7.2.3.	Vytvrzení nátěru	39
7.2.4.	Opravy nátěru	40
7.2.5.	Hodnocení nátěru	40
7.3.	Kontrolní operace	41
7.3.1.	Kontrola klimatických podmínek	42
7.3.2.	Kontrolní měření mokré tloušťky (WFT) pomocí hřebenové měřky dle normy ČSN EN ISO 2808	42
7.3.3.	Kontrolní měření suché tloušťky (DFT) dle normy ČSN EN ISO 2808	43
8.	Ekonomické zhodnocení	44
8.1.	Výpočet praktické spotřeby nátěrové hmoty	44
8.2.	Výpočet spotřeby rozpouštědel pro ředění NH	46
8.3.	Celková kalkulace korozní ochrany	47
9.	Závěr	48
	LITERATURA	50
	Seznam příloh	52

Seznam použitých značek a zkratek

ZNAK	VELIČINA	JEDNOTKA
VOC	těkavá organická látka	-
Zn	zinek	-
Al	hliník	-
Fe ₂ O ₃	oxid železitý	-
pH	kyselost	-
ČSN	česká státní norma	-
EN	evropská norma	-
ISO	mezinárodní norma	-
NH	nátěrová hmota	-
DFT	suchá tloušťka nátěrového filmu	[μm]
NDFT	nominální tloušťka suchého nátěru	[μm]
WFT	mokrý tloušťka nátěru	[μm]
ESi – Zn	zinksilikátová nátěrová hmota	-
S _{P prak}	praktická spotřeba nátěrových hmot	[$\frac{\text{l}}{\text{m}^2}$]
S _{P teor}	teoretická spotřeba nátěrových hmot	[$\frac{\text{l}}{\text{m}^2}$]
f _{ZT}	faktor ztrát	[%]
% obj.	objem sušiny	[%]
ρ	měrná hmotnost nátěrové hmoty	[kg/ l]

0. Úvod

V dobách minulých, kdy na povrchové úpravy nebyl kladen tak velký důraz a vše se řešilo „Nějak to natřeme, nějakou dobu to vydrží“, a kdy nebyly definovány zásady pro povrchovou ochranu, teď těmto dobám odzvonilo. V dnešní době obor povrchové úpravy je nedílnou součástí strojírenského průmyslu i mimo něj. Rozvoj povrchových úprav v současné době jde charakterizovat takovými technologiemi, u kterých bude garantována: kvalita, funkčnost, životnost, estetičnost, ekologická šetrnost, bezúdržbový provoz, bezpečnost a efektivnost. [15]

Sortiment nátěrových systémů je neustále rozšiřován. Dochází k nahrazování rozpouštědel a v nich obsažených těžkých látek za ekologicky přijatelnější sloučeniny, které jinak nelze nahradit v nátěrových hmotách. Je kladen důraz na specializaci nátěrových hmot do různých korozních prostředí a různě působících atmosférických vlivů. Snahou všech výrobců je reagovat na rostoucí požadavky ohledně vlastností pojivových složek a rovněž na zpřísnující legislativní požadavky na tyto materiály.[6]

Nátěrové hmoty do vysokých teplot řadíme mezi speciální nátěrové hmoty. Jedná se o skupinu materiálů pro ochranu podkladových substrátů, které jsou vystaveny koroznímu prostředí zejména za situace působení trvalé, nebo cyklicky namáhané vysoké teploty. Aby nátěr byl „stoprocentně“ odolný vůči těmto teplotám, je velice důležité nastavit odpovídající podmínky pro zhotovení těchto nátěrů. Tyto nátěry jsou závislé na dodržení technologických postupů od předúprav, tloušťek nátěrů až po samotné vytvrzování. Takto správně zhotovený nátěr je poté schopen ochránit konstrukce před atmosférickými vlivy, do kterých byl nátěr koncipován.

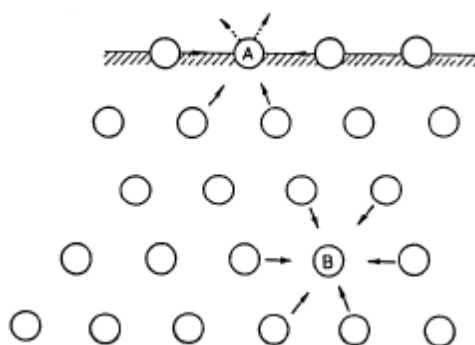
V bakalářské práci se budu zabývat návrhem optimální technologie zhotovení nátěrového systému s využitím etylsilikátových nátěrových hmot pigmentovaných zinkovým prachem.. Tento návrh je možné brát jako příručku v technické praxi. Tato příručka vznikla na základě zakázky nejmenované firmy pro ochranu konstrukce, která je vystavená teplotnímu namáhání až 400°C.

1. Charakteristika povrchu

Povrchem nazýváme část kovového nebo nekovového předmětu, která ohraničuje dvě rozličná prostředí. Na povrchu dochází ke vzájemné interakci kovových, nekovových, kapalných, plynných fází. Skutečný povrch kovu či nekovu je v mnoha případech prostředníkem působení vnějších podmínek a je tedy důležité se zabývat vlastnostmi nebo změnami pod povrchem materiálu. Vlastnosti povrchu určuje „mezní vrstva“, kterou nazýváme povrchovou vrstvou. [2]

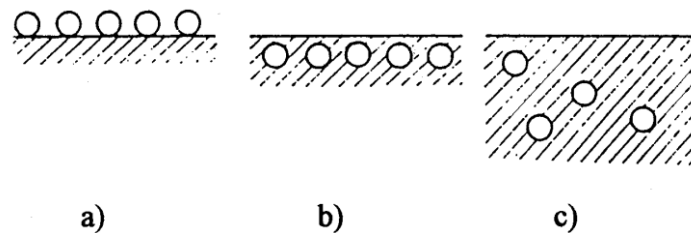
1.1 Struktura povrchu

Volný povrch kovu je představen jako povrch velkého počtu zrn, které tvoří rozhraní mezi pevnou fází a okolím. Povrch tělesa je fyzikálně složitým systémem i z chemicky čistého kovu. Charakteristickou vlastností každého povrchu pevné fáze je skoková změna symetrie sil, které působí na atomová jádra krystalové mřížky. Porušením geometrického uspořádání krystalické mřížky porušíme rovnováhu sil, které působí na atomy. Síly, které působí na povrchu na atom jsou větší, než kdyby tento atom byl uvnitř krystalické mřížky. Atom na povrchu více reaguje s atomy nebo molekulami fáze, které tento atom obklopují. Povrchové atomy mají snahu obnovit symetrii silového pole a to má vliv na povrchová napětí.[2] [3]



Obr.1 Působení sil na atomy v povrchu a uvnitř krystalu [2]

Při působení plynů s povrchy pevných látek dochází k chemické reaktivitě povrchu a díky tomu můžeme pozorovat různé jevy. Chemicky vázané atomy k povrchu (tzv. k monomolekulární vrstvě), které mají strukturní uspořádání jedné vrstvy nazýváme chemisorpcí. Inkorporace je pronikání částic do povrchové vrstvy a pronikání částic do větších hloubek nazýváme absorpcí nebo také rozpouštění. [2]

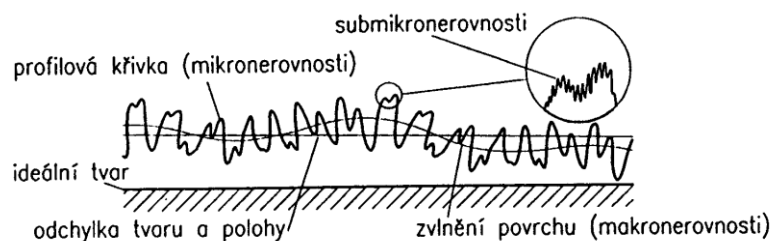


Obr. 2 Umístění částic na rozhraní pevné a plynné fáze
a) Chemisorpce) b) inkorporace c) absorpce [2]

1.2 Geometrické vlastnosti povrchu

Povrch u monokrystalů s úplnými atomovými rovinami není geometricky dokonale rovinný. Odchytky od ideální rovinnosti mohou vznikat při interakci prostředí s povrchem kovu, při přípravě povrchu, nebo při výrobě součásti. [3]

- Mimořádná nerovnost (makronerovnost) – náhodné nerovnosti odlitků a výkovků, nepravidelné rýhy a trhliny
- Vlnitost povrchu – periodicky se opakující nerovnost vznikající nejčastěji při obrábění
- Drsnost povrchu (mikronerovnost) – pravidelně se opakující, podmíněná technologickým pochodem [3]



Obr. 3 Nerovnosti povrchu různého druhu [2]

2. Příprava povrchu před aplikací nátěru

Před nanesením samotného nátěru musí být povrch nejprve předupraven od nečistot (mastnoty, prach, rez a okuje, apod.), které se vyskytují na povrchu předmětu. Vhodnou předúpravou povrchu jsme schopni zajistit dostatečnou přilnavost konečných povlaků, stejný vzhled výsledné úpravy i její dobrou odolnost proti korozi nebo opotřebení.[2] Dostatečná příprava povrchu nám může zajistit delší životnost jak nátěru, tak výrobku. Vázané látky k povrchu předmětu můžeme odstranit jak chemickými, tak mechanickými předúpravami povrchu.

2.1 Chemické úpravy povrchu

Chemické úpravy povrchu fungují nejčastěji na principu reakce dvou složek a to chemických činidel s nečistotami ulpělými na povrchu materiálu. Podle druhu nečistot dále volíme technologii, která nám pomůže se zbavit těchto látek. [1]

Nečistoty dělíme na:

- ulpělé – zachyceny k povrchu adhezními silami. Jsou zde zahrnuty různé druhy mastných látek (např. zbytky past, emulzí, olejů), kovových nečistot (prach, třísky). Těchto látek se zbavujeme chemickým odmašťováním.[1]
- chemicky vázané – jsou spojeny určitou chemickou vazbou a je projevem jako určitý druh koroze (rez, okuje). Nejčastěji jsou tyto nečistoty odstraňovány buď mechanickým čištěním, nebo chemickým mořením.[1]

2.2 Mechanické úpravy povrchu

Mechanickými úpravami povrchu jsme schopni získat požadovanou mikrostrukturu povrchu (požadovanou drsnost) pro zakotvení nátěrového systému, zlepšení mechanických povrchových vlastností povrchu (zvýšení pevnosti, mez únavy) a důkladného očištění povrchu od rzi a ostatních nečistot. K základním způsobům mechanické předúpravy patří otryskávání, omílání, broušení, leštění, kartáčování.

2.2.1 Otryskávání

Otryskávání je jeden ze způsobů mechanického opracování povrchu výrobku, při kterém je tryskací materiál vrhán vysokou rychlostí k povrchu. Dochází tak ke zpevnění povrchu, k čištění od korozních produktů, získání vhodné drsnosti povrchu upravovaného výrobku v závislosti na jakosti tryskaného materiálu. Využívá se jako velmi produktivní způsob čištění a přípravy povrchu pod nátěry, smalty, žárové nástříky kovů a keramických materiálů.[2]

Výsledek tryskání je ovlivňován řadou parametrů:

- Velikostí, tvarem a tvrdostí tryskacích materiálů
- druhem otryskávaného materiálu
- tlakem
- úhlem a vzdáleností tryskací pistole od předmětu
- velikostí trysky
- dobou tryskání [2]

Nejčastěji používané tryskací materiály:

- litinová drť a broky
- křemičitý písek
- sekaný drát
- umělé a speciální materiály (drť z pecek a plastických hmot, skleněné kuličky)
- brusiva (karbid křemíku) [2]

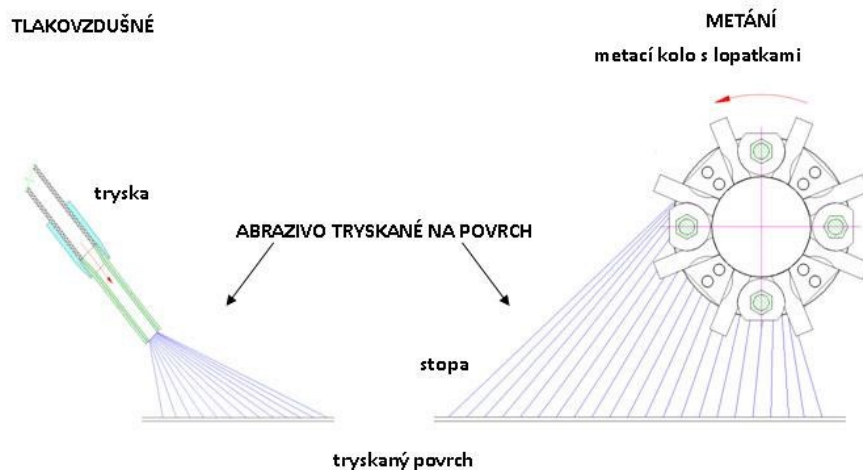
Otryskávací materiály volíme podle druhu upravovaného povrchu, stupně znečištění, podle tloušťky stěn předmětu. Nižším tlakem a jemnějšími zrny otryskáváme předměty z měkkých materiálu, naopak těžké výrobky hrubozrnnou drtí vyšším tlakem tryskacího média. [1]

Důležitým aspektem je tvar a tvrdost tryskacího média. Tryskáním tvrdými a ostrými zrny se předmět zbavuje nečistot, rzi a okují, povrch je příslušně zdrsněn, ale mohou se odstraňovat i částice z povrchu otryskávaného kovu ve formě mikrotríssek. Dochází k zasekávání tryskaného média do povrchové vrstvy materiálu. Naopak při dopadu tupých a tvrdých tryskacích materiálů (např. balotina) na povrch kovu nedochází k úběru materiálu, ale povrch je otloukáním očištěn a zpevněn. [2] Povrch je pokryt mělkými důlky, ale je zde

nebezpečí, že v povrchu budou zatlačeny i nečistoty, které dále mohou napomáhat v podkorodování nátěru.

Dalším způsobem otryskávání je tzv. hydrofiniš. Jedná se o tryskání brusnými zrny, nebo jemnými skleněnými kuličkami (balotina), při kterém je nosným médiem místo vzduchu kapalina, která snižuje účinek tryskání. Tím jsme schopni docílit jemného a stejnoměrně otryskaného povrchu. [2]

Tryskacímu mediu je dodávána energie pomocí stlačeného vzduchu, mechanických metacích kol, nebo kapalinou. Pneumatické tryskače se vyrábí jako tlakové (tryskací prostředek v tlakové nádobě), nebo injektorové (tryskací prostředek nasáván pod tlakem nosného proudícího vzduchu). Pneumatických tryskačů se často využívá v uzavřených tryskacích kabinách.[2] Zařízení pomocí mechanických metacích kol se dosahuje vyšší hospodárnosti a vyššího výkonu oproti pneumatickým tryskacím zařízením. Nevýhodou je nedokonalé řízení směru tryskacího paprsku.[1]



Obr.4 Otryskávání pneumatickým tryskačem (vlevo) a pomocí metacího kola (vpravo)[16]

3. Organické povlaky

Organické povlaky jsou nejstarším, nejběžnějším a nejekonomičtějším prostředkem k ochraně povrchu výrobků založené především na bariérovém způsobu ochrany. V dnešní době tvoří až 90 % všech povlaků. Účel povlaků je zabránit korozi ocelových konstrukcí a ostatních výrobků a tím zvýšení jejich životnosti. Povlaky nám chrání povrch výrobků vůči agresivním vlivům prostředí např. proti povětrnosti, vysokým teplotám, mořské vodě apod. Aplikace organických nátěrových hmot nevyžaduje složitá, nebo nijak komplikovaná zařízení, nejsou omezena tvarem ani velikostí výrobků a pro jednoduchost je v celosvětovém měřítku nejpoužívanějším prostředkem proti korozi.[1] [2]

3.1 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou všechny výrobky, které se používají k provedení nátěrů. Nátěrové hmoty jsou organické a anorganické látky různých druhů, které jsou nanášeny v tekutém nebo těstovitém stavu a poté vytváří na povrchu předmětu film požadovaných vlastností.[1]

Nátěr je ucelený povlak požadovaných vlastností jedné nebo několika vrstev zaschlé nátěrové hmoty na povrchu předmětu. Nátěry zamezují přístup vody a agresivních složek k povrchu chráněného kovu. Podle počtu nanesených vrstev se nátěry dělí na jednovrstvé a vícevrstvé. Dále podle vlastností a podle způsobu použití jako např. napouštěcí nátěry, základní barvy, tmely, podkladové barvy, vrchní barvy a emaily.[1]

Podle účelu nátěru rozeznáváme nátěr:

- a) ochranný (olejivzdorný, odolný chemickému prostředí, mořské vodě, povětrnosti, vyšším teplotám)
- b) dekorativní
- c) signální (pro bezpečnostní návěští)
- d) maskovací
- e) speciální (elektrovodivý, světélkující) [1]

3.1.1 Složení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty dělíme na:

- a) Transparentní - průhledný nátěrový film (lak, fermež)
- b) Pigmentované – neprůhledný film tzv. email (nízký obsah pigmentu), tmel (vysoký obsah pigmentu), barva

Složení nátěrových hmot:

- a) *Pojiva* – jsou netěkavé látky, které mají schopnost vytvořit tenkou souvislou vrstvu a mají schopnost vázat dispergované částice pigmentu a plniv v zaschnutém stavu. Vlastnosti nátěru dosahujeme různými kombinacemi filmotvorných látek. Mezi filmotvorné látky, které nám vytváří souvislý film, řadíme vysychavé oleje, přírodní živice, umělé živice, deriváty celulózy, deriváty kaučuku, asfalty.[1]
- b) *Rozpouštědla, ředidla* – jsou kapalné organické sloučeniny, které jsou schopné rozpouštět olej, přírodní a syntetické pryskyřice (lakový benzín, toluen, xylen, alkoholy, estery, apod.). Pro schopnost aplikace nám upravují konzistenci nátěrové hmoty. Rozpouštědlo je nátěrových hmot dodáváno výrobcem v průběhu výroby, kdežto ředidlo těsně před aplikací. Z ekologického hlediska je snaha těchto těkavých složek snížit na minimum (VOC).[7]
- c) *Pigmenty* – jsou barevné prášky nerozpustné v pojivu i v rozpouštědle. Dávají nátěrům barevný odstín, krycí schopnost, snižují stárnutí nátěru, zvyšují tepelnou a korozní odolnost.[1] Velmi významně ovlivňují vlastnosti celého nátěru.
 - *Inhibiční pigmenty* – zpomalují korozi (zinková žlut', suřík, Zn - prach)
 - *Neutrální pigmenty* – při výrobě vrchních nátěrů a zlepšení fyzikálních vlastností (titanová běloba, zinková běloba, Fe₂O₃)
 - *Stimulační pigmenty* – netečné pigmenty s dobrou vodivostí, nevhodné pro základní nátěry (grafit, saze)[1]

- d) Plnidla – jsou jemně rozemleté minerální látky (těživec, křída, mastek), které jsou nerozpustné v pojivech. Tyto látky vhodně upravují technologické a fyzikální vlastnosti nátěrového povlaku (smršťivost filmu po zaschnutí).[1]
- e) Aditiva - přísady do nátěrových hmot obsahující vysychavé oleje (sušidla, stabilizátory, emulgátory, zvláčňovadla). Používají se při výrobě fermeží olejových a glyptalových nátěrových hmot. Hlavní složkou v aditivech jsou kovová mýdla, nebo jejich roztoky v organických rozpouštědlech.[1]

3.1.2 Rozdělení nátěrových hmot

Možnosti ochrany jsou poměrně rozsáhlé. V současné době je sortiment nátěrových hmot velice široký do různě agresivních podmínek.[1]

Nátěrové hmoty můžeme rozdělit:

a) Filmotvorné materiály (pojiva):

- Nátěrové hmoty asfaltové
- Nátěrové hmoty polyesterové
- Nátěrové hmoty celulózové
- Nátěrové hmoty chlórkaučukové
- Nátěrové hmoty silikonové a silikátové
- Nátěrové hmoty lihové
- Nátěrové hmoty olejové
- Nátěrové hmoty syntetické
- Nátěrové hmoty polyuretanové
- Nátěrové hmoty epoxidové
- Nátěrové hmoty polysiloxanové
- Nátěrové hmoty emulzní (vodové)

b) Podle počtu složek pojiva:

- jednosložkové – alkydy, akryláty, silikony, atd.
- vícesložkové (dvousložkové) – epoxidy, polyuretany, zinksilikáty, atd.[7]

c) Podle obsahu pigmentu :

- Pigmentované – obsahují barevné pigmenty a plniva (barevné nátěry)
- Transparentní – obsahují pojiva, nebo roztoky v organických rozpouštědlech (bezbarvé povlaky)[1]

d) Podle způsobu zasychání a vytvrzování:

- fyzikálně zasychající- zasychají odpařením rozpouštědel, pojivo je v roztoku nebo je dispergováno, soudržnost je způsobena přitažlivostí molekul pojiva, nátěry jsou tedy rozpustné v prostředích schopných tyto vazby porušovat [7]
- chemicky zasychající- vytvrzují chemickou reakcí obou složek v průběhu a/nebo po odpaření rozpouštědel) – alkydy (reagují se vzdušným kyslíkem), zinksilikáty (reagují se vzdušnou vlhkostí), epoxidy a polyuretany (reagují účinkem tužidla), vypalovací alkydy a epoxidy (reagují účinkem zvýšené teploty 100-200 °C) [7]

e) Podle teploty zasychání na :

- Schnoucí na vzduchu – 20 °C
- Vypalovací – nad 100°C[1]

f) Podle klimatické odolnosti na :

- Vnitřní (nemusejí odolávat povětrnosti)
- Venkovní (odolávající povětrnosti)[1]

g) Podle pořadí nátěrových vrstev na :

- Napouštěcí
- Základní
- Podkladové
- Vrchní[1]

3.1.3 Nanášení nátěrových hmot

Jedním z důležitých faktorů, které nám zvyšují životnost i jakost nátěrů je volba technologie nanášení nátěrových hmot. Při výběru správného způsobu nanášení je nutno přihlížet k různým podmínkám, jako jsou vlastnosti nátěrové hmoty a povaha natíraného předmětu.[1]

Druhy nanášení nátěrových hmot:

- Nanášení štětcem, válečkem
- Nanášení navalováním
- Nanášení namáčením
- Nanášení poléváním
- Nanášení pneumatickým stříkáním
- Nanášení bezvzduchovým stříkáním (AIRLESS)
- Nanášení postřikem ohřátých nátěrových hmot
- Elektrostatické nanášení

Důležité aspekty pro správnou volbu technologie nanášení:

- Tvar, velikost a množství předmětů
- Vzhled, tloušťka, stupeň korozního namáhání
- Kvalita povrchu předmětů
- Vlastnosti použitých nátěrových hmot
- Pracnost a technologie jednotlivých technologií nanášení[1]

3.1.3.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem

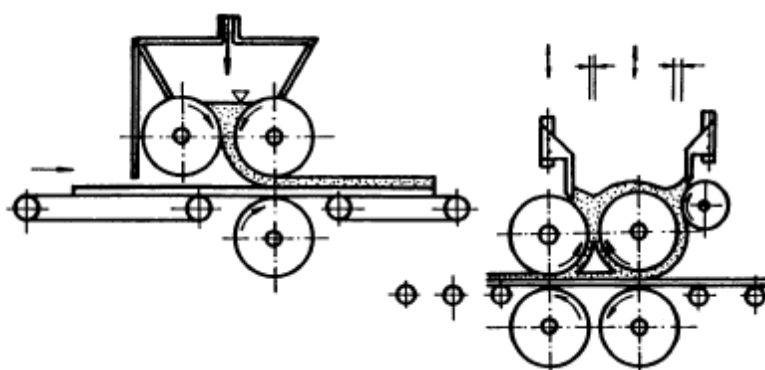
Nanášení štětcem je jeden z nejčastějších způsobů jakým se dá nanést nátěr na povrch předmětu. Hlavní předností nátěrových hmot nanesené štětcem je dosažitelnost dokonalého rozpracování nátěru, rozetření a přilnutí do póru povrchu a tím se docílí dokonalé soudržnosti nátěrové hmoty k podkladu. Další výhodou jsou minimální ztráty nátěrové hmoty.[1]

3.1.3.2 Nanášení nátěrových hmot navalováním

Nanášení navalováním se nejčastěji používá u velkých plochých výrobků jako jsou např. papírové lepenky, linolea, dřevotřískové desky, transformátorové plechy. [1]

Nátěrová hmota o vyšší hustotě je dopravována ze zásobní nádrže pomocí gumových válců a je přitlačována k povrchu výrobku. Nátěrová hmota nesmí obsahovat ředidla z důvodu rozleptávání gumových částí válce. Tloušťka nátěru je regulována vzdáleností nanášecího válce od upravovaného povrchu, rychlostí nebo směrem otáčení. [1]

Tato metoda je velmi výkonná, úsporná a dobře se dá z automatizovat, ale je zapotřebí zvláštního strojního vybavení. Proto má hlavní uplatnění zvláště v sériové výrobě. [1]

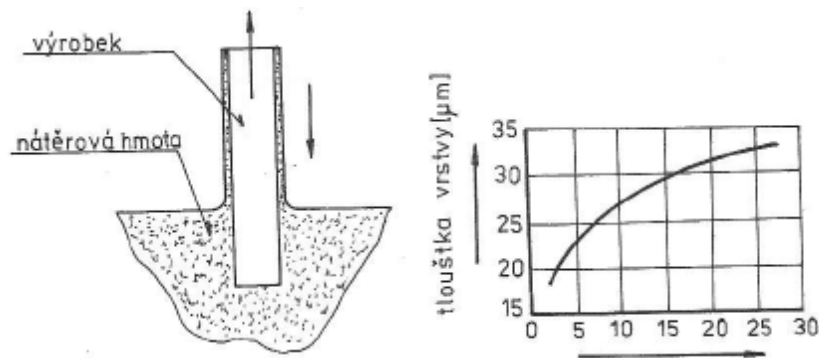


Obr.5 Schéma navalovacího zařízení [1]

3.1.3.3 Nanášení nátěrových hmot namáčením

Postup této technologie spočívá ponořením předmětu do nádrže s nátěrovou hmotou a poté se tento předmět rovnoměrnou rychlostí vynořuje. Vynořením přebytečná nátěrová hmota stече z povrchu předmětu a zbytek vytvoří nátěr. Tloušťka nátěru závisí na konzistenci nátěrové hmoty a na rychlosti vynoření předmětu. [1]

Důležitým aspektem je, aby vany nebyly příliš velké, protože by docházelo k velké spotřebě nátěrové hmoty a tím by vznikaly velké ztráty. Tato technologie se nejčastěji využívá při povrchových úpravách ve velkosériové výrobě. [1]



Obr.6 Nanášení nátěru namáčením[1] **Obr. 7** Vliv rychlosti vynořování předmětu na tloušťce nátěru[1]

3.1.3.4 Nanášení nátěrových hmot poléváním

Tento způsob nanášení je výhodný pro velmi rozměrné výrobky. Není zapotřebí velkých van a spotřeba nátěrových hmot je nižší. Nevýhodou je, že na povrchu předmětu vznikají stékanice, na hranách se shlukuje ve formě kapek a nátěr bývá po většinu klínovitý. Toto je zapotřebí nějakým způsobem ošetřit, a proto se provádí nanášení poléváním dýzami nebo clonou. [1]

3.1.3.5 Nanášení nátěrových hmot pneumatickým stříkáním

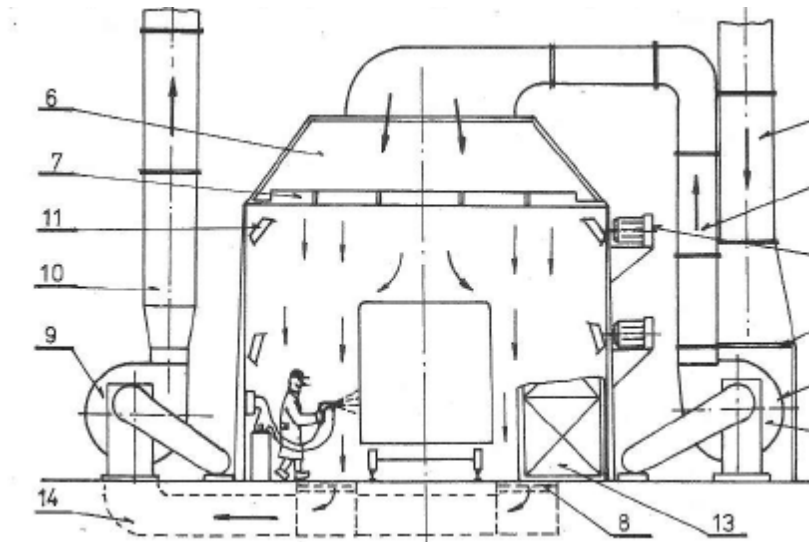
Nejčastěji se používá pro povrchovou úpravu velkých ploch, kde dochází k rovnoměrnému a velmi hladkému nástřiku povrchu výrobku. [1]

Hlavním zařízením je stříkácí pistole, v níž je nátěrová hmota strhávána proudícím stlačeným vzduchem ve tvaru kužele a dopadá rovnoměrně na stříkaný předmět, tím vytváří souvislý povlak. Nevýhodou této technologie je vysoká rozprašitelnost nátěrové hmoty do vzduchu a ztráty rozpouštědel, z tohoto důvodu musí být nátěrová hmota dostatečně rozředěna. Ztráty mohou činit 30 – 70 % nátěrové hmoty. [1]

Pneumatické stříkání se provádí ve stříkáčích kabinkách z důvodů omezení rozstřiku nátěrové hmoty do nejmenšího prostoru a zneškodnění unikání těkavých látek do ovzduší.[1]

Kabiny dělíme:

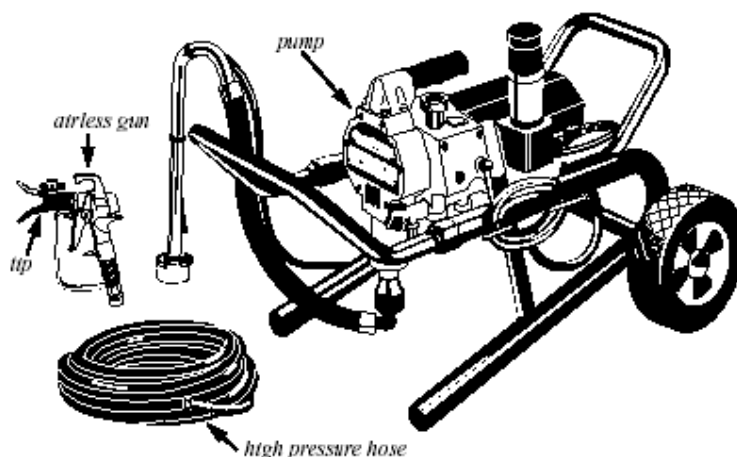
- Stolové – pro stříkání malých předmětů.
- Podlahové – pro stříkání větších předmětů
- Tunelové – pro průběžnou úpravu rozměrných předmětů[1]



Obr.8 Tunelová stříkací kabina[1]

3.1.3.6 Nanášení bezvzduchovým stříkáním (AirLess)

V dnešní době se jedná o nejčastěji používanou technologii nanášení nátěrové hmoty. Jedná se o vysokotlaké stříkání bez použití vzduchu, kdy je nátěrová hmota stlačena za pomoci vysokotlakého pístkového čerpadla na velmi vysoký tlak až 45 MPa a průtokovou rychlostí na stříkací trysce až $250 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rychle se pohybující barva vyústěná ze stříkací trysky se dostává do styku se vzduchem a dochází k rozpadu na větší fragmenty a následně kapičky, které vytvoří oblak jemně rozprášené barvy. Nátěrová hmota tak dopadá na povrch stříkaného materiálu vlastní kinetickou energií a je zachytávána s minimálními ztrátami na povrch. Parametry rozstříku nastavujeme tlakem a velikostí průtokové trubice. Výhodou této technologie je vysoká efektivita a nízké ztráty nátěrového materiálu.



Obr.9 Bezvzduchové stříkací zařízení [17]

3.1.3.7 Nanášení postříkem ohřátých nátěrových hmot

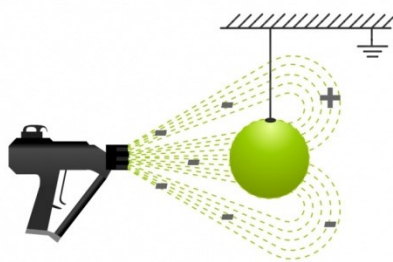
U tohoto způsobu nanášení nesnižujeme konzistenci nátěrové hmoty přidáním rozpouštědly, ale ohřátím nátěrové hmoty na příslušnou teplotu. Největší pokles konzistence bývá nejčastěji při zahřátí nátěrové hmoty do 50 °C, ale běžně se zahřívá na 70 – 80 °C.

Touto technologií nanášení dosahujeme vyšších tloušťek jednotlivých vrstev nátěru. Není zapotřebí ředění a snižují se ztráty nátěrových hmot až o 18 %. Nevýhodou je malá vhodnost pro výrobu, kde se mění druh a odstín nátěrové hmoty.[1]

3.1.3.8 Elektrostatické nanášení nátěrových hmot

Tento způsob nanášení se využívá v sériové při povrchové úpravě automobilů a strojírenského spotřebního zboží. Princip je založen na fyzikálních zákonech přitažlivosti částic s opačným elektrickým nábojem.[1]

Základním zařízením je stříkací pistole, do které je přiváděna nátěrová hmota. Tato pistole je připojena na vysoké napětí. Částičky nátěrové hmoty, které jsou rozptýleny ve vzduchu jsou nabíjeny za pomoci koronového výboje, kdy se ionizují molekuly kyslíku za vzniku záporných iontů. Takto záporně nabitě částičky jsou přitahovány ke kladně nabitě elektrodě, která je předmětem nanášení.[1]



Obr.10 Nanášení nátěrové hmoty v elektrickém poli vysokého napětí [1]

Výhoda tohoto způsobu nanášení oproti pneumatickému stříkání je snížení ztrát nátěrové hmoty až o 50 %. [1]

3.1.4 Sušení nátěrových hmot

Odpařováním těkavých látek a to především rozpouštědel a ředidel vzniká suchá nátěrová hmota specifických vlastností. Rozpouštědla jsou hlavní součástí těkavého podílu nátěrové hmoty v dodaném stavu. Ředidla nám slouží k úpravě nátěrové hmoty na vhodnou konzistenci, která je nutná pro vytváření nátěru vhodnou technologií. Složení ředidel je odlišné od složení rozpouštědel. Ředidla obsahují těkavější látky než rozpouštědla. Odpařováním těkavých látek z nátěrové hmoty vznikají exhalace, které jsou hygienicky závadné a mohou vytvářet hořlavé nebo i výbušné směsi. Proto je nutné aby bylo zajištěno odvětrávání těchto těkavých látek, a tím byl zajištěn hygienicky nezávadný a požárně bezpečný provoz. [1]

Podle způsobu zasychání je možné rozdělit nátěrové hmoty na zasychání fyzikálně, nebo chemicky. [1]

Při fyzikálním zasychání nenastává změna složení filmotvorných látek, protože neobsahuje funkční skupiny schopné chemických proměn a nátěr vzniká odpařením těkavých látek. Do fyzikálně zasychajících hmot patří nátěrové hmoty chlórkaučukové, lihové, nitrocelulózoové, asfaltové. [1]

U chemicky zasychajících nátěrových hmot se v první fázi odpařují rozpouštědla

a tím se nátěrový film zahušťuje. V další fázi zasychání dochází k chemické reakci (oxidace, polymerace,...), která je závislá na složení nátěru. Chemicky vytvořené nátěrové filmy jsou nerozpustné v organických rozpouštědlech. Chemické reakce vznikají při normální teplotě a to kolem 20 °C, nebo při zvýšené teplotě do 60 °C a při vyšších teplotách nad 80 °C.[1]

3.1.4.1 Sušení nátěrových hmot na vzduchu

Nátěrové hmoty zasychají jak fyzikálně, tak i chemicky na vzduchu při normální teplotě 20 °C. Patří sem nátěrové hmoty nitrocelulóзовé, lihové, chlórkaučukové, asfaltové, fermežové apod.. Optimální teplota prostředí se pohybuje mezi 18 – 25 °C a relativní vlhkost nesmí překročit 75 %. Při nižších teplotách se zasychání značně zpomaluje. Při rychlém odpaření rozpouštědel se nátěr ochlazuje a tím se na povrchu kondenzuje voda z okolního prostředí a často dochází k zákalu nátěru. Při vysoké relativní vlhkosti z ovzduší taktéž dochází ke zpomalení zasychání a tvrdnutí nátěru. [1] Existují nátěry, které naopak vyšší vzdušnou vlhkost vyžadují k dostatečnému vytvrzení. Do této skupiny vytvrzované vzdušnou vlhkostí (od 60 až 80% relativní vlhkosti) patří silikátové nátěrové hmoty.

Dalším důležitým aspektem je, aby nátěry zasychaly v bezprašném prostředí, protože prachové částice způsobují vzhledové závady a mohou taktéž zhoršovat ochranné vlastnosti nátěru. Rovněž plynné nečistoty (suřík, suboxidolova) z prostředí zpomalují zasychání nátěru hlavně u oxidačně zasychajících nátěrových hmot. Přítomnost zbytku vosků, nebo mastných a olejových látek pod nátěrem rovněž zhoršují zasychání nátěru. [1]

U nátěrů oxidačně a fyzikálně zasychajících je důležitý dostatečný přístup čerstvého vzduchu. Rozpouštědla musí být odsávána, protože dochází k odpařování těkavých látek, a tím se zhoršuje průběh zasychání.[1]

4. Nátěrové hmoty pro vysoké teploty

Sortiment nátěrových hmot v dnešní době doznává rychlé obměny a to i v oblasti speciálních nátěrových hmot. Do této oblasti spadají i nátěry, které odolávají vystavenému namáhání vysokou teplotou. V hutích, v energetice, v chemickém průmyslu jsou povrchy ocelových konstrukcí často namáhány nejen povětrnostními vlivy, ale i zvýšenými teplotami. Jedná se často o mnohem vyšší teploty, než je teplota povrchu povlaku zahřátá slunečním svitem.[4]

Důležitým faktorem pro výběr nátěrové hmoty do vysokých teplot je, zda-li bude působit na nátěr zvýšená teplota trvale, nebo střídavě s uplatněním atmosférických vlivů. Působením zvýšené teploty na nátěr dochází často k destrukci pojivové složky, což má za následek zvýšení její pórovitosti. Při následném kontaktu s okolím dochází často k podkorodování nátěru.[4]

Tab.1 Teplotní odolnost nátěrových hmot

Typ nátěrové hmoty	teplotní odolnost
chlorkaučukové, asfaltové	do 60 °C
syntetické, olejové	do 80 °C
epoxidové, polyuretanové	do 120 °C
silikátové se Zn prachem	do 400 °C
silikonové s Al prachem	do 600 °C
speciální	do 1000 °C

V Tab.1 jsou znázorněny jednotlivé nátěrové hmoty odolávající určitým teplotám.

4.1 Etylsilikátové nátěrové hmoty

Etylsilikátové nátěrové hmoty odolávají vysokým teplotám v případě, kdy jsou pigmentované zinkovým prachem (zinksilikátové nátěrové hmoty).

Zinksilikátové nátěrové hmoty vznikají smísením etylsilikátového pojiva se zinkovým prachem. Jedná se tedy o dvousložkovou nátěrovou hmotu, kdy první složku tvoří právě zmíněný zinkový prach a druhou složku pojivo (etylsilikát). Tyto složky se před aplikací smísí do sebe. U těchto nátěrových hmot je velice důležité vysoké množství zinkového prachu v pojivu z důvodu elektrického vodivého spojení s ocelovým podkladem (při lokálním poškození působí zinek jako katodická ochrana oceli). Zinksilikátové nátěrové hmoty mají vynikající odolnost vůči povětrnostním vlivům a otěru, mají vynikající chemickou odolnost v rozmezí pH 6-9 a odolávají teplotám až 400°C.[7]

Zinkové etylsilikátové nátěrové hmoty potřebují k zakotvení nátěru vhodně otryskaný povrch. Nízká drsnost kovového povrchu nezaručuje dostatečnou adhezi nátěru a příliš vysoká drsnost vyžaduje velkou tloušťku naneseného nátěru.[8]

U anorganických zinkových etylsilikátových nátěrových hmot je zapotřebí dodržovat limitní hodnoty suchých tloušťek, které se obvykle pohybují v rozmezí 60 až 80 μm na jednu vrstvu. V případě nedodržení těchto tloušťek často dochází k bahennímu praskání a odlupování nanesené vrstvy. Takto nanesený nátěr může mít podobu rozpraskané vyschlé zeminy. [4]

Nanesený etylsilikátový zinkový nátěr pro své vytvrzení vyžaduje vzdušnou vlhkost (reakce s vodou). Tyto nátěry vytvrzují při relativní vlhkosti vzduchu v rozmezích od 60 do 80 %. Při nižších hodnotách vlhkosti nátěr nezíská požadovaný stupeň vytvrzení a dá se snadno setřít. To se dá snadno ošetřit rozprašováním čisté vody na čerstvě natřený nátěr.[8]

4.2 Silikonové nátěrové hmoty

Silikony jsou polymerní látky, jejichž základní seskupení tvoří vazby mezi atomy křemíku a kyslíku. Na atom křemíku pak mohou být vázány různé typy organických substituentů, jakými jsou například metyl, vinyl či fenylové skupiny. [6]

Mezi nejdůležitější vlastnosti silikonů patří:

- odolnost vůči nízkým a vysokým teplotám, malá změna vlastností v závislosti na teplotě (pro dosažení odolnosti vůči vysokým teplotám jsou pigmentované částicemi zinkového prachu (do 400°C) nebo částicemi hliníkového prachu (do 600°C).
- hydrofobní účinky
- dobré elektroizolační vlastnosti (vysoká elektrická pevnost v širokém rozsahu)[6]

Rozpouštědlové silikonové pryskyřice (filmtvorné látky)

Silikonové pryskyřice jsou schopné vytvářet velice chemicky a tepelně stabilní prostorovou síť. Tyto silikony mohou být vsítěny do relativně vysokého stupně, proto umožňuje tyto materiály použít jako samostatná pojiva pro nátěrové hmoty. V čisté podobě jsou pryskyřice tuhými látkami, proto je nutné je rozpustit a naředit na ideální konzistenci. V tomto případě se jako rozpouštědla využívá aromatických uhlovodíků, nejčastěji xylen a toluen. Tyto pryskyřice jsou ideálními pojivy vyznačující se odolností vůči vysokým teplotám, chemickou odolností – odolnost vůči oxidaci, středně silným kyselinám, organickým rozpouštědlům a olejům.

Ve většině případech se tyto pryskyřice používají jako pojiva pro tepelně vytvrzované (vypalovací) nátěrové hmoty. Vypalování probíhá za teplot 180 – 250 °C.[6]

U anorganických silikonových nátěrových hmot je zapotřebí dodržovat doporučené hodnoty suchých tloušťek, které se obvykle pohybují v rozmezí 20 až 30 μm na jednu vrstvu (max. 3 vrstvy).

Jiné – speciální produkty pro ochranu materiálu před působením teplot převyšujících 600°C (až do 1600°C). Produkty na ochranu před vznikem okují.

5. Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je studium nátěrových systému pro vysoké teploty používaných pro ochranu ocelových konstrukcí v souladu s ČSN, EN a ISO normami. Bakalářská práce je zaměřena na problematiku ochrany ocelových konstrukcí vystavených teplotám do 400°C pomocí silikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu. V průběhu aplikace zinketylsilikátových nátěrových hmot se setkáváme s mnoha technologickými požadavky, které je nutné dodržet pro docílení povlaku požadované kvality a maximální životnosti.

Přínosem bakalářské práce je technologická příručka pro aplikaci etylsilikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu a studium opravy vad nátěru. Postupy a doporučení zde uvedené lze využít v technické praxi (průmyslových lakovnách) při protikorozi ochraně ocelových konstrukcí vystavených teplotám do 400°C při použití etylsilikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu.

6. Metodika experimentálních prací

Technologická doporučení aplikace etylsilikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu (dále jen ESi – Zn) na ocelové konstrukce:

- **Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot**
- **Aplikace nátěrového systému**
- **Opravy nátěru**
- **Hodnocení nátěru**
- **Kontrolní operace**

7. Provedení experimentálních prací

7.1 Hodnocení povrchu ocelové konstrukce

7.1.1 Stupeň přípravy svarů, hran a ostatních ploch dle normy ČSN EN ISO 8501-3

Norma ČSN EN ISO 8501-3 nám specifikuje řadu stupňů přípravy, svarů, hran a ostatních míst s vadami ocelového povrchu. Jedná se o vizuální hodnocení čistoty povrchu.[9]

Tato část normy ČSN EN ISO 8501 se zabývá vadami povrchu na:

- Svarech
- Hranách;
- Ocelovém povrchu obecně [9]

Stupně přípravy dle normy ČSN EN ISO 8501-3:

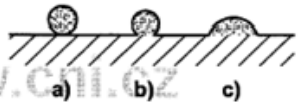
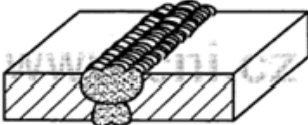
Jsou specifikovány tři stupně přípravy ocelových povrchů s viditelnými vadami vhodné pro nanesení nátěru a dalších produktů. [9]

P1 - Lehká příprava: žádná nebo jen minimální nutná příprava před nanesením nátěru;

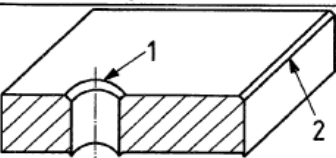
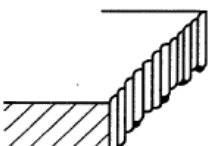
P2 - Důkladná příprava: většina vad je odstraněna;

P3 - Velmi důkladná příprava: povrch je bez významných viditelných vad[9]

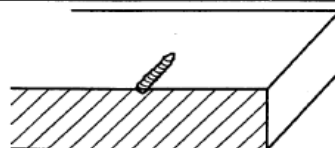
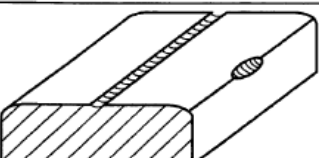
Tab. 2 Svarové vady povrchu a stupně přípravy [9]

Druh povrchové vady		Stupeň přípravy		
Popis	Vyobrazení	P1	P2	P3
Rozstřík svarového kovu		Povrch musí být prostý všech volných kuliček rozstříku po svařování [viz a)]	Povrch má být prostý všech volných a lehce ulpívajících kuliček rozstříku po svařování [viz a) a b)] Rozstřík po svařování jako na obrázku c) může zůstat	Povrch musí být prostý všech kuliček rozstříku po svařování
Rozčeřený svar		Žádná příprava	Povrch musí být upraven (např. broušením), aby se odstranily nepravidelné a ostré hrany profilu	Povrch musí být zcela upraven, tj. hladký

Tab.3 Vady na hranách [9]

Druh povrchové vady		Stupeň přípravy		
Popis	Vyobrazení	P1	P2	P3
Hrany vzniklé po ražení, stříhání, řezání nebo vrtání	 Legenda 1 ražení 2 stříhání	Žádná část hrany nesmí být ostrá; hrany musí být bez otřepů	Žádná část hrany nesmí být ostrá; hrany musí být bez otřepů	Hrany musí být zaoblené; poloměr musí být nejméně 2 mm (viz ISO 12944-3)
Pálené hrany		Povrch musí být bez strusky a volných okují	Žádná část hrany nesmí mít nerovnoměrný profil	Povrch řezu musí být odstraněn a hrany musí být zakulaceny s poloměrem nejméně 2 mm (viz ISO 12944-3)

Tab.4 Povrchové vady [9]

Rýhy a vrypy vytvořené mechanicky		Žádná příprava	Poloměr rýh a žlábků musí být větší než 2 mm	Povrch musí být bez rýh a poloměr žlábků musí být větší než 4 mm
Zářezy, záseky a stopy po válcování		Žádná příprava	Zářezy a stopy po válcování musí být hladké	Povrch nesmí obsahovat zářezy a stopy po válcování

7.1.1.1 Vyhodnocení stupně přípravy ocelového povrchu dle normy ČSN EN ISO 8501-3


V protikorozní ochraně se vyskytují nátěrové hmoty mnoha typů a použití. Existují nátěrové hmoty tolerantní k přípravě povrchu a naopak i takové, které vyžadují důkladnou přípravu povrchu. A právě do kategorie vyžadující důkladnou přípravu povrchu jsou zařazené i ESi – Zn nátěrové hmoty. Jakákoliv nedokonalost povrchu, hrany, svaru apod. snižuje celkovou životnost nátěrového systému.

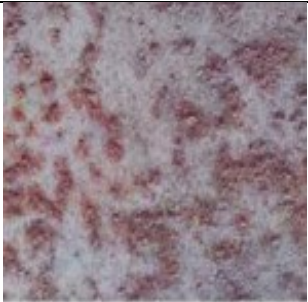


Plocha v okolí svarových spojů musí být čistá bez rozstříku svarového kovu a svar musí být zcela hladký, bez vrubů a viditelných pórů. Hrany vzniklé stříháním, řezáním, nebo vrtáním musí být zaobleny na určitý poloměr (nejméně $r = 2\text{mm}$). Samotný povrch musí být bez viditelných přesahů, důlků, kráterků a rýh. Stupeň přípravy dle normy ČSN EN ISO 8501-3 před nanesením ESi – Zn nátěrové hmoty by tedy měl dosahovat stupně P3 (velmi důkladná příprava).

7.1.2 Hodnocení čistoty povrchu tryskáním dle normy ČSN EN ISO 8501-1

Norma ČSN EN ISO 8501-1 vizuálně hodnotí míru zarezavění a čistotu nenatřené oceli. Obsahuje fotografie pro hodnocení stupně zarezavění a čistoty. Příprava povrchu otryskáním je označována písmeny „Sa“.[10]

Tab.5 Stupně čistoty dle normy ČSN EN ISO 8501 – 1

ČSN ISO 8501 -1, OZNAČENÍ	ČSN EN ISO 8501-1,popis či požadavek	Stupně přípravy povrchu dosažené otryskáním
Sa1 lehké otryskání	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot ,nečistot stejně jako nepřílnavé okuje, rez, nátěry a cizí látky.	

<p>Sa2 důkladné otryskání</p>	<p>Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot ,nečistot a téměř žádné okuje, rez, nátěry a cizí látky. Všechny zbytky nečistot musí být pevně přilnavé.</p>	
<p>Sa2$\frac{1}{2}$ velmi důkladné tryskání</p>	<p>Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot , nečistot, okuje, rez, zbytky nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé stopy nečistot musí být pouze ve formě skvrn nebo pásů.</p>	
<p>Sa3 vizuálně čistý ocelový povrch</p>	<p>Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot , nečistot, okuje, rez, zbytky nátěrů a cizích látek. Povrch musí vykazovat jednotný kovový vzhled.</p>	

7.1.2.1 Vyhodnocení stupně čistoty povrchu po otryskání dle normy ČSN EN ISO 8501-1

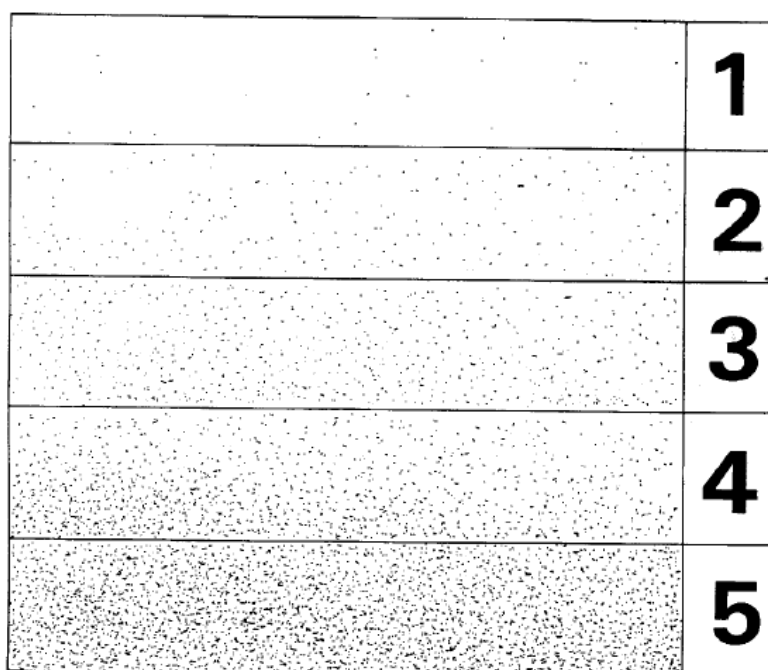
Důležitým aspektem pro bezproblémové zakotvení ESi – Zn nátěrových hmot je čistota a dostatečná drsnost povrchu. Proto je velmi důležité zhodnotit čistotu povrchu před nanesením nátěru pomocí normy dle ČSN EN ISO 8501-1.

Před vlastním zhotovením ESi – Zn nátěru musí být kovový povrch nejprve otryskán na stupeň čistoty Sa2 $\frac{1}{2}$ (dle ČSN EN ISO 8501-1). Uvedená čistota povrchu je optimální z hlediska dosažení požadované životnosti nátěru. V technické praxi se velmi často objevují případy, kdy se na konstrukci vyskytují plochy obtížně přístupné pro provedení přípravy povrchu v požadované kvalitě. Proto lze pro obtížně přístupné plochy akceptovat dosažený stupeň čistoty povrchu Sa2.

7.1.3 Stanovení prachu na ocelovém podkladu metodou snímání samolepící páskou dle normy ČSN EN ISO 8502 – 3

Touto metodou jsem schopni určit přítomnost prachu na povrchu předmětu pomocí adhezivní pásky, která je přitlačena na kontrolovaný podklad a pod určitým úhlem (180°) stržena z povrchu. Páska s prachovými částicemi se umístí na podklad a provede se vizuální zhodnocení podle obrazové stupnice Obr.11. [13]

Před nanesením ESi – Zn nátěrové hmoty je zapotřebí důkladného ofoukání nebo ometení od prachových částic a zbylých tryskacích medií. Přípustný je stupeň prachových částic č. 2/2.



Obr.11 Obrazová stupnice odpovídající množství prachu [13]

Tab.6 Třídy velikosti prachových částic [13]

Třída	Popis prachových částic
0	částice neviditelné při zvětšení 10x
1	částice viditelné při zvětšení 10x, ale ne prostým okem (obvykle částice menší než 50 μm)
2	částice již viditelné prostým okem (obvykle částice mezi 50 μm a 100 μm v průměru)
3	částice jasně viditelné prostým okem (částice od 0,5 mm v průměru)
4	částice mezi 0,5 a 2,5 mm v průměru
5	částice větší než 2,5 mm v průměru

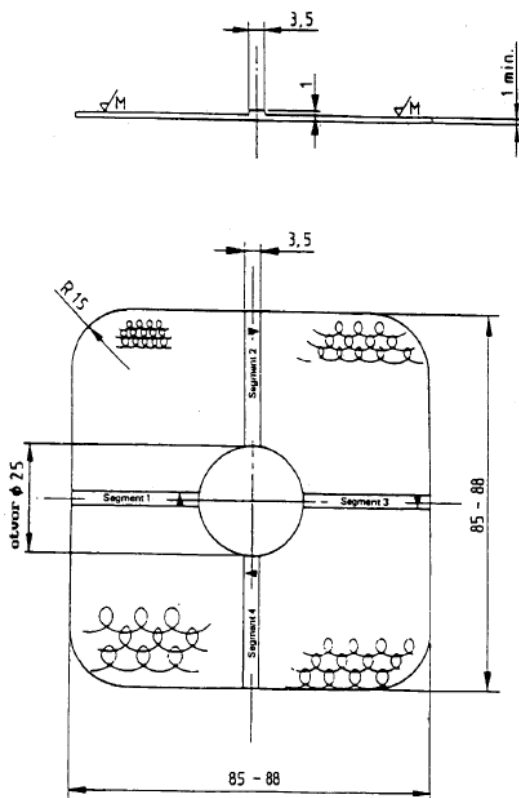
7.1.4 Měření povrchu profilu podle ISO komparátoru dle normy ČSN EN ISO 8503-1

Tato část ČSN EN ISO 8503 stanovuje požadavky na ISO komparátory povrchu profilu. Tyto ISO komparátory slouží pro hmatová a vizuální porovnání ocelových podkladů, které byly otryskány ostrohrannými nebo brokovými otryskávacími prostředky. Tyto komparátory nám na místě stanoví profil povrchu před nanesením nátěrové hmoty.[11]

V této části dám důraz na komparátory, které slouží k porovnávání profilů po otryskání kovovými nebo minerálními ostrohrannými otryskávacími prostředky (G komparátor).

ISO komparátory profilu povrchu dle ČSN EN ISO 8503-1

ISO komparátory jsou rovné desky s rozměry uvedenými na obrázku Obr.12. Jedná se tedy o desku, která se skládá ze čtyř segmentů a v každém segmentu je jiná drsnost profilu povrchu. Výšky drsnosti segmentů musí odpovídat hodnotám uvedeným v tabulce Tab.7. Vizuální hodnocení čistoty povrchu komparátoru nesmí být horší než stupeň Sa2^{1/2}(dle normy ISO 8501-1).[11]



Obr.12 ISO komparátor profilu povrchu[11]

Tab.7 Jmenovité hodnoty a tolerance hloubky drsnosti profilů povrchu segmentů komparátorů pro ocel otryskanou ostrohrannými prostředky[11]

Segment	Jmenovitá hodnota v μm	Tolerance v μm
1	25	3
2	60	10
3	100	15
4	150	20

Rozsahy hodnocení stupně drsnosti

Rozsahy hodnocení stupně drsnosti „jemný“, „střední“ a „hrubý“ musí odpovídat hodnotám v Tab.8.

Tab.8 Mezní hodnoty stupňů drsnosti komparátoru pro ocel otryskanou ostrohrannými médii[11]

jemný (G)	drsnosti shodné s povrchem segmentu 1 a hrubší, ale nedosahující drsnosti segmentu 2
střední (G)	drsnosti shodné s povrchem segmentu 2 a hrubší, ale nedosahující drsnosti segmentu 3
hrubý (G)	drsnosti shodné s povrchem segmentu 3 a hrubší, ale nedosahující drsnosti segmentu 4

7.1.4.1 Zhodnocení profilu povrchu podle ISO komparátoru dle normy ČSN EN ISO 8503-1

ESi – Zn nátěry vyžadují pro dosažení maximální adheze k podkladovému materiálu, určitou drsnost povrchu. Optimální drsnost povrchu by měla být střední (G), neboli drsnost odpovídající jmenovité hodnotě cca 60 μm , která je dosažena tryskáním ostrohranným tryskacím médiem. Jemná drsnost povrchu může zvýšit riziko ztráty adheze ESi – Zn nátěru k podkladovému materiálu, naopak hrubá drsnost povrchu způsobuje to, že pro „zakrytí“ všech výstupku drsnosti je nutná aplikace nátěru ve větších tloušťkách což negativně ovlivňuje ekonomiku protikorozní ochrany a také může negativně ovlivnit technologické vlastnosti nátěru – překročení max. kritické tloušťky nátěru a vznik vad typu „bahenní praskání“.

7.2 Aplikace a vytvrzování etylsilikátových nátěrových hmot s obsahem zinkového prachu

Pro aplikaci nátěrových hmot do vysokých teplot jsem zvolil nátěrovou hmotu od výrobce International. Nátěrová hmota Interzinc 22 je etylsilikátová nátěrová hmota pigmentovaná zinkovým prachem a všechna doporučení, které zde uvádím obecně platí pro všechny nátěrové hmoty toho druhu.

7.2.1 Nátěrová hmota Interzinc 22

Nátěrová hmota Interzinc 22 je dvousložková nátěrová hmota, kdy jednu složku tvoří rozpouštědlový anorganický etylsilikát a druhá složka je zastoupena vysokým obsahem zinkového prachu.

Doporučené použití:

Jedná se základní nátěr obohacený zinkem, vhodný k použití s širokou škálou vysokovýkonných systémů a krycích nátěrů při údržbě i nových montáží mostů, nádrží, potrubí, pobřežních staveb a konstrukčních ocelových staveb. U kvalitně připraveného podkladu poskytuje vynikající ochranu proti korozi do teplot 400 °C. Jedná se o rychle vytvrzující základní nátěr, který dovoluje nanášení při širokém rozsahu klimatických podmínek.

Tato nátěrová hmota není vhodná pro ochranu konstrukcí, které jsou v přímém kontaktu s kyselinami či zásadami a jsou trvale ponořené ve vodě[12]

Praktické informace pro Interzinc: [12]

Odstín:	Zelená šedá
Objem sušiny:	63%
Typická tloušťka nátěru:	50 – 75 µm suchého filmu 79 – 119 µm mokrého filmu
Aplikační metoda:	Bezvzduchové stříkání (AirLess) Konvenční stříkání

Regulační údaje: [12]

Bod vzplanutí:	19 °C
Hustota:	2,44 kg/l
Obsah těkavých složek:	216 g/kg

7.2.2 Zhotovení zinketylsilikátových nátěrů

Pro zhotovení nátěru jsou velice důležité parametry klimatických podmínek (Tab.9), mezi které patří vlhkost okolního prostředí (schopnost vytvrzení), teplota okolního prostředí, teplota povrchu podkladu a teplota nátěrové hmoty.

Tab.9 Podmínky pro aplikaci ESi – Zn nátěrových hmot

Teplota nátěrové hmoty	15 °C
Teplota prostředí	+5 až +35°C
Teplota podkladu	+5 až +35°C s odstupem min + 3° C nad rosným bodem
Relativní vlhkost	min. 60% max. 80%

Před aplikací ESi – Zn nátěrové hmoty je zapotřebí odstranit nečistoty a zbytky tryskacího média z podkladu ometením nebo ofoukáním stlačeným vzduchem.

Samotné nanášení ESi – Zn nátěrové hmoty se v technické praxi běžně využívá bezvzduchového stříkání. Touto technologií nanášení jsme schopni zajistit dostatečnou tloušťku nátěru na celé ploše s minimálními ztrátami nátěrové hmoty. Nanášení mokřých tloušťek (WFT) na povrch je dáno sušivým podílem v nátěru. Při objemu sušiny 63% v NH je vypočtena mokrá tloušťka 95 µm to znamená 60 µm suché tloušťky (DFT). U těchto speciálních nátěrových hmot do vysokých teplot je důležité respektovat jmenovité hodnoty suchých tloušťek (NDFT), která se pohybuje právě mezi 50 – 60 µm na jednu vrstvu. Na místech, kde není možno těchto tloušťek dosáhnout (špatně přístupná místa, hrany, otvory) je zapotřebí tyto místa lokalizovat a dodatečně nanést nátěrovou hmotu štětcem. Nanášení štětcem může negativně ovlivnit vlastnosti nátěru z důvodů nanesení většího nánosu nátěrové hmoty. Je důležité dodržet kritickou hodnotu suché tloušťky (max. DFT - 125 µm). Nedodržení kritické hodnoty může vyústit v tzv. bahenní praskání a loupání nátěru (Obr.13). To vede k prodloužení doby aplikace, zvyšuje náklady a snižuje produktivitu.



Obr.13 Bahenní praskání ESI – Zn nátěru [18]

7.2.3 Vytvrzení nátěru

Pro ESI – Zn nátěry všeobecně platí, že pro jejich vytvrzení je nutná vzdušná vlhkost. Při nízkých hodnotách vlhkosti (>55%) lze tvrdnutí nátěru podpořit parou, nebo rozstříkem vody na povrch nátěru. Minimální interval pro přetírání ESI – Zn nátěru je 16 hod. při 25°C a relativní vlhkosti vzduchu 65%. Při nižších hodnotách relativní vlhkosti se tento interval značně prodlužuje. Rychlost vytvrzování nátěru je závislá i na parametrech jako je tloušťka nátěru, počet vrstev, cirkulace vzduchu a teplota. V tabulce Tab.10 jsou vyobrazeny hodnoty času schnutí při daných teplotách a relativní vlhkosti. Zvýšená teplota na povrchu nátěru urychluje schnutí nátěru rychlejším vypařením rozpouštědel.

Doby schnutí pro ESI – Zn nátěrovou hmotu:

Tab. 10 Doba schnutí při dané teplotě a relativní vlhkosti 55% [12]

Teplota	[°C]	5	15	25	40
Suchý na dotyk	[min.]	30	20	10	5
Vytvrzený	[hod.]	3	1,5	1	0,5
Přetíratelný minimum	[hod.]	18	9	4,5	1,5
Přetíratelný maximum	[hod.]	-	-	-	-

Uvedené doby schnutí jsou pouze informativní. Skutečnou dobu stanovíme pouze na místě, kde se nátěr zhotovuje, jelikož závisí na okolních podmínkách a parametrech nátěrové hmoty.

Před aplikací krycího nátěru je zapotřebí, aby základní ESi – Zn nátěr byl plně vytvrzen. Toto platí pro případ, kdy ESi – Zn barva není používána pro vysoké teploty, ale pro „běžnou“ protikorozi ochranu ocelových konstrukcí. A tam platí přísné pravidlo, že před aplikací následné vrstvy musí být zinketylsilikát plně vytvrzen. Ke zjištění, zda je vytvrzen slouží tzv. MEK test (metyletylketon test) dle normy ASTM D4752-10.

7.2.4 Opravy nátěru

Aby nátěrový systém splňoval po provedené opravě požadavek na teplotní odolnost, je nutné pro opravu využít buď stejnou hmotu nebo je nutné hledat jiná řešení. V bakalářské práci se budu věnovat problematice opravy nátěru stejnou hmotou.

Zjistíme-li po aplikaci kontrolním měřením příliš nízkou tloušťku suchého nátěrového filmu je možné jej do určité doby přetřít totožným nátěrem do požadovaných tloušťek. Dlouholetou praxí bylo zjištěno, že opravu vad a povrchových poškození ESi – Zn nátěrových hmot lze provést stejnou hmotou maximálně však do cca 24 hod. po aplikaci aniž by se muselo provádět zdrsnění povrchu. Do cca 24 hod. není ještě nátěrový film dostatečně vytvrzený.

Po vytvrzení ESi – Zn nátěru je nutno provádět opravu vad a necelistvostí mechanickými úpravami povrchu až na základní substrát z důvodu potřebné drsnosti povrchu. Nátěr vyžaduje pro zajištění maximální přilnavosti drsnost povrchu, což samotný nátěr nemá a ani ručním, nebo mechanizovaným čištěním nelze požadované drsnosti dosáhnout.

Při lokalizaci vadného nebo poškozeného nátěru až na základní substrát je nutno místo vady otryskat na stupeň přípravy dle specifikací s hladkým a pozvolným přechodem do bezvadného nátěru. To může mít řadu nevýhod – poškození okolního nátěru a problémy s následnou aplikací nátěru na již natřený povrch (nedostatečná drsnost povrchu).

7.2.5 Hodnocení nátěru

Hodnocení nátěru je prováděno vizuální kontrolou po celém povrchu. Konečný nátěr musí být celistvý, čistý, hladký, bez nepřístupných vad a ve stanovené tloušťce. Rozdílné technologie nanášení, nebo opravy vadných ploch mohou způsobit rozdíly vzhledu jednotlivých natřených ploch – nejsou vadami nátěru. Nepřípustnými vadami nátěru jsou póry, puchýře, trhlinky, stečeniny, vrásnění, praskliny, výrazně drsný povrch (suchý střík), zatřené

nečistoty a nedostatečná tloušťka suchého nátěrového filmu (nebo překročení kritické hodnoty DFT).

7.3 Kontrolní operace

V technické praxi jsou kontrolní operace často brány jako nedílná součást technologického postupu a jsou samotnými zákazníky vyžadovány. Výsledky kontrolních operací jsou zákazníkům předloženy ve formě protokolů. Povrch je hodnocen podle požadavků zákazníka dle platných norem, nebo příslušných předpisů. Hodnotí se povrch před aplikací nátěrové hmoty, měří se tloušťka mokrého a suchého nátěrového filmu a konečné je hodnocení celistvosti a stálosti barevného odstínu.

Návrh kontrolních operací

- Kontrola klimatických podmínek
- vizuální kontrola čistoty povrchu (dle ČSN EN ISO 8501-1) – kapitola 6.1.2
- stanovení prachu na povrchu připraveném pro natírání (dle ČSN EN ISO 8502-3) Metoda snímání samolepicí páskou – kapitola 6.1.3
- vizuálně a hmatem porovnání dosažené drsnosti s (G) ISO komparátorem (dle ČSN EN ISO 8503-2) – kapitola 6.1.4
- kontrola tloušťky mokrého nátěrového filmu hřebenovými měrkami – kapitola 6.3.1
- hodnocení přilnavosti nátěrů jen v případě podezření i přání zákazníka dle ČSN EN ISO 16276-1 – odtrhová zkouška nebo ČSN EN ISO 16276-2 – mřížková zkouška a křížový řez. Zkoušku je nutné provádět pouze na řádně vytvrzeném nátěru (min. 21 dní).
- vizuální hodnocení celistvosti, barevné jednotnosti a vzhledu nátěrů provedena na 100% plochy.
- měření tloušťky suchého nátěrového filmu.

7.3.1 Kontrola klimatických podmínek

Kontrola klimatických podmínek se provádí před zahájením předúpravy tryskáním a dále pak před aplikací každé z vrstev nátěrového systému. Jednotlivé parametry se pravidelně monitorují a zaznamenávají do natěračského deníku. Správné vyhodnocení parametrů klimatických podmínek má zásadní vliv na následnou jakost nátěrového systému. V případě, že klimatické podmínky nejsou v souladu s ustanoveními pro předúpravu povrchů a následnou aplikaci nátěru není možno přistoupit k provádění operací.

7.3.2 Kontrolní měření mokré tloušťky (WFT) pomocí hřebenové měrky dle normy ČSN EN ISO 2808

Bezprostředně po aplikaci ESi – Zn nátěrové hmoty je nezbytná kontrola mokrých tloušťek nátěru. Aby tato nátěrová hmota byla schopná plnit ochranou funkci proti vysokým teplotám, je důležité dodržet maximální hodnoty mokré tloušťky (max. WFT - 100 μm). Tato tloušťka mokrého nátěru je dána obsahem sušiny obsažené v ESi – Zn nátěrové hmotě. Kontrolu tloušťky mokrého nátěrového filmu měříme hřebenovými měrkami.

Princip měření mokrých tloušťek pomocí hřebenu

Bezprostředně po aplikaci nátěrové hmoty se hřeben pevně přitiskne kolmo k podkladu, poté se oddálí a určí se nejkratší zub, který je potřísněn nátěrovou hmotou. Tloušťce mokrého nátěru odpovídá průměrná hodnota mezi posledním nepotřísněným a prvním potřísněným zubem. Pro získání reprezentativní hodnoty se provede více měření. [14]



Obr. 14 Měřící hřeben pro rozsah měření 25 – 2000 μm

7.3.3 Kontrolní měření suché tloušťky (DFT) dle normy ČSN EN ISO 2808

Tento způsob měření popisuje stanovení tloušťky suché vrstvy na natřeném předmětu. Pro měření se vyberou místa, kde se nevyskytují nepravidelnosti povrchu. Pro velké plochy se volí místa tak, aby byla naměřená tloušťka reprezentativní. Každé měřené místo se označí kolečkem o průměru 10 mm a vedle se napíše pořadové číslo měření. [14]

V dnešní době se pro měření tenkých suchých tloušťek využívá nedestruktivních metod měření. Existují přístroje, které jsou schopny měřit s vysokou přesností suché tloušťky nátěru. Fungují nejčastěji na principu magnetické indukce, nebo vířivých proudů.



Obr.15 Měřicí přístroj Elcometer pro měření suchých tloušťek nedestruktivní metodou[19]

Návrh měření suché tloušťky ESi – Zn nátěru

Měření suchých tloušťek se provádí na reprezentativních plochách výrobku v počtu min. 20 individuálních náměrů na 50 m². Není akceptovatelná individuální tloušťka suchého filmu nižší než 80 % nominál. suché tloušťky (NDFT). Ostatní jednotlivé hodnoty jsou akceptovatelné, jestliže je celkový průměr všech změřených hodnot rovný nebo vyšší, než je NDFT. Pokud jednotlivé měření vykáže odchylku, provede se měření místní, které se stanoví ze 3 měření na ploše 1 cm². Max. DFT nesmí být větší než dvounásobek nominální tloušťky, vyjma členitých ploch, kde je přípustný max. trojnásobek NDFT.

8. Ekonomické zhodnocení

Do ekonomického zhodnocení zahrnuji kalkulaci ESi – Zn nátěrové hmoty včetně cen tryskaní a práce pro natření 1 m² plochy. Ceny jsou zahrnuty bez DPH.

8.1 Výpočet praktické spotřeby nátěrové hmoty

Vzorec pro výpočet teoretické spotřeby nátěrových hmot (dále jen NH)

- tento parametr bývá naměřen výrobcem v laboratorních podmínkách

$$S_{P\ teor} = \frac{DFT}{10 \cdot \% \text{ obj}} \left[\frac{l}{m^2} \right]$$

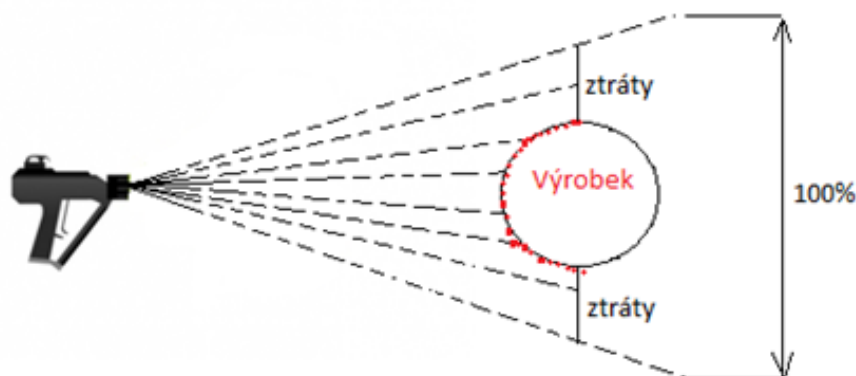
Vzorec pro výpočet praktické spotřeby NH

- do praktické spotřeby musí být zahrnuty ztráty prostřikem f_{ZT}

$$S_{P\ prak} = f_{ZT} \cdot S_{P\ teor} \left[\frac{l}{m^2} \right]$$

Vzorec pro výpočet ztrát prostřikem

- ztráty prostřikem se volí individuálně na velikost plochy. U velkých ploch se ztráty prostřikem volí do 40%, u malých ploch (zábradlí, trubky v malých průměrech) se volí od 60 až 70%.



Obr.16 Praktická spotřeba $S_{p\ prak}$ včetně ztrát prostřikem f_{ZT}

$$f_{zT} = \frac{100\%}{100\% - \% \text{ ztrát}}$$

f_{zT} = 1,25 ztráty prostřikem 20%

f_{zT} = 1,43 ztráty prostřikem 30%

f_{zT} = 1,67 ztráty prostřikem 40%

f_{zT} = 2,00 ztráty prostřikem 50%

f_{zT} = 2,50 ztráty prostřikem 60%

f_{zT} = 3,33 ztráty prostřikem 70%

Vzorec pro výpočet spotřeby NH

$$\text{Spotřeba NH} = S_{P_{\text{prak}}} \cdot \text{plocha [l]}$$

Tab.11 Hodnoty potřebné k výpočtu kalkulace

Objemový obsah sušiny [%]	63
Uvažované ztráty - prostřik [%]	40
Plocha k nátěru [m ²]	1000
DFT tloušťka suché vrstvy [μm]	60

Teoretická spotřeba NH

$$S_{P_{\text{teor}}} = \frac{DFT}{10 \cdot \% \text{ obj}} = \frac{60}{10 \cdot 63} = 0,10 \text{ l/m}^2$$

Výpočet praktické spotřeby NH

Ztráty prostřikem $f_{zT} = 40 \%$

$$S_{P_{\text{prak}}} = f_{zT} \cdot S_{P_{\text{teor}}} = 1,67 \cdot 0,10 = 0,159 \text{ l/m}^2$$

Výpočet spotřeby NH

$$\text{Spotřeba NH} = S_{P_{\text{prak}}} \cdot \text{plocha} = 0,159 \cdot 1000 = 159 \text{ l}$$

8.2 Výpočet spotřeby rozpouštědel pro ředění NH

$$\text{spotřeba rozp.} = \frac{\text{Spotřeba NH} \cdot \% \text{ řed.}}{100} = \frac{159 \cdot 5}{100} = 7,95 \rightarrow 8 \text{ l}$$

Výpočet kalkulace NH včetně ředidla na 1m² v Kč

$$\text{cena NH} + \text{rozp.} = \frac{79365 + 793,65}{1000} = 80,16 \text{ Kč}$$

Nátěrová hmota	základní NH
Typ nátěrové hmoty	2K ESi-Zn
Název	Interzinc 22
Stupeň přípravy povrchu	Sa 2½
Způsob aplikace	Airless, štětec
Objemový obsah sušiny – [%]	63
DFT tloušťka suché vrstvy – [μm]	60
SG měrná hmotnost – [kg/ l]	2,44
Teoretická vydatnost – [l/m²]	0,10
Uvažované ztráty - prostřík [%]	40
Praktická vydatnost – [l/ m²]	0,16
Plocha k nátěru – [m ²]	1000
Vypočtené NH hmoty – [l]	159
Ředidlo	GTA 803
Přidaná ředidla [%]	5
Vypočtené množs. ředidla – [l]	8
Cena za 1 litr NH v Kč	500
Cena za 1 l ředidla v Kč	100
Cena NH celkem v Kč	79365,08
Cena ředidla celkem v Kč	793,65
Cena NH + řed. na 1 m² v Kč	80,16
Celkem NDFT – [μm]	60
Cena celkem za 1 m² (Kč/m²)	80,16
Cena celkem (Kč)	80158,73

8.3 Výsledná kalkulace korozní ochrany

Do této kalkulace zahrnuji cenu NH Interzinc 22, cenu předběžných úprav, náklady za aplikaci a manipulaci.

- příprava povrchu tryskáním: cca 160,- Kč/m²
- náklady za aplikaci vrstvy nátěru - práce: cca 50,- Kč/m²/vrstvu
- náklady za manipulaci: cca 5,- Kč/m²

<u>kalkulace za:</u>	<u>cena za m² [Kč]</u>
tryskání	160
aplikaci (práce)	50
manipulaci	5
NH + řed.	80,16
<u>cena za m² [Kč]</u>	<u>295,16</u>

Kalkulací jsem zjistil, že náklady za 1 m² NH včetně předúprav, aplikaci NH a manipulaci je 295,16 Kč bez DPH.

9. Závěr

Bakalářská práce je zaměřená na studium správného zhotovení silikátové nátěrové hmoty pigmentovanou zinkovým prachem, která je vhodná pro použití do teplot 400°C. V úvodní části popisují předběžné úpravy povrchu, složení, vlastnosti a nanášení nátěrových hmot. Dále se zabývám nátěrovými systémy, které jsou vhodné pro kontakt s vysokou teplotou a mezi které jsem zařadil silikonové a zinksilikátové nátěrové hmoty.

V experimentální části se zajímám o vhodné postupy a doporučení pro zhotovení zinksilikátového nátěru. Jedná se o vlastní návrhy a doporučení.

Úvod experimentální části obsahuje hodnocení povrchu ocelových konstrukcí dle norem ČSN EN ISO 8501-1 a 8501-3. Norma ČSN EN ISO 8501-1 hodnotí čistotu povrchu po tryskání a stupeň přípravy svarů, hran a ostatních ploch, ve kterých byla navržena ideální čistota povrchu po tryskání Sa2^{1/2} (velmi důkladné tryskání). Norma ČSN EN ISO 8501-3 popisuje stupeň přípravy svarů a hran, který má dosahovat stupně P3 (velmi důkladná příprava). Navíc jsem navrhnul stupeň prachových částí č. 2/2 dle normy ČSN EN ISO 8502-3. Drsnost povrchu byla navržena podle ISO komparátoru dle normy ČSN EN ISO 8503-1. Optimální drsnost povrchu by měla být střední (G), neboli drsnost odpovídající jmenovité hodnotě cca 60 μm, která je dosažena tryskáním ostrohranným tryskacím médiem.

Zinksilikátový nátěr je aplikován bezvzduchových stříkáním (AirLess), nebo štětcem o tloušťkách mokrého filmu (WFT) 95 μm. Při 63% podílu sušiny v NH tzn. 60 μm suché tloušťky. K vytvrzení zinksilikátového nátěru je zapotřebí vzdušná vlhkost v rozmezí 60 až 80%. Při nižších hodnotách vlhkosti se doba vytvrzování značně prodlužuje.

Dále jsem se věnoval opravám zinksilikátového nátěru. Zde uvádím možnosti opravy nátěru stejnou hmotou. Opravy vady nátěru lze provádět do 24hod. po aplikaci nátěrové hmoty, kdy není nátěrový film ještě vytvrzelý. Po vytvrzení je zapotřebí hledat jiná řešení oprav vad jako např. znovu otryskat na základní substrát. Ověření a navržení vhodného technologického postupu opravy je cílem dalšího experimentálního výzkumu v rámci diplomové práce.

Do bakalářské práce jsem ještě uvedl kontrolní operace, které nám hodnotí celistvost a kvalitu provedení zinksilikátového nátěru. Jsou zde popsány principy měření mokrých

i suchých tloušťek.

Na závěr jsem vypočítal kalkulaci zvolené nátěrové hmoty od výrobce International Interzinc 22, kde konečná hodnota nátěrové hmoty vychází na 80,16 Kč/m². K této kalkulaci jsem připočetl hodnotu tryskání, práci a manipulaci. Výsledná hodnota kalkulace tedy vyšla na 295,16 Kč bez DPH za 1 m².

Tato doporučení lze v technické praxi použít i pro silikátové nátěry bez pigmentace, které sice neodolávají vysokým teplotám, ale jsou vhodná jako základní nátěry, nebo konečné nátěry odolávající atmosférickým vlivům.

Literatura

- [1] MOHYLA, M. *Technologie povrchových úprav kovů*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] KRAUS, V. *Povrchy a jejich úpravy* [online].[cit.2014-1-16].
URL :< <http://tzs.kmm.zcu.cz/POUcelk.pdf>>
- [3] PODJUKLOVÁ, J. *Speciální technologie povrchových úprav I*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1997. 71 s. ISBN 80-7078-235-8.
- [4] KUBÁTOVÁ, H. a kol. *Nátěry kovů*. Praha: Gradapublishing, spol. s r.o., 2000. 101 s. ISBN 80-247-9035-1.
- [6] VESELÝ, P. a JAREŠOVÁ, M. *Silikony v průmyslu nátěrových hmot*. [online].[cit.2014-2-20]. URL:< <http://www.lucebni.cz/data/File/odborne-clanky/KNH%202011.pdf>>
- [7] Tlakinfo [online].[cit.2014 -3-6].
URL:<<http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=2&i=1933>>
- [8] Chedo [online].[cit.2014 -3-15].
URL:<<http://www.chedo.cz/kat/Nove--typy--ekologicky--setrnejsich--antikorozi--naterovych--hmot-437/>>
- [9] ČSN EN ISO 8501-3. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 3: Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami*. Praha : Český normalizační institut, únor 2008. 11 s.
- [10] ČSN EN ISO 8501-1. *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*. Praha : Český normalizační institut, červen 1998.

[11] ČSN EN ISO 8503-1. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Charakteristiky drsnosti povrchu otryskaných ocelových podkladů – Část 1: Specifikace a definice pro hodnocení otryskaných povrchů s pomocí ISO komparátorů profilu povrchu*. Praha : Český normalizační institut, prosinec 1995.

[12] International Interzinc 22 [online]. [cit.2014 – 4 -13].

URL:< http://www.perge.cz/data/blob/xprodukty-application_pdf-20110317083855-9662-interzinc-22-qha285-czech.pdf>

[13] ČSN EN ISO 8502-3. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu připraveném pro natírání (metoda snímání samolepicí páskou)*. Praha : Český normalizační institut, červenec 1996. 12s.

[14] ČSN EN ISO 2808. *Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru*. Praha : Český normalizační institut, květen 2000. 28s.

[15] Mmspektrum [online]. [cit.2014 – 4 -20].

URL:<<http://www.mmspektrum.com/clanek/udrzitelny-rozvoj-technologie-povrchovych-uprav.html>>

Obrázky

[16] Spolmont [online]. [cit.2014–2-12].

URL:<http://www.spolmont.cz/technologie/technologie-tryskani_cz.html>

[17] Retrain [online]. [cit.2014 – 3 -1].

URL:<<http://www.retrain.com/adams-rental/airless.php>>

[18] Allforpower [online]. [cit.2014–4-19].

URL:<<http://www.allforpower.cz/clanek/zinksilikatova-inovace-galvosile-fibre-15750/>>

[19] Tloustkomer [online]. [cit.2014–5-6].

URL:<http://www.tloustkomer.cz/tloustkomer-povlakomer/elcometer_456_digitalni_tloustkomer_novy>

Seznam příloh

Příloha A Technické listy nátěrové hmoty International Interzinc 22