

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

**Povlaky pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozní ochranu
výrobků hutní produkce**

Coatings for Short-Term and Long-Term Anticorrosive Protection
of Produce Metallurgical Performance

Student:

Michal Lukeš

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Ostrava 2014



VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Lukeš**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Povlaky pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozní ochranu výrobků
hutní produkce
Coatings for Short-Term and Long-Term Anticorrosive Protection of
Produce Metallurgical Performance

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte vlastnosti organických povlaků.
2. Proveďte rozbor současného stavu použití organických povlaků pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozní ochranu hutních výrobků.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
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.

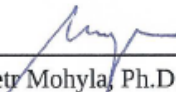
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


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: 19.5. 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 uložen u 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 užití 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 : 19.5. 2014

.....
podpis

Michal Lukeš

Větrná 188

Česká Ves



ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LUKEŠ, M. *Povlaky pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozní ochranu výrobků hutní produkce*: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 61 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Bakalářská práce se zabývá povlaky pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozní ochranu výrobků hutní produkce. V teoretické části se věnuje studii organických povlaků, hlavně jejich složením, nanášením a zkoušením. Krátce pak korozi. V experimentální části testují přilnavost tří běžně dostupných antikoročních organických nátěrů na dvou různých kovových podkladech. První nátěr byl Alkyton na rezavý kov. Druhý nátěrový systém byl Alpina Direkt auf Rost. Posledním nátěrem byl Hamerite Přimo na rez. Součástí práce je návrh metodiky experimentálních prací, jejich provedení a technicko-ekonomické zhodnocení se závěrem.

BACHELOR THESIS ANNOTATION

LUKEŠ, M. *Coatings for Short-Term and Long-Term Anticorrosive Protection of Produce Metallurgical Performance: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 61 pages. Thesis head: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

The bachelor thesis deals with coatings for short-term and long-term corrosion protection of steel products production. The theoretical part is devoted to the study of organic coatings, especially their composition, coating and testing. Shortly then corrosion. In the experimental part of the test the adhesion of three commercially available anti-corrosion of organic coatings on two different metal substrates. The first coat was Alkyton on rusty metal. The second coating system was Alpina Direkt auf Rost. The final coat was Hamerite directly to rust. Part of this work is the design methodology of experimental work, design and techno-economic evaluation of the slide

**Seznam použitých značek a symbolů**

Značka	Popis
Ba	baryum
Ca	vápník
Cu	měď
Sr	stroncium
Zn	zinek
ČSN	česká státní norma
EN	evropská norma
ISO	mezinárodní norma
Ra	průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu
Ry	maximální nerovnost profilu
Rz	největší výška profilu
Rq	průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu
Rp	největší výška výstupku profilu
Rv	největší hloubka prohlubně profilu
Rsk	šikmost posuzovaného profilu
Rku	špičatost posuzovaného profilu
λ_C	filtr definující rozhraní mezi složkami drsnosti a vlnitosti
l	délka měřeného úseku
MPa	megapascal
s	sekunda



Obsah

Úvod	10
1 Koroze kovů	11
1.1 Rozdělení koroze	11
1.2 Korozní prostředí a jejich agresivita	12
1.3 Ochrana materiálu proti korozi	13
1.4 Korozní zkoušky	13
2 Povrchové úpravy kovů	14
2.1 Rozdělení povrchových úprav	14
2.2 Čištění a předběžné úpravy před zhotovením nátěru	15
3 Organické povlaky.....	17
3.1 Nátěrové hmoty a nátěry	17
3.1.1 Dělení nátěrových hmot	17
3.1.2 Složení nátěrových hmot.....	18
3.1.2.1 Filmotvorné složky (pojiva).....	18
3.1.2.2 Těkavé složky (rozpouštědla, ředidla)	19
3.1.2.3 Pigmenty	20
3.1.2.4 Plnidla	23
3.1.2.5 Aditiva.....	23
3.1.3 Značení nátěrových hmot	24
3.1.3.1 Podle pojivové surovinové báze:.....	24
3.1.3.2 Podle druhu nátěrové hmoty	24
3.1.3.3 Podle barvy.....	24
3.1.4 Nanášení nátěrových hmot	25
3.1.4.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem.....	25
3.1.4.2 Nanášení nátěrových hmot navalováním	26
3.1.4.3 Nanášení nátěrových ploch namáčením	26
3.1.4.4 Nanášení nátěrových hmot poléváním	27



3.1.4.5	Nanášení nátěrových hmot pneumatickým stříkáním	27
3.1.4.6	Stříkání ohřátých nátěrových hmot	27
3.1.4.7	Nanášení nátěrových hmot vysokotlakým stříkáním	28
3.1.4.8	Nanášení nátěrových hmot pomocí elektrických sil.....	28
3.2	<i>Povlaky z plastických hmot</i>	28
3.2.1	Způsoby nanášení plastických hmot:	29
3.3	<i>Zkoušení vlastností nátěrových hmot a nátěrů</i>	29
4	Metodika experimentálních prací	31
4.1	<i>Měření drsnosti povrchu (ČSN EN ISO 4287)</i>	31
4.2	<i>Stanovení tloušťky mokrého filmu (ČSN EN ISO 2808)</i>	32
4.3	<i>Stanovení tloušťky suchého filmu (ČSN EN ISO 2808)</i>	32
4.4	<i>Hodnocení odolnosti nátěrových hmot</i>	33
4.4.1	Mřížková zkouška (ČSN EN ISO 16276-2).....	33
4.4.2	Zkouška přilnavosti křížového řezu (ČSN ISO 16276-2).....	35
4.4.3	Odtrhová zkouška přilnavosti (ČSN EN ISO 16276-1).....	36
5	Provedení a vyhodnocení experimentálních prací	37
5.1	<i>Volba zkušebních vzorků a nátěrů</i>	37
5.1.1	Zkušební vzorky	37
5.1.2	Nátěry.....	38
5.2	<i>Stanovení drsnosti povrchu podkladového materiálu (ČSN EN ISO 4287)</i>	38
5.3	<i>Aplikace nátěrů na vzorky</i>	39
5.4	<i>Stanovení tloušťky mokrého filmu pomocí měřicího hřebene (ČSN EN ISO 2808)</i>	40
5.5	<i>Stanovení tloušťky suché vrstvy nátěrů (ČSN EN ISO 2808)</i>	41
5.6	<i>Hodnocení odolnosti nátěrových hmot</i>	43
5.6.1	Mřížková zkouška (ČSN ISO EN 16276-2)	43
5.6.2	Zkouška křížového řezu (ČSN ISO EN 16276-2).....	46
5.6.3	Odtrhová zkouška přilnavosti (ČSN EN ISO 16276-1).....	48
6	Technicko-ekonomické zhodnocení	52



6.1	<i>Vyhodnocení tloušťky suché a mokré vrstvy nátěrů (ČSN EN ISO 2808)</i>	52
6.2	<i>Vyhodnocení mřížkové zkoušky (ČSN EN ISO 16276-2)</i>	53
6.3	<i>Vyhodnocení zkoušky křížového řezu (ČSN EN ISO 16276-2)</i>	54
6.4	<i>Vyhodnocení odtrhové zkoušky (ČSN EN ISO 16276-1)</i>	55
6.5	<i>Ekonomické zhodnocení</i>	56
7	Závěr	58
8	Literatura	59
	Seznam příloh	61



Úvod

Tak jako lidské tělo, chráníme vůči atmosféře, nepřízní počasí či slunečnímu svitu i kovové materiály. Tyto materiály jsou hojně využívány již po staletí. Na každém takovém materiálu se podepisuje čas strávený po boku atmosféry a jejich podmínek. Podpis zvaný koroze se projevuje zejména na kovech jako je ocel, zinek, měď či hliník. Koroze způsobuje změnu vzhledu, změnu funkce nebo i úplné rozrušení materiálu. Následky koroze se snažíme ideálně odstranit, případně zpomalit, aby se zvýšila životnost výrobků. Tím dosáhneme pomocí ochrany materiálu proti korozi, jako je úprava korozního prostředí, volba konstrukčního materiálu, elektrochemická ochrana, nebo tvorbou ochranných povlaků.

V této bakalářské práci se zabývám tvorbou ochranných organických povlaků pro krátkodobou a dlouhodobou korozní ochranu. Organické povlaky patří mezi nejběžnější a ekonomicky vhodné ochrany proti korozi. Takovou ochranou je opatřeno kolem 90% strojírenských výrobků. Povrch materiálu opatřeným organickými povlaky je chráněn různými mechanismy, mezi ně patří inhibiční, bariérový, adhezivní a elektrochemický způsob ochrany. [2]

Nic netrvá věčně a tak i ochranné povlaky stárnou. Pomalejší degradaci docílíme správným postupem při zhotovení ochranných povlaků. Důležitá je již předúprava podkladového materiálu a vytvoření dobrých podmínek pro zakotvení povlaku. Volba vhodného organického povlaku pro účel potřeby podle kritérií, jako například cena, doba trvání ochrany, korozní prostředí nebo také estetická stránka. Podle doby, po kterou dokáže protikorozní ochrana chránit výrobek proti korozi, existuje krátkodobá a dlouhodobá ochrana. Účel krátkodobé ochrany je převážně ve skladování a přepravě výrobků, kde následuje další zpracování. Proto je vhodné snadné odstranění těchto povlaků před dalším nanášením již dlouhodobých ochranných povlaků.

Bakalářskou práci mohu rozdělit na dvě hlavní části. V první se věnuji literární studii, kde na úvod popíšu problém, kterým je koroze, dále se pak zabývám ochranou proti korozi organickými povlaky. V druhé části se věnuji experimentu, ve kterém zkouším přilnavost tří běžně dostupných nátěrů.



1 Koroze kovů

Znehodnocování materiálů, způsobené chemickým nebo fyzikálním působení prostředí, nazýváme koroze. Výsledkem fyzikálně chemických dějů je částečné nebo úplné rozrušení materiálu. V přírodních podmínkách pro vznik koroze a její průběh, je nutná přítomnost vody a kyslíku. Při 70 - 80% relativní vlhkosti vzduchu se tvoří malá vrstva vody na povrchu kovu a může docházet ke korozi. Záleží také na znečištění ovzduší agresivními látkami (např. oxid siřičitý, chlorid sodný aj.) a teplotě. Nejedná se ovšem jen o kovy, korozi podléhají i jejich slitiny, nebo také plastické hmoty, keramické, sklovité, silikátové i jiné materiály. [1;2]

1.1 Rozdělení koroze

- podle mechanismu:
 - koroze chemická
 - koroze elektrochemická
- podle vzhledu:
 - koroze rovnoměrná
 - koroze nerovnoměrná
- podle rozhodujícího korozního činitele:
 - koroze při napětí
 - koroze za únavy materiálu
- podle prostředí:
 - koroze v atmosféře
 - koroze ve vodě
 - koroze v plynech
 - koroze v půdě [1]

Chemická koroze

Chemické působení vnějšího prostředí (plyny, vzduch, neelektrolyty jako nafta, benzen) rozrušuje kovové materiály. Oxidace je typickým příkladem chemické koroze, při níž se na povrchu kovů objeví vrstva oxidů. Reakce může vést až k úplnému rozrušení materiálu, je-li vytvořená vrstva oxidu pórovitá či z povrchu lehce odpadá. Jedná-li se o vrstvu nepropustnou, chemická reakce se může zastavit nebo zpomalit. [1]



Elektrochemická koroze

Mechanismus elektrochemické koroze je odlišný od chemické koroze. Dostane-li se materiál do styku s elektricky vodivým prostředím dochází ke korozi. Korozní změny jsou spojené s přenosem elektrického náboje. Prostředím jsou roztoky kyselin, zásad a solí rozpuštěných ve vodě. Je charakterizována vznikem galvanického článku v elektrolitu. [1]

1.2 Korozní prostředí a jejich agresivita

Významným parametrem pro volbu vhodného povlakového systému protikorozní ochrany je korozní namáhání. Toto namáhání odpovídá určité korozní agresivitě v prostředí.

- Atmosférická koroze

Vzniká za přítomnosti vlhkosti na povrchu kovu. Rychlost koroze stoupa zvýšením relativní vlhkosti, přítomnosti kondenzace a stoupajícím znečištěním atmosféry. Významná koroze se objevuje při vzrůstu relativní vlhkosti nad 80% a teploty nad 0°C, při přítomnosti soli i při nižší vlhkosti. [4]

- Koroze ve vodě

V tomto prostředí může být rychlost koroze vysoká. Velmi záleží o jaký typ vody se jedná a zda-li je konstrukce ve vodě ponořená, nebo se jedná o střídavý ponor a nebo postřík. [4]

- Koroze v půdě

Provzdušnění půdy silně ovlivňuje korozní agresivitu. Také závisí na obsahu minerálních látek, na přítomnosti organických látek, vody a úrovni hladiny podzemní vody. [4]

Stupně korozní agresivity atmosféry

- C1 velmi nízká- vytápěné budovy s čistou atmosférou
- C2 nízká- venkovské prostředí, nevytápěné budovy
- C3 střední- města, průmyslové atmosféry, výrobní prostory s vysokou vlhkostí
- C4 vysoká- průmyslové prostředí, chemické závody, bazény, loděnice
- C5-I velmi vysoká (průmyslová)- průmyslové prostředí, vysoká vlhkost a agresivita atmosféry, budovy s vysokým znečištěním ovzduší
- C5-M velmi vysoká (přímořská)- přímořské prostředí s vysokou sanilitou, budovy s trvalou kondenzací a znečištěním ovzduší[4]



Stupně korozní agresivity vody a půdy

- Im1 sladká voda- vodní stavby, vodní elektrárny
- Im2 mořská nebo poloslaná voda- stavidla, výpusti, plavební komory, plovoucí plošiny
- Im3 půda- v zemi uložené nádrže, ocelové potrubí, ocelové piloty[4]

Koroze probíhá nejrychleji na počátku, později poskytuje rez kovu určitou ochranu a proces se zpomaluje.

Tabulka 1 - Rychlost koroze materiálu za 1 rok [2]

Stupeň korozní agresivity	Rychlost koroze, úbytky tloušťky (μm/rok)			
	Ocel	zinek	měď	hliník
C1	≤1,3	≤0,1	≤0,1	-
C2	1,3 - 25	0,1 - 0,7	0,1 - 0,6	-
C3	25 - 50	0,7 - 2,1	0,6 - 1,3	-
C4	50 - 80	2,1 - 4,2	1,3 - 2,8	-
C5-I/M	80 - 200	4,2 - 8,4	2,8 - 5,6	-

1.3 Ochrana materiálu proti korozi

Účel ochrany je zvýšit životnost výrobků zabráněním, případně zpomalením rozrušování materiálu vlivem koroze. Povrchová úprava změní vlastnosti základního kovu. Následovně rozdělujeme ochranu kovu dle charakteru:

- úprava korozního prostředí odstraněním nebo snížením obsahu složky způsobující korozi
- elektrochemická ochrana kovového povrchu
- Volba vhodného konstrukčního materiálu
- tvorba chemických kovových nebo nekovových ochranných povlaků [1]

1.4 Korozní zkoušky

Korozní zkoušky jsou experimentální činnost vedoucí k získávání informací o korozi. Mnoho korozních zkoušek je normováno.

Druhy korozních zkoušek:

- laboratorní



- napodobující
- urychlené
- nepřímé
- cyklické
- provozní (terenní)
 - v atmosféře
 - v přírodních vodách
 - v půdách [3]

2 Povrchové úpravy kovů

Zlepšení vlastností povrchu dosáhneme řadou povrchových úprav. Převážně se jedná o zvýšení korozní odolnosti, zlepšení funkčních vlastností (tření, opotřebení, elektrické vlastnosti) nebo změnu vzhledu výrobku.

Dosáhneme jimi:

- změnou mikrogeometrie povrchu
- umělým vytvořením povrchových vrstev různých vlastností a složení [1]

2.1 Rozdělení povrchových úprav

Podle účelu:

- čištění a předběžné úpravy
- zvyšující odolnost proti korozi
- zajišťující požadovaný vzhled výrobku
- dosažení specifických vlastností povrchu [1]

Podle charakteru povrchové vrstvy:

1) anorganické:

- kovově vytvořené:
 - chemickým a bezproudovým pokovováním
 - elektrolytickým vylučováním
 - pokovováním v roztavených kovech
 - difuzním pokovováním
 - pokovování ve vakuu
 - žárovým stříkáním
 - plátováním



- kovokeramické a keramicky vytvořené:
 - oxidací v roztoku
 - oxidací za vysokých teplot
 - chromátováním
 - fosfátováním
 - sulfonizací
 - nitridací
 - žárovým stříkáním
 - keramickým smaltováním [1]

2) organické

- povlaky nátěrových hmot
- povlaky z plastických hmot vytvořené:
 - žárovým stříkáním
 - vířivým nanášením
 - plátováním, nalepováním folie
 - nanášením plastisolu
- povlaky pro dočasnou ochranu:
 - konzervační prostředky na bázi ropy
 - snímací látky
 - inhibitory koroze
 - přirozené a umělé vosky [1;3]

2.2 Čištění a předběžné úpravy před zhotovením nátěru

Stav povrchu upravovaného materiálu významně ovlivňuje životnost úpravy a přilnavost nátěru. Zpracovávaný povrch může být znečištěn jednak látkami vázanými chemicky (okuje, rez, oxidy apod.), ale také mechanicky (mastnoty, prach, staré nátěry a pod.). Před zhotovením nátěru musí být tyto látky vhodným způsobem odstraněny. Špatná, nebo nevhodná příprava povrchu před zhotovením nátěru vede k selhání nátěrového systému. Těmito úpravami se navíc získá vhodná mikrogeometrie a mikrostruktura povrchu. [1]



a) Mechanické úpravy povrchu

- Otryskávání
- Omílání
- Broušení
- Leštění
- Kartáčování [1]

b) Chemické úpravy povrchu

- Odmašťování
- Moření [1]



3 Organické povlaky

Organické povlaky jsou jedním ze způsobu jak zabránit nebo dočasně zamezit korozi kovových konstrukcí a zároveň nejběžnější a ekonomicky nejvýhodnější způsob ochrany před korozi. Chrání povrch zamezením přístupu vody a agresivních složek. Některé také obsahují antikorozi pigmenty a inhibitory koroze, které zneškodňují agresivní složky difundující nátěrem. Antikorozi pigmenty nejsou obsaženy v povlacích z plastických hmot. Mechanismus plastických povlaků je založen na bariéře, která musí být úplně bez pórů. [1]

3.1 Nátěrové hmoty a nátěry

Vytvářením nátěrů chráníme povrch výrobků. Jsou to všechny hmoty, které se vhodnou technikou nanášejí na podklad v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu. Vytvářejí nátěrový film mající ochranné, dekorativní nebo jedinečné vlastnosti. [2]

3.1.1 Dělení nátěrových hmot

Dle charakteristických vlastností se nátěrové hmoty dělí:

- transparentní (laky, fermeže) - průhledný až průsvitný nátěrový film
- pigmentované (barvy, tmely emaily) - neprůhledný film [1]

Podle místa určení:

- vnitřní - určené například do vnitřních prostor budov, nábytkové nátěry, malířské barvy, neodolávají venkovnímu prostředí (sluneční záření, povětrnostní vlivy, déšť)
- venkovní - snášejí venkovní prostředí, odolné vůči působení atmosféry a její podmínkám
- speciální - speciální určení, například odolné vůči pohonným hmotám, kyselinám aj. [2]

K dosažení dokonalé ochrany nebo vzhledu se často používá více vrstev různých nátěrů. Každý nátěr má jinou funkci.

Dle použití a pořadí je dělíme na:

- napouštěcí (penetrační) - napouštění savých podkladů (dřevo, beton, zdivo, papír apod)
- základní - většinou se aplikují jako první nátěr
- vyrovnávací - tmely, pro vyrovnání nerovností, vytvoření hladkého povrchu
- podkladové



- vrchní - poslední vrstva, podle výsledného vzhledu (lesklá, matná apod.) [2]

Další rozdělení podle účelu:

- ochranný
- dekorativní
- signální
- maskovací
- speciální [1]

3.1.2 Složení nátěrových hmot

3.1.2.1 Filmotvorné složky (pojiva)

Jsou to netěkavé látky, které mají schopnost vytvořit tenkou souvislou vrstvu. Vážou na sebe částice pigmentu a plniva v zaschnutém filmu. Mohou se lišit chemickým složením i fyzikálními vlastnostmi. Kombinací filmotvorných látek se dosahuje požadovaných vlastností, jako jsou vlastní odolnost, lesk, pružnost, přilnavost, ohebnost, tvrdost. V minulosti se používali jako pojiva rostlinné oleje a přírodní pryskyřice z výměšků rostlin (např. kopály, kalafuna, damara) a hmyzu (šelak). V současnosti jsou založeny na syntetických pryskyřicích. Nejvýznamnější jsou pryskyřice epoxidové, polyuretanové, akrylátové, silikonové, melaminoformaldehydové a močovinoformaldehydové.[2]

- Epoxidové pryskyřice jsou součástí dvousložkových nátěrových hmot s vysokou chemickou odolností. Téměř výhradně se používají nízkomolekulární pryskyřice na bázi dianu. Nutné kombinovat s dalšími látkami k vytvrzení epoxidových, nebo hydroxylových skupin, čímž se docílí potřebných vlastností, jako je chemická odolnost, tvrdost a houževnatost. [2]
- Epoxyesterové pryskyřice jsou pojiva pro jednosložkové hmoty. Kyselinami z rostlinných olejů se připravují esterifikací (reakce alkoholu s kyselinou) epoxidových pryskyřic. Příprava laků a emailů vypalovacích a zasychajících na vzduchu. V kombinaci s melaminoformaldehydovými pryskyřicemi a vypálením vynikají odolností proti vodě a saponátům. [2]
- Polyuretanové pryskyřice se používají převážně pro dvousložkové hmoty vytvrzované za normální teploty. V kombinaci s isokyanátem lze pryskyřice vytvrzovat různými sloučeninami hydroxylovými skupinami. V této kombinaci lze



připravit širokou paletu nátěrů s různými vlastnostmi. Výborná vodní a mechanická odolnost, dobrá chemická odolnost. [2]

- Akrylátové pryskyřice jsou jedny z nejmodernějších pojiv vodou ředitelných nátěrových hmot. Příprava esterifikací kyseliny akrylové a metakrylové. Velká škála kombinací. [2]
- Alkydové pryskyřice, polyestery různých organických kyselin kombinované s rostlinnými oleji. Pro vypalovací nátěry se kombinují s močovinoformaldehydovými nebo melaminoformaldehydovými pryskyřicemi. Objevují se také ve formě vodních disperzí pro vodou ředitelné nátěry. [2]
- Silikonové pryskyřice jsou pojiva pro vypalovací nátěrové systémy, vynikají odolností vůči vyšším teplotám a mají vynikající elektroizolační vlastnosti. Příprava kondenzačními reakcemi silanolů[2]
- Melaminformaldehydové a močovinoformaldehydové pryskyřice se používají pouze v kombinaci s jinými pojivy, nejčastěji s alkydovými pryskyřicemi, kde zvyšují mechanické vlastnosti nátěrů, lesk a chemickou odolnost.[2]
- vysychavé oleje (lněný, konopný, makový aj.)
- přírodní živice (kalafuna, jantar aj.)
- deriváty celulózy (nitrocelulóza aj.)
- deriváty kaučuku
- asfalty (přírodní asfalty, bitumeny aj.) [1]

3.1.2.2 Těkavé složky (rozpouštědla, ředidla)

Při výrobě se používají k rozpouštění pojiv (oleje, vosky, tuky, přírodní a syntetické pryskyřice) a na úpravu konzistence. Svůj účel mají při výrobě a při nanášení nátěrových hmot. Rozpouštědla jsou přítomna i ve vodou ředitelných nátěrových hmotách, ovšem v mnohem menší míře, obvykle kolem 3%.

Pravá rozpouštědla dokonale rozpouští pojiva nátěrových hmot. Levnější, nepravá rozpouštědla dokážou rozpouštět pojiva jen za přítomnosti pravých rozpouštědel. Důležitá je kombinace, kde pravá rozpouštědla musí mít vyšší bod varu a menší odpařivost než nepravá. Ředidla jsou většinou směs pravých a nepravých rozpouštědel. Slouží k ředění nátěrových hmot za účelem změny konzistence. Jsou to převážně:

- benzíny (lakový, extrakční)
- benzén (toluén, xylén)



- alkoholy (metanol aj.)
- ketony (aceton aj.)
- estery kyseliny octové
- glykoletéry
- terpentýnové silice [1]
- rozpouštěcí technické benzíny se používají jako rychle těkající rozpouštědla v nitrocelulóзовých nátěrech místo toluenu, nebo také k odmašťování.
- lakový benzin je rozpouštědlo pro asfaltové, olejové a syntetické alkydové nátěry. Jedná se o pravé i nepravé rozpouštědlo ve vícevrstvých nátěrových systémech, poněvadž nepoškozuje předchozí vrstvy.
- toluen- aromatické uhlovodíky, nepravé rozpouštědlo pro výrobu nitrocelulóзовých a silikonových nátěrů.
- xylen- aromatické uhlovodíky, používá se pro syntetické alkydové, chlorkaučukové a silikonové hmoty. Jako nepravé rozpouštědlo se používá pro některé nitrocelulóзовé nátěry. V kombinaci s butanolem tvoří hlavní složku epoxidových nátěrů.
- etylalkohol (etanol) je rozpouštědlo k přípravě lihových laků a barev
- butylalkohol (butanol) jako nepravé rozpouštědlo se používá u nitrocelulóзовých, alkydových a v kombinaci s xylenem i v epoxidových nátěrech.
- étery propylenglykolu jsou mísitelné vodou a většinou organických rozpouštědel. Využívají se hlavně na vodou ředitelné nátěry. Poměrně vysoká cena.
- ketony jsou rozpouštědla pro lakařské pryskyřice. Vysoká cena a toxicita.
- estery jsou rozpouštědla pro lakařské pryskyřice, dobrá mísitelnost s organickými rozpouštědly a vodou. Často se používají pro překrytí zápachu jiných rozpouštědel. Etylacetát- rychle těkavé rozpouštědlo, které se používá pro nitrocelulóзовé barvy, chlorkaučuk a většinu syntetických pryskyřic. Butylacetát- středně těkající rozpouštědlo pro nitrocelulóзу a řadu pryskyřic. [2]

3.1.2.3 Pigmenty

Jsou to organické nebo anorganické částice nerozpustné v pojivech a rozpouštědlech. V obou skupinách mohou být přírodní nebo uměle vyrobené. Dávají nátěrům barevný odstín, světlostálost, krycí schopnost, zvyšují korozní a teplotní odolnost, snižují stárnutí, jsou jemně rozptýleny v pojivu. Obecně jsou anorganické pigmenty odolnější vůči



povětrnostním podmínkám nežli organické. Organické i anorganické pigmenty se mohou navzájem míchat. Obvyklá velikost 0,2 až 10 μ m. [1;9]

Dělit pigmenty můžeme na anorganické, organické nebo směsné, podle vlastností na inhibitorové, neutrální, stimulující nebo málo reaktivní pigmenty a další rozdělení podle barvy.

- inhibitorové pigmenty (suřík, zinková žluť, zinkový prach aj.). Využívají se převážně při výrobě základních nátěrových hmot. Vytvoří těžkorozpustné sloučeniny na povrchu železa a tím ho pasivují (zinková žluť), regulace pH (suřík), elektrochemická ochrana (Zn)
- neutrální pigmenty (chroman olovnatý, titanová běloba, kysličníky železa aj.) zlepšují fyzikální vlastnosti nátěrů
- stimulující pigmenty (grafit, saze), chemicky netečné pigmenty, dobrá el. vodivost. Nejsou vhodné pro základní nátěry.
- málo reaktivními pigmenty (titaničitan olovnatý, titanová běloba) se plní vrchní nátěry pro těžko agresivní prostředí. Pro prostředí vystavené slunečnímu záření se hodí nátěry plněné pigmenty zinkové běloby, které nepropouští záření a tím zpomalují stárnutí. [1]

Anorganické pigmenty bílé

Titanová běloba je dominující bílý pigment. Má vysokou kryvost a vyjasňovací schopnost. Na světle je stálý, odolává zředěným kyselinám i zásadám a není toxický. Používá se do nátěrových hmot, plastů, smaltů, v kosmetice, farmacii aj. [9]

Zinková běloba mimo jiné zvyšuje tvrdost nátěrových filmů. Je stálá na světle, snadno rozpustná v kyselinách i zásadách, dokonale mísitelná s ostatními pigmenty. Není toxický. [9]

Litopon se dnes používá jen pro speciální použití, jako jsou olejové tmely apod. Není vhodný pro vrchní venkovní nátěry, kde dochází k šednutí až černání nátěru. [2]

Olovnatá běloba je na světle stálá, silně reaguje s kyselinami a sírou se změnou barvy. Je toxická. Používá se hlavně pro venkovní prostředí a tam, kde nehrozí otrava. Odolává nepříznivým povětrnostním vlivům. Díky antikorozním vlastnostem v prostředí slané vody se používá pro nátěry lodí. [9]



Další bílé pigmenty: barytová běloba, sádra, křída, vápenec, mramor, hydroxid hlinitý aj. [9]

Anorganické pigmenty pestré

Chromanové pigmenty- žlutý, oranž, červený, zeleň. Chroman olovnatý byl v minulosti velmi významný pigment. V současnosti je z důvodu toxicity v mnoha státech zakázán. [9]

Železité pigmenty, v dnešní době se používá pouze okr (zemitý pigment). Lze připravit hodně odstínů žluté, červené, červenohnědé, hnědé a černé. Vysoká krycí schopnost, vysoká barvivost. Odolnost vůči atmosférickým vlivům a zásadám. [9]

Grafit je černý pigment, používán už v době kamenné, Dnešní použití je velmi malé i přes výbornou chemickou i světelnou stabilitu. Je hydrofóbní a žáruvzdorný, zároveň však velmi měkký. [9]

Saze, stejně jako grafit, se používá už od doby kamenné. Téměř čistý uhlík vzniká nedokonalým spalováním různých organických látek (plyny, minerální oleje aj.). Jde o nejpoužívanější černý pigment. Vysoká kryvost. Velmi levná výroba. [9]

Pigmenty na bázi mědi mívají zlatý až zelenozlatý odstín. Velmi používané pigmenty a však reagují na kyselé prostředí a síru. [9]

Antikorozi pigmenty

Fosforečnan zinečnatý- inertní, netoxický, prakticky nerozpustný. Vhodné filmotvorné látky jsou alkydové pryskyřice, chlorkaučuk, vinylové pryskyřice aj. Není dobrý v prostředí obsahující chlorid sodný a silně kyselé prostředí. V takových prostředích je nutné použít pigmenty neutralizující kyselé produkty, jako je zinková běloba nebo vápenec. Také se kombinuje s přísadami jiných kovů, které zlepšují vlastnosti samotného fosforečnanu zinečnatého. [2]

Kovový zinkový pigment- šedý prášek s částicemi o velikosti 3-8 μ m, výroba nátěrů s vysokým obsahem zinku, jejich ochranný mechanismus je elektrochemický, částice zinku se musí dotýkat a zajistit elektrickou vodivost. Nejčastějšími pojivky jsou chlorkaučuk, epoxyestery, epoxidové, polyuretanové a polyesterové pryskyřice. [2]



Světélkující (luminescentní) pigmenty

Fluorescenční pigmenty- světélkují bez pohlcení energie. Látka vyzařuje viditelné paprsky jen tak dlouho, jak je sama ozařována. Vlastnost známá u některých minerálů (scheelit, willemitt aj.). [9]

Fosforescenční pigmenty- světélkování dozařováním, látka vyzařuje paprsky ještě chvíli po té, co přestane být sama ozařována. Fosforeskující pigmenty se skládají z luminiscenčního základu (sulfidy Ba, Ca, Sr aj.) a z aktivátoru (příměs kovů, např. Cu, Co, Zn aj.) [9]

3.1.2.4 Plnidla

Tyto látky z pravidla tvoří kostru nátěrů a upravují technologické vlastnosti (zabraňují smrštění filmu při schnutí apod.), jsou to jemně rozemleté minerální látky (těživec, mastek, křída), nerozpustné v pojivech

- kaolin, jedná se o přírodní silikáty, mimo funkce inertního plniva propůjčuje nátěru i určité viskozitní vlastnosti, těmi lze docílit stavu tixotropie (zgelování) nátěrové hmoty, která zabraňuje usazování pigmentů a plniv v barvě. Zvyšuje pevnost nátěrového filmu. Také omezuje stékání a rozpraskávání nátěrů. [1][2]
- mastek (talek, klouzek) je křemičitan hořečnatý, zabraňuje sedimentaci pigmentů a rozpraskání filmu. Zvyšuje pevnost. [2]
- těživec, známý také jako síran barnatý, chemická netečnost, nízká spotřeba oleje a malý objem za mokra. Při skladování může sedimentovat. [2]
- písek a mramorová drť- používají se k docílení drsného povrchu u disperzních nátěrů, použitím různobarevných částí je efekt také různobarevný, vhodné pro dekorativní nátěry stěn, podlah a pod. [2]
- organická plniva- umožňují barevné efekty, například kuličky z elastických plastů o průměru 5-20 μ m, kterými lze smísením vytvořit efekt mozaiky, odolné proti oděru. [2]

3.1.2.5 Aditiva

Aditiva jsou látky, které pomáhají plnit vysoké požadavky na nátěrové hmoty. Jejich úkolem je lepší a rychlejší dispergace pigmentů v barvě, zabraňují pění a želatínaci, omezují usazování pigmentů, zabraňují tvorbu škráloupu, dobrý rozliv apod. Obvykle se dávkování pohybuje do jednoho procenta. Jedná se především o sušidla, emulgátory, stabilizátory, iniciátory, katalyzátory, inhibitory urychlovače, lékařská aditiva a pod.[1][2]



3.1.3 Značení nátěrových hmot

Kvůli snadnější orientaci uživatelů i výrobců se v tuzemsku zavedlo značení nátěrových hmot v ucelený systém. [2]

3.1.3.1 Podle pojivové surovinové báze:

- A - asfaltové nátěrové hmoty
- B - polyesterové nátěrové hmoty
- C - celulózové nátěrové hmoty
- E - práškové nátěrové hmoty
- H - chlorkaučukové nátěrové hmoty
- K - silikonové nátěrové hmoty
- L - lihové nátěrové hmoty
- N - nátěrové hmoty pro povrchovou úpravu kovových pásů
- O - olejové nátěrové hmoty
- S - syntetické nátěrové hmoty
- U - polyuretanové nátěrové hmoty
- V - vodové a emulzní nátěrové hmoty
- P - pomocné přípravky nátěrové hmoty [2]

3.1.3.2 Podle druhu nátěrové hmoty

- 1000 - fermeže a bezbarvé, případně transparentně obarvené laky
- 2000 - nátěrové hmoty pigmentované (barvy a emaily)
- 3000 - pasty
- 4000 - nástřikové a vyrovnávací hmoty
- 5000 - tmely
- 6000 - ředidla
- 7000 - sušidla, tvrdidla a katalyzátory
- 8000 - pomocné přípravky
- 9000 - pryskyřice [2]

3.1.3.3 Podle barvy

- 0000 - 0999 nátěrové hmoty bezbarvé
- 1000 - 1999 nátěrové hmoty šedé
- 2000 - 2999 nátěrové hmoty hnědé
- 3000 - 3999 nátěrové hmoty fialové



- 4000 - 4999 nátěrové hmoty modré
- 5000 - 5999 nátěrové hmoty zelené
- 6000 - 6999 nátěrové hmoty žluté
- 7000 - 7999 nátěrové hmoty oranžové
- 8000 - 8999 nátěrové hmoty červené
- 9000 - 9999 nátěrové hmoty ostatní [2]

U jednotlivých odstínů udává nižší číslo světlejší tón. Například u hnědých odstínů 2010 je světlejší než odstín 2100. [2]

3.1.4 Nanášení nátěrových hmot

Správná volba technologie nanášení výrazně ovlivňuje jakost a celkovou životnost nátěrů. Výhody a nevýhody má každý z mnoha způsobů nanášení. Je nutné přihlížet k hlediskům, za nichž se nátěr zhotovuje.

Rozhodující hlediska pro volbu technologie nanášení:

- tvar, velikost a množství předmětů
- vlastnosti zhotoveného nátěru (vzhled, korozní namáhání, tloušťka)
- kvalita povrchu materiálu (čistota, pórovitost)
- povaha nátěrové hmoty (rychlost zasychání, tekutost)
- pracnost
- ekonomické výdaje [1]

3.1.4.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem

Patří mezi nejstarší a nejpoužívanější způsob nanášení. Kvalita provedení nátěru závisí na zručnosti a svědomitosti řemeslníka, také vyžaduje kvalitní štětce, ty se vyrábí v různých velikostech a provedení. Délka štětín nemá být delší než 5 cm. Pro řidší nátěrové hmoty se používá delších štětín, kratší štětiny pro hustší nátěrové hmoty. Postup natírání u kulatých štětců provádíme ponořením do nátěrové hmoty až k podvázání, u štětců plochých až k plechové objímce. Po pár okamžicích ponoru je štětec dostatečně smočen. Namočený štětec se lehce otře o hranu, tím odstraníme její přebytek a na chvíli zamezíme ztráty nátěrové hmoty. [1]

V další fázi se za mírného tlaku třemi až čtyřmi vzdálenými tahy od sebe nanese nátěrová hmota na povrch předmětu. Tlak na štětec, kterým se nátěrová hmota uvolňuje, se zvyšuje přibývajícimi tahy. Nátěrová hmota nanesená v předchozí operaci se v další fázi



roztírá kolmo na předešlé tahy. Tahy jsou kladeny těsně vedle sebe a tlak na štětec je větší. Následuje důkladnější roztírání opět kolmo na předchozí tahy a větším tlakem na štětec. Uhlazení nátěru mírným tlakem a kolmo na předchozí tahy je poslední fáze. [1]

Přednosti:

- dokonalé rozetření a zatření do pórů
- dokonalá soudržnost nátěru k podkladovému materiálu
- minimální ztráty nátěrové hmoty
- možnost opětovného použití štětců po dobrém vymytí

Nevýhody:

- značná pracnost [1]

3.1.4.2 Nanášení nátěrových hmot navalováním

Nátěrové hmoty se nanáší pomocí navalovacích strojů nejméně třemi válci, z nichž nanášecí válec je ze speciální gumy. Z toho důvodu nesmí ředidla obsahovat aromatické uhlovodíky, aby nerozleptali gumu. Do stroje se nátěrová hmota dávkuje čerpadlem ze zásobní nádrže nebo z centrálního rozvodu. Vzdáleností nanášecího válce od povrchu, rychlostí a směrem otáčení se reguluje tloušťka nánosu. Vhodné pro rovinné plochy, např. plechy, linolea, lepenky, dýhy, dřevotřískové desky. [1]

Přednosti:

- malé ztráty (2-5%)
- dokonalá mechanizace a automatizace

Nevýhody:

- pouze pro rovinné plochy [1]

3.1.4.3 Nanášení nátěrových ploch namáčením

Jednoduchá metoda založená na ponoření předmětu do nádrže s následným vynořením. Rovnoměrná rychlost vynoření, na povrchu se vytvoří nátěr a zbytek nátěrové hmoty steče. Rychlost vynořování a konzistence nátěrové hmoty závisí na tloušťce nátěru. Namáčecí vana musí být správně dimenzovaná a musí odpovídat rozměrům namáčených předmětů, aby se předešlo velkým ztrátám rozpouštědel. Používá se ve velkosériové výrobě. [1]



3.1.4.4 Nanášení nátěrových hmot poléváním

Obdobné jako namáčení. Možnost nanášet také na rozměrné výrobky avšak odpadá nutnost velkých namáčecích van. Nanášení se provádí poléváním dýzami nebo clonou. Výrobky zavěšené na dopravníku procházejí tunelem a jsou rovnoměrně osprchovány nátěrovou hmotou. Další možnost je umístění výrobků na dopravní pás, který se pohybuje a výrobky jsou polévány clonou s úzkou štěrbinou v polévací hlavě. Oproti namáčení jsou nižší ztráty a je možné nanášet nátěr jednostranně.

Nevýhody:

- klínovitost nátěru, stékance a kapky na hranách [1]

3.1.4.5 Nanášení nátěrových hmot pneumatickým stříkáním

Nejrozšířenější způsob nanášení vhodný pro celulózové a syntetické nátěrové hmoty. Rovnoměrný a velmi hladký povrch. Dobrá mechanizace a automatizace. Systém založen na stříkací pistoli, kde stlačený vzduch strhává nátěrovou hmotu a spolu s tryskou vytváří kužel jemných kapek. Ty dopadají na předmět a slévají se v souvislou vrstvu. Nevýhoda je značné rozprašování a tím ztráty nátěrové hmoty.

Výhody:

- rovnoměrný a velmi hladký povrch
- dobrá automatizace a mechanizace

Nevýhody:

- značné rozprašování

Kvůli omezení unikání nátěrových hmot a prašnosti se stříkání provádí v kabinách. Dělíme je na:

- stolové (malé předměty)
- podlahové (větší předměty)
- tunelové [1]

3.1.4.6 Stříkání ohřátých nátěrových hmot

Ke snížení konzistence se nepoužívají ředidla, ale ohřívá se nátěrový systém na příslušnou teplotu. Běžná pracovní teplota 70 - 80° C

Výhody:

- větší tloušťka jednotlivých vrstev nátěru, což umožní snížit počet vrstev



- minimální ředění nátěrových hmot
- snížení ztrát přestřikem

Nevýhody:

- nevhodnost pro výrobu měnicí druh a odstín nátěrové hmoty [1]

3.1.4.7 Nanášení nátěrových hmot vysokotlakým stříkáním

Součástí stříkacího zařízení je vysokotlaká pumpa, vysokotlaká pistole a vlastní vysokotlaká nádoba na nátěrovou hmotu. Nátěrová hmota se rozprašuje ve speciálních dýzách za působení vysokého tlaku (8 - 16 MPa) díky tomu nátěrová hmota dopadá na povrch vlastní energií, oproti normálnímu pneumatickému stříkání, kde vzduch strhává část rozprašené hmoty. Použití při nanášení základních a podkladových nátěrů na velké plochy (lodě, lokomotivy, velké konstrukce atd.)

Výhody:

- spolehlivé nanášení nátěrové hmoty do těsných spár a na ostré hrany
- snížení ztrát až o 30% [1]

3.1.4.8 Nanášení nátěrových hmot pomocí elektrických sil

Využívá se fyzikálních zákonů o vzájemné přitažlivosti částic s opačným el. nábojem. Používá se v průmyslové velkovýrobě (povrchová úprava automobilů)

a) Nanášení nátěrových hmot v el. poli vysokého napětí

Elektricky nabitě částice nátěrové hmoty putují k opačně polarizovanému povrchu předmětu. Na povrchu se usazují a vytvářejí souvislou vrstvu.

b) elektroforézní nanášení nátěrových hmot

c) katoforézní nanášení nátěrových hmot [1]

3.2 Povlaky z plastických hmot

K povrchovým úpravám kovů se stále častěji používají plastické hmoty. Předurčují je k tomu jejich dobré izolační a antikorozi vlastnosti. Např. polyetylén, polyamid, teflon, alkylád, přírodní i syntetické kaučuky. Povlaky z plastických hmot mají velký význam v hutnické výrobě při výrobě plechů, profilů, v automobilovém průmyslu a jinde.



3.2.1 Způsoby nanášení plastických hmot:

a) Žárové stříkání

Ve své podstatě podobné práškové metalizaci. Používá se práškové stříkací pistole a tavení prášku bez styku s plamenem. Účinkem tepla přehřátého předmětu a vlivem plamene pistole nastává celkové dotavení a slnutí hmoty.

b) Vířivé nanášení (fluidní)

Do zčeřeného prášku se ponoří přehřáté předměty, tím se předmět obalí a vlivem akumulovaného tepla předmětu se povlak sline.

c) Nanášení v el. poli VN

Kladně nabitý předmět přitahuje negativně nabitě částice prachu. Slnutí a vytvrzení povlaku se děje v pecích.

d) Plátování

Používá se na povlékání kovových pásu, plechů, drátů, trubek. Především z hlubokotažených ocelí a slitin lehkých kovů. Povrchové materiály se volí termoplasty (polyvinylchlorid, polyetylén, polyamid aj.) [1]

3.3 Zkoušení vlastností nátěrových hmot a nátěrů

Ke zjištění kvalitativní a kvantitativní vlastností nátěru slouží mnoho zkušebních metod. Většina zkušebních metod jsou součástí českých technických norem. Základní oblasti zkoušení:

1) zkoušení nátěrových hmot v tekutém stavu, např.:

- Stanovení stupně rozlivu (ČSN 67 3054)
- Vlastnosti nátěrových hmot při nanášení (ČSN 67 3051) aj

2) zkoušení nátěrových hmot ve fázi přeměny na nátěr, např.:

- Stanovení stavu proschnutí a doby proschnutí (ČSN EN 29117)
- Stanovení tloušťky mokrého filmu (ČSN EN ISO 2808)

3) stanovení fyzikálně-mechanických vlastností zaschlých nátěrů, např.:

- Hodnocení kryvosti nátěru (ČSN 67 3065)



- Stanovení tloušťky nátěru (ČSN EN ISO 2808)
- Mřížková zkouška přilnavosti (ČSN ISO 2409)
- Zkouška přilnavosti křížového řezu (ČSN ISO 16 276-2)
- Odtrhová zkouška přilnavosti (ČSN EN 24 624)

4) stanovení ochranných vlastností nátěrů a nátěrových systémů

- Zkoušky atmosférické - realizují se na zkušebních vzorcích, současně i kontinuálně se měří základní charakteristiky znehodnocování nátěrů (teplota vzduchu, vlhkost, množství srážek apod.)
 - Stanovení odolnosti nátěrů na kovovém povrchu v atmosférických podmínkách (ČSN 67 3090) [2]
- Zkoušky poloprovozní a provozní - nátěry jsou vystaveny v prostředí, ve kterém budou provozovány
- Zkoušky urychlené laboratorní - umožňují za krátkou dobu simulovat dlouhodobé používání
 - Korozní zkouška v kondenzační komoře (ČSN 03 8131)
 - Korozní zkouška v solné korozní komoře (ČSN EN ISO 9227)
 - Ponorová zkouška (ČSN 673078)



4 Metodika experimentálních prací

V experimentální části bakalářské práce se věnuji zkouškám přilnavosti nátěrových systémů.

Povrch vzorku	- drsnost povrchu vzorku dle ISO 8503 - (drsnoměr Mitutoyo Surf-test-301)
Nanášení barev	- štětcem
Zkoušky nátěrů	- stanovení tloušťky nátěru suché vrstvy dle ČSN EN ISO 2808 - mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 16276-2 - křížový řez dle ČSN EN ISO 16276-2 - odtrhová zkouška dle ČSN EN ISO 16276-1

4.1 Měření drsnosti povrchu (ČSN EN ISO 4287)

Dokonale hladkou plochu bez nerovností v praxi není možné vyrobit. Drsnost je nerovnost povrchu, která vzniká při výrobě součástí. Vzniká použitím nástrojů, nerovnosti formy, atd. Používáním výrobků se mění, například koroze způsobuje značnou změnu drsnosti.[7]

Norma ČSN EN ISO 4287 stanovuje parametry drsnosti, podle kterých se charakterizují jednotlivé povrchy. Tyto parametry jsou:

Ra - průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu

Ry - maximální nerovnost profilu

Rz - největší výška profilu

Rq - průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu

Rp - největší výška výstupku profilu

Rv - největší hloubka prohlubně profilu

Rsk - šikmost posuzovaného profilu

Rku - špičatost posuzovaného profilu

λ C filtr profilu - filtr definující rozhraní mezi složkami drsnosti a vlnitosti

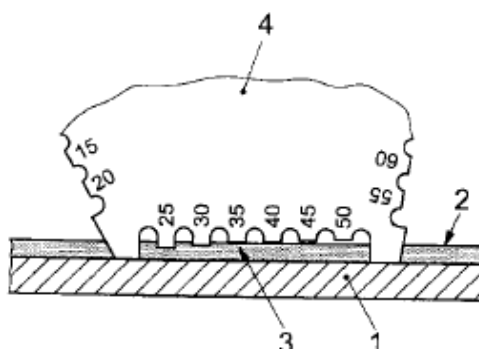
l - délka měřeného úseku [8]

4.2 Stanovení tloušťky mokrého filmu (ČSN EN ISO 2808)

V mnou použité metodě se jedná o mechanickou metodu stanovení tloušťky mokrého filmu. Měřená plocha musí být rovná alespoň v jednom směru. Tyto mechanické metody zahrnují systematickou chybu, protože nelze vyloučit, že částice pigmentu zůstanou mezi měřidlem a podkladem. Tloušťka povlaku by měla být měřena co nejdříve po nanesení. [10]

Metoda měření pomocí měřícího hřebene

Jedná se o plochou desku, vyrobenou z korozně odolného materiálu. Podél svého okraje je opatřena zuby, které tvoří odstupňovanou řadu mezer. Každému zubu náleží odpovídající hodnota mezery. V rozích desky jsou referenční zuby tvořící základní linii. Maximální měřená tloušťka bývá obvykle 2000 μm a nejnižší rozdíl mezi stupni 5 μm . Zuby hřebene musejí být čisté, neopotřebované a nepoškozené. Při měření se hřeben přitiskne k plochému povrchu tak, aby jeho zuby byly kolmé k rovině povrchu. Měření by mělo proběhnout co nejdříve po nanesení nátěru. Po přiložení je nutné počkat dostatečnou dobu, kvůli smočení zubů povlakem. Nejvyšší stupeň zubu, který byl smočen, odpovídá naměřené tloušťce filmu. [10]



Obrázek 1 - Měřící hřeben (1 podklad, 2 povlak, 3 bod smočení, 4 měřící hřeben) [10]

4.3 Stanovení tloušťky suchého filmu (ČSN EN ISO 2808)

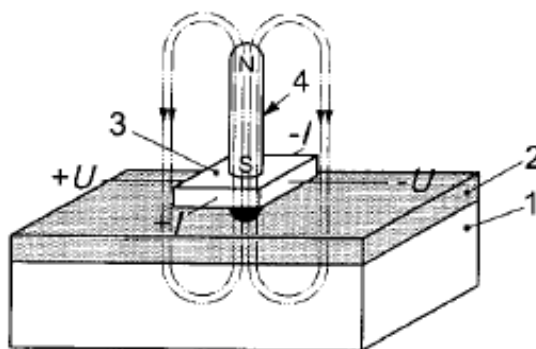
Toto měření dělíme na způsoby destruktivní, kde se měření provádí před a po odstranění povlaku, a nedestruktivní, kde se měření provádí před a po nanesení povlaku nebo za pomoci jiného než mechanického měřícího zařízení. [10]

Magnetická metoda

Přístroj na principu magnetického toku

Přístroj obsahuje magnet, kde na základě změn v magnetickém poli vyvolaných podkladem se stanoví tloušťka povlaku. Magnetické pole se měří Hallovou sondou.

Přístroj musí být umístěn kolmo na povlak. Tloušťka povlaku se vypočítá podle pokynů výrobce přístroje, nebo se přímo odečte ze stupnice. [10]



Obrázek 2 - Hallova sonda (1 podklad, 2 povlak, 3 hallův prvek, 4 magnet) [10]

4.4 Hodnocení odolnosti nátěrových hmot

4.4.1 Mřížková zkouška (ČSN EN ISO 16276-2)

U této metody se hodnotí odolnost povlaků oddělením nátěrových hmot po řezu ostrým nástrojem od podkladu. Výsledkem mohou být dvě stanoviště, a to vyhovuje/nevyhovuje, nebo se může použít šestistupňové klasifikace. Využívá se přitom buďto jednoduchých nástrojů s jedním ostřím a šablonou, nebo nástroj s více ostřími. Dále je zapotřebí měkký štětec a samolepící páska. [5]

Provádí se 6 řezů v každém směru mřížky. Vzdálenost řezů závisí na tloušťce povlaku a typu podkladu. Po provedení řezů se mřížka otře štětcem. Pro tvrdé podklady a dřevo se použije lepicí páska, která se na mřížku přilepí a následně odlepí. Výsledky se vyhodnotí podle tabuky, ve které je uvedeno 6 klasifikačních stupňů. [5]


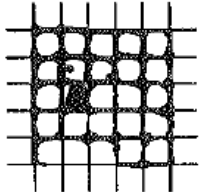
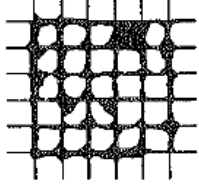
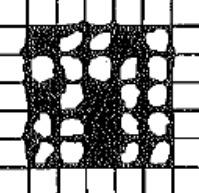
Jednoduchý řezný nástroj s jedním ostřím musí mít ostří 20° až 30° a tloušťku 0,37 až 0,46 mm. Opatřené ostří na 0,1mm je nutné přebrousit. [5]

Vzdálenosti řezů:

- 1mm pro tvrdé podklady (např. kov) a do tloušťky 60 μ m
- 2mm pro měkké podklady (např. dřevo, plast) a do tloušťky 60 μ m
- 2mm pro tvrdé i měkké podklady a tloušťky od 61 μ m až do 120 μ m

- 3mm pro tvrdé i měkké podklady a tloušťky od 121 μ m až do 250 μ m [5]

Tabulka 2 - Klasifikační tabulka pro mřížkovou zkoušku [5]

Klasifikace	Popis	Vzhled povrchu plochy s mřížkovým řezem, na které se vyskytlo odlupování
0	Hrany řezů jsou zcela hladké, žádný čtverec mřížky není poškozen.	-
1	Malé kousky povlaku odloupnuty v místech křížení řezů. Poškozená plocha je menší než 5%.	
2	Povlak se odlupuje podél řezů a/nebo v místech křížení řezů. Poškozená plocha je větší než 5%, ale menší než 15%.	
3	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech částečně nebo zcela, a/nebo se odlupuje částečně nebo zcela na různých místech čtverců. Poškozená plocha je větší než 15%, ale menší než 35%.	
4	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech zcela, a/nebo některé čtverce jsou odloupnuty částečně nebo zcela. Poškozená plocha je větší než 35%, ale menší než 65%.	
5	Jakýkoliv stupeň odlupování, který nemůže být klasifikován ani stupněm 4.	-

Ruční provedení řezu a odstranění povlaku

Umístěním vzorků na pevný, rovný povrch se zabrání deformacím při zkoušce. Prohlednutím ostří se zkontroluje stav potřebný k vykonání řezů. Nástroj se drží kolmo k povrchu zkušebního vzorku. Rovnoměrnou rychlostí a stejnoměrným tlakem se pomocí šablony provede dohodnutý počet řezů. Řezy musejí projít až k podkladu. K vytvoření mřížky se provede stejný počet řezu pod úhlem 90° k předcházejícím řezům. Po provedení řezů se měkkým štětcem několikrát otře povrch. Následně se na vytvořenou mřížku nalepí




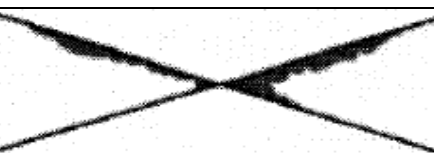

na střed lepicí páska. Ta se uhladí a během 5 minut se odtrhne pod úhlem 60°. K vyhodnocení výsledku se může použít lupa, prohlíží se mřížka i odtržená samolepicí páska. [5]

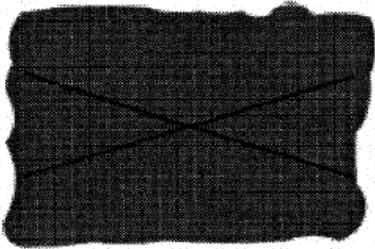
4.4.2 Zkouška přilnavosti křížového řezu (ČSN ISO 16276-2)

Tato zkouška podobně jako mřížková popisuje odolnost nátěrových systémů. Řez má podobu X a musí proniknout až k podkladovému materiálu. Požití křížového řezu není omezeno tloušťkou. [5]

Ostrým řezným nástrojem s jedním ostřím je do nátěru proveden řez ve tvaru X. Délka jednotlivých řezů je 40 mm. Úhel řezu X se pohybuje v rozmezí 30° až 45°. Po provedení řezu se na místo řezu nalepí lepicí páska, která se přitiskne a po 5 minutách se následně odlepí. Výsledky zkoušky se vyhodnocují s tabulkou, kde jsou znázorněny stupně. [5]

Tabulka 3 - Klasifikační tabulka pro zkoušku křížového řezu [5]

Stupeň poškození	Popis poškození	Vzhled křížové zkoušky
0	Žádné odlupování nebo odpadávající nátěr	
1	Velmi malé odlupování podél řezů nebo v jejich průsečíků	
2	Roztřepené odlupy podél řezů, v rozsahu maximálně 1,5mm na každé straně	
3	Roztřepené odlupy podél téměř celé délky řezů, v rozsahu maximálně 3.0 mm na obou stranách.	
4	Odpadávající nátěr z většiny plochy křížového řezu pod lepicí páskou.	

5	Odpadávající nátěr v ploše mimo křížový řez	
---	---	--

4.4.3 Odtrhová zkouška přilnavosti (ČSN EN ISO 16276-1)

Zkouška přilnavosti jednovrstvých nebo vícevrstvých nátěrových hmot, kde se měří minimální napětí potřebné k oddělení nebo odtržení nátěru v kolmém směru k podkladu. Na zkušební vzorek, opatřený suchým a vytvrzeným nátěrem, se přilepí zkušební tělíska lepidlem. Po zaschnutí lepidla se na tělíska umístí trhací zařízení. Sestava je podrobena kontrolované tažné síle. Výsledkem je síla potřebná k poškození nejslabšího rozhraní (adhezní porušení) nebo nejslabší složky (kohezní porušení) systému. Možná je i kombinace obou poškození. [6]

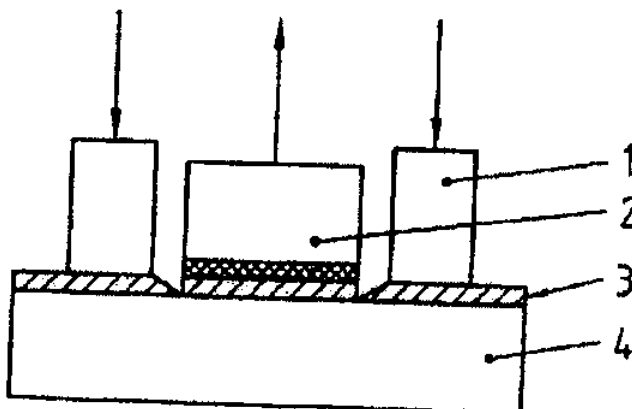
Použitá síla tahu zařízení musí být kolmá k rovině podkladu a její zvětšování musí být rovnoměrné, nepřevyšující 1MPa/s. K roztržení soustavy by mělo dojít do 90s. Ocelová nebo hliníková tělíska mají pevnou, rovnou základnu pro spojení lepidla s nátěrem. Druhá strana tělísek je opatřena zařízením pro uchycení v trhacím zařízení. Průměr tělísek je 20mm. Po přilepení tělísek se řezným nástrojem prořízne vytvrzené lepidlo a nátěr kolem tělíska až k podkladu. U testovaného nátěru o tloušťce nižší než 150 μ m a předchozí domluvě zainteresovaných stran, se nemusí nutně nátěr prořezávat. Lepidla se používají s většími kohezními vlastnostmi než zkoušený nátěr. [6]

Charakter porušení

Na základě vizuální prohlídky místa porušení se vyhodnotí typ porušení.

- A kohezní porušení podkladu
- A/B adhezní porušení mezi podkladem a první vrstvou
- B kohezní porušení první vrstvy
- B/C adhezní porušení mezi první a druhou vrstvou
- n kohezní porušení n. vrstvy mnohavrstvého nátěrového systému
- n/m adhezní porušení mezi n. a m. vrstvou mnohavrstvého nátěrového systému
- /Y adhezní porušení mezi poslední vrstvou a lepidlem
- Y kohezní porušení v lepidle

- Y/Z adhezní porušení mezi lepidlem a tělískem
- S přesností na 10% se odhadne plocha pro každý charakter porušení. [6]



Obrázek 3 - Zkušební uspořádání (1- vnější kruh, 2-tělísko s lepidlem, 3-nátěr, 4- podklad) [6]

5 Provedení a vyhodnocení experimentálních prací

5.1 Volba zkušebních vzorků a nátěrů.

5.1.1 Zkušební vzorky

Na zkušební vzorky jsem použil dva druhy materiálu.

1. Ocelový plech z konstrukční oceli o rozměrech 100 mm x 150 mm x 2 mm. Používá se na výrobu konstrukcí vystaveným atmosférickým vlivům (mosty, haly, aj.). Vzorky z tohoto materiálu byly před nanášením otryskány litinovou drtí. Po té jsem vzorky odmastil přípravkem Simple Green. Tento odmašťovací přípravek byl naředěn 1:10 s vodou z vodovodu. Doba odmašťování byla 10 minut za občasného míchání. Teplota vody byla ± 23 °C. Po odmaštění následoval dvojnásobný oplach ve studené vodě a vložení vzorků do sušící pece. Teplota sušení byla 100 °C. Pracovní název vzorku "A".

2. Ocelový plech standart z nízkouhlíkové oceli o rozměrech 100 mm x 150 mm x 0,8 mm. Tyto vzorky byly přibližně 2 roky uskladněny a byly již pokryté povrchovou korozi. Vzorky jsem nijak nečistil a využil koroze k testování přilnavosti nátěrů určených přímo na rez. Pracovní názvy vzorků "B".

5.1.2 Nátěry

Jako testovací nátěry jsem zvolil samozákladové nátěry běžně dostupné v supermarketech. Tyto nátěry výrobce udává jako vhodné k nanesení přímo na rez.

Alkyton

Tento nátěr od výrobce RUST-OLEUM na bázi alkydových pryskyřic modifikovaných uretany je určený k nátěrům nových i zkorodovaných železných kovů v exteriérech. Z 2,5-5% obsahuje antikorozi pigmenty v podobě zinkofosfátu.

Alpina Direkt auf Rost

Speciální ochranný lak na kovy, přímo na zkorodované plochy do vnějších i vnitřních prostorů. Je vytvořen na bázi esterů epoxidové pryskyřice. Obsahuje antikorozi pigmenty v podobě oxidu zinečnatého.

Hammerite Přímo na rez

Je jednosložková antikorozi a dekorativní barva vyvinutá přímo na zkorodovaný kov. Obsahuje antikorozi pigmenty v podobě fosforečnanu zinečnatého, obsah 1-2,5%.

5.2 Stanovení drsnosti povrchu podkladového materiálu (ČSN EN ISO 4287)

Před aplikací nátěrů byla změřena drsnost podkladových materiálů. K měření jsem použil drsnoměr Mitutoyo SURFTEST SJ-301. Tento drsnoměr má dotykové ovládání a zabudovanou tiskárnu. Naměřené údaje je možno ihned číst na obrazovce, nechat si je vytisknout integrovanou tiskárnou nebo připojit drsnoměr k externímu PC a vyčíst naměřené hodnoty z něj. Měření bylo provedeno 10x hodnoty byly zapisovány do tabulek



Obrázek 4 - Drsnoměr Mitutoyo SURFTEST SJ-301

Tabulka 4 - Výsledky zkoušky drsnosti pro vzorek "A"

Vzorek: "A"								
Parametry: $\lambda_c=8, l = 1\text{mm}$								
Měření	Ra [μm]	Ry [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	13,66	100,6	83,27	17,62	53,42	52,09	-0,01	3,36
2	15,87	126,7	97,8	20,44	45,71	71,13	0,27	3,41
3	12,27	94,01	74,55	15,79	48,51	41,57	-0,12	3,13
4	15,45	120,6	87,04	19,1	55,53	60,82	-0,02	2,98
5	12,46	94,57	78,28	16,94	52,44	49,95	-0,59	3,91
6	13,02	100,3	84,1	16,85	59,82	52,79	0,2	3,28
7	14,03	138,1	92,01	18,61	44,62	81,31	-0,4	4,32
8	16,51	119,4	85,94	20,65	47,49	67,88	-0,59	3,02
9	15,22	111,2	90,05	17,33	56,78	73,39	-0,09	3,53
10	13,78	98,5	83,82	16,78	51,53	66,12	0,06	3,85
ϕ	14,227	110,398	85,686	18,011	51,585	61,705	-0,129	3,479

Tabulka 5 - Výsledky zkoušky drsnosti pro vzorek "B"

Vzorek: "B"								
Parametry: $\lambda_c=2,5, l = 3\text{mm}$								
Měření	Ra [μm]	Ry [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	1,57	14,74	10,84	2,22	9,43	5,31	1,14	6,16
2	1,88	16,88	10,83	2,52	8,89	8,19	0,46	4,11
3	2,47	17,7	14,08	3,13	11,77	7,32	0,48	4,11
4	2,03	11,72	13,15	2,77	11,65	7,69	0,51	5,38
5	0,88	19,09	6,29	1,13	3,97	3,81	-0,19	3,62
6	1,52	19,34	8,97	1,89	6,18	5,54	0,08	3,6
7	1,42	9,78	10,51	1,94	7,87	5,84	0,72	5,25
8	1,31	11,36	8,71	1,68	5,55	5,81	-0,14	3,8
9	2,33	14,56	11,57	17,33	8,89	6,06	-0,02	4,12
10	1,18	11,97	10,01	16,78	9,12	4,91	0,06	3,95
ϕ	1,659	14,714	10,496	5,139	8,332	6,048	0,31	4,41

5.3 Aplikace nátěrů na vzorky

Všechny nátěry jsem aplikoval štětcem. Tento způsob splňoval moje nároky na aplikaci. Nenáročný a levný způsob pro mou potřebu natření malého počtu vzorků. Vzorky jsem natíral štětcem o šířce 7 cm při teplotě kolem 23 °C. Vzorky jsem opatřil jednou vrstvou nátěru o tloušťce mokré vrstvy průměrně 113 μm . Schnutí se podle výrobce pohybuje do 24 hodin, úplné vytvrzení kolem 7 dnů při 20 °C

5.4 Stanovení tloušťky mokrého filmu pomocí měřicího hřebene (ČSN EN ISO 2808)

Tloušťku mokrého filmu jsem měřil hned po nanesení nátěru. K měření jsem použil měřicí hřebenovou měrku od firmy Bastro. Jedná se o měrku vyrobenou z korozně odolného materiálu. Měrka má tvar šestiúhelníku. Na každém rohu je opatřena referenčními zuby, které jsou při měření ve styku s podkladovým materiálem. Mezi těmito zuby jsou uspořádány zuby s číselnou hodnotou. Použitá měrka má rozsah měření od 25 μm - 2000 μm .

Měření probíhá přiložením zubové měrky k čerstvě natřenému podkladu. Po přiložení měrky se počká po dobu nutnou ke smáčení zubů. Po oddálení měrky se vizuálně zkontrolují zuby. Poslední smočený zub spolu s následujícím nesmočeným zubem udává rozsah tloušťky nátěru.



Obrázek 5 - Měrka náterů BASTRO

U všech vzorků jsem naměřil tloušťku nátěru mezi 100 μm až 125 μm . Průměrná hodnota tloušťky mokré vrstvy tak činí **113 μm** .

5.5 Stanovení tloušťky suché vrstvy nátěru (ČSN EN ISO 2808)

Ke stanovení tloušťky suché vrstvy nátěru jsem použil nedestruktivní metodu pomocí magnetických vln. Zkouška byla provedena 8 dnů po nanesení nátěru.

Použitý digitální přístroj Elcometer 456, rozsah měření 0 μm - 1500 μm , pracuje na principu přijímání magnetických vln od kovového podkladu. Přístroj se přiloží k měřenému vzorku a hned se na displeji ukáže naměřená hodnota. Měření se opakovalo 10x na každém vzorku. Je to velice rychlá metoda zjištění tloušťky nátěru.



Obrázek 6 - Měřicí přístroj Elcometer 456

Tabulka 6 - Tloušťka suchého filmu nátěrů na vzorcích "A"

Tloušťka suchého filmu "A"			
	Alkyton	Alpina	Hammerite
1	29,3	45	57,4
2	32,8	24,6	54,9
3	43	24,9	59
4	29,3	54,2	52,3
5	40,9	23,1	41,2
6	32,1	47,2	33,2
7	41	29,7	39,9
8	45,6	54,3	37,8
9	40,5	29,6	58,1
10	31,5	43,8	32,1
$\bar{\sigma}$	36,6	37,64	46,59

Tabulka 7 - Tloušťka suchého filmu nátěrů na vzorcích "B"

Tloušťka suchého filmu "B"			
	Alkyton	Alpina	Hammerite
1	28,4	49,8	50,2
2	29,0	46,2	39,3
3	33,3	50,0	45,8
4	45,6	45,9	41,2
5	37,5	42,5	39,0
6	27,4	43,9	41,4
7	36,8	46,0	36,6
8	47,9	34,9	49,7
9	42,6	33,9	55,9
10	54,9	40,5	45,9
$\bar{\sigma}$	38,3	43,4	44,5

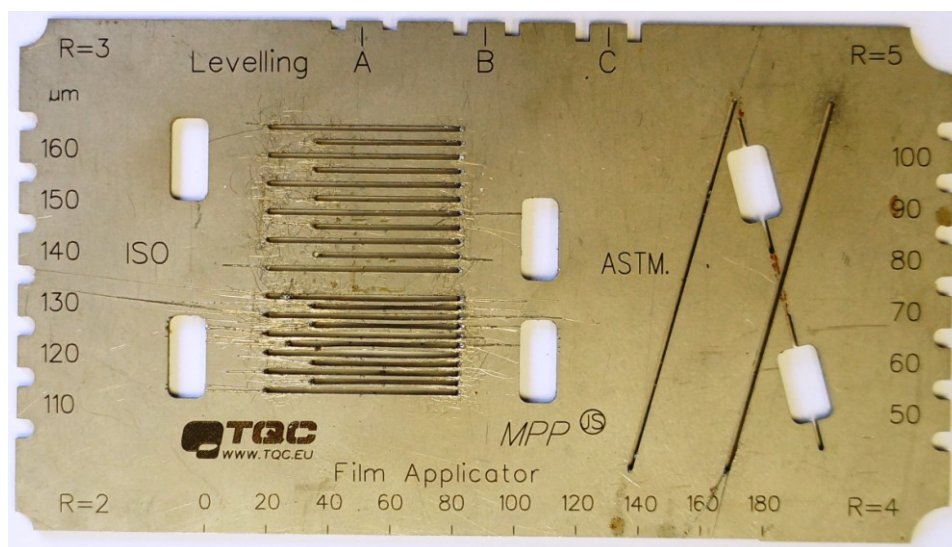
5.6 Hodnocení odolnosti nátěrových hmot

5.6.1 Mřížková zkouška (ČSN ISO EN 16276-2)

Po naměření suché vrstvy nátěru a jejich zprůměrování byla určena vzdálenost řezů. Pro tvrdé podklady a tloušťky nátěru do 60 μm je vzdálenost řezů 1 mm. Provedl jsem 6 řezů vedle sebe a 6 na ně kolmé tak, abych vytvořil mřížku. Použil jsem vodící šablonu od firmy TQC. Po provedení řezu jsem jemným štětcem otřel místo řezů. Po té jsem na vytvořenou mřížku přilepil samolepící pásku. Po dokonalém uhlazení a asi 5 minutách jsem samolepící pásku pod úhlem 60° odlepil. Následně bylo vizuálně za pomoci lupy zkontrolováno poškození a porovnal jsem je s klasifikační tabulkou dle ČSN EN ISO 16272-2. Mřížkovou zkoušku jsem provedl na všech vzorcích 2x.

Použité prostředky a pomůcky:

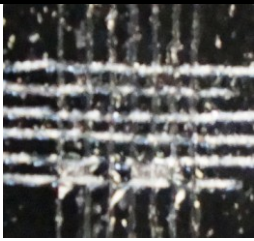
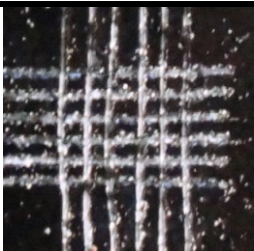




- vodící šablona
- jednobřítý řezný nástroj
- samolepící páska
- štětec
- lupa




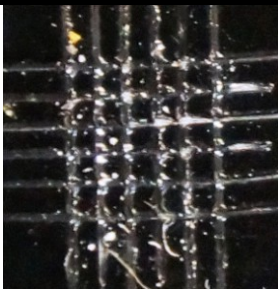
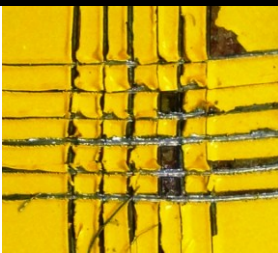



Obrázek 7 - Vodící šablona na mřížkovou a křížovou zkoušku

Fotodokumentace mřížkové zkoušky a její vyhodnocení

Tabulka 8 - Výsledky mřížkové zkoušky na vzorcích "A"

Vzorek	Fotodokumentace	Klasifikace poškození
Alkyton/"A"		2
		1
Alpina/"A"		1
		1
Hammerite/"A"		0
		0

Tabulka 9 - Výsledky mřížkové zkoušky na vzorcích "B"

Vzorek	Fotodokumentace	Klasifikace poškození
Alkyton/"B"		2
		1
Alpina/"B"		3
		2
Hammerite/"B"		1
		1



5.6.2 Zkouška křížového řezu (ČSN ISO EN 16276-2)

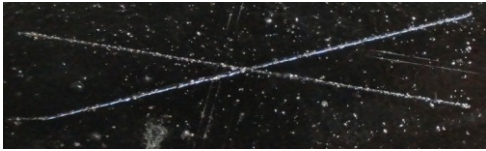

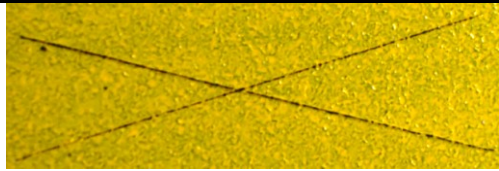



Pro tuto zkoušku jsem použil stejnou vodící šablonu i řezný nástroj jako pro mřížkovou zkoušku. Zkouška není nikterak omezená tloušťkou ani nepodléhá volbě parametrů. Všechny parametry jsou dané. Provedl jsem řezy ve tvaru X o délce 40 mm. Po provedení řezů jsem místo ometl měkkým štětcem a nalepil samolepící pásku. Po dokonalém přitlačení a asi 5 minutách jsem lepící pásku strhl. Vizually jsem vzorky zkontroloval a vyhodnotil podle klasifikační tabulky, která je uvedena v normě ČSN ISO EN 16276-2. Na každém vzorku jsem zkoušku provedl 2x.

Použité prostředky a pomůcky:




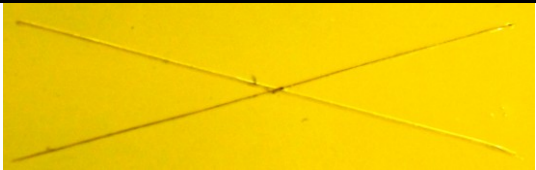


- vodící šablona
- řezný nástroj
- štětec
- samolepící páska
- lupa

Fotodokumentace křížové zkoušky a její vyhodnocení

Tabulka 10 - Výsledky zkoušky křížového řezu na vzorcích "A"

Vzorek	Fotodokumentace	Klasifikace poškození
Alkyton/"A"		0
		0
Alpina/"A"		0
		0
Hammerite/"A"		0
		0

Tabulka 11 - Výsledky zkoušky křížového řezu na vzorcích "B"

Vzorek	Fotodokumentace	Klasifikace poškození
Alkyton/"B"		0
		0
Alpina/"B"		4
		1
Hammerite/"B"		0
		0

5.6.3 Odrhová zkouška přilnavosti (ČSN EN ISO 16276-1)

U této zkoušky jsem použil mechanický odtrhoměr od firmy Elcometer. Tento přístroj je plně přenosný a velice jednoduchý. Rozsah měření použitého odtrhoměru je 0 - 22 MPa. Slouží pro měření přilnavosti (adheze) povlaků. Přístroj je opatřen indikátorem, který nám po vykonání zkoušky ukáže sílu potřebnou k odtržení panenky. Tyto panenky byly přilepeny dvousložkovým epoxidovým lepidlem přímo na nátěr. Před zkouškou jsem místo kolem panenek obřezal pomocí ozubeného řezáku až na základní materiál. Po ořezání místa kolem panenek jsem na panenky nasadil podpurný prstenec. Po té jsem na panenky

nasadil odtrhoměr díky speciální kleštině. Ručně jsem dotáhl šroub a vymezil jsem tím vůli mezi panenkou a kleštinou odtrhoměru. Dále jsem nasadil ráčnu na šroub a plynulým otáčením šroubu, zrychlením menším než 1 MPa/s, jsem vykonal zkoušku. Do 90 s by mělo dojít k lomu. Na každém vzorku jsem zkoušku provedl 2x.

Použité prostředky a pomůcky:

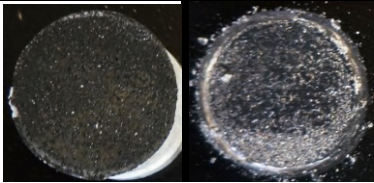
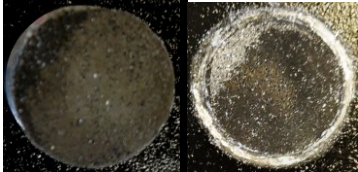
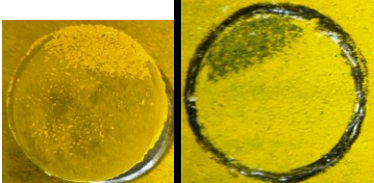
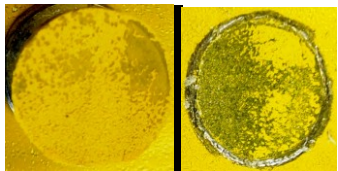
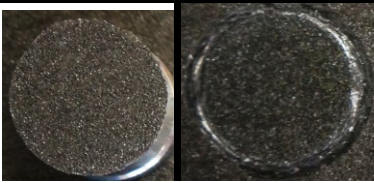

- odtrhoměr
- ráčna
- panenky
- lepidlo
- podpůrný prstenec
- ozubený řezák



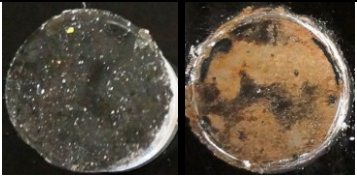
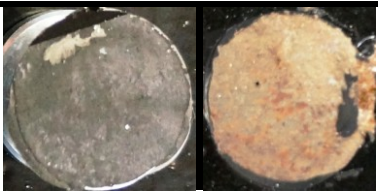
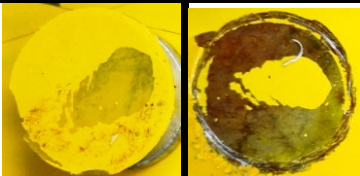
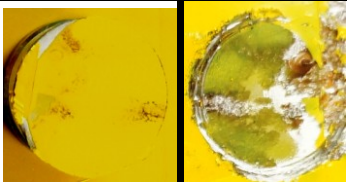
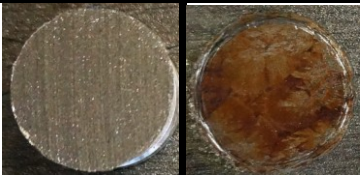
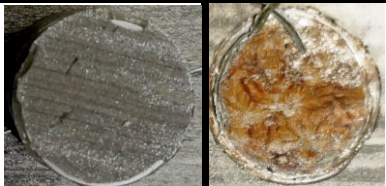
Obrázek 8 - Odtrhoměr Elkometer nasazený na panenku

Fotodokumentace odtrhové zkoušky a její vyhodnocení

Tabulka 12 - Výsledky odtrhové zkoušky na vzorcích "A"

Vzorek	Fotodokumentace	Typ lomu a jeho procentuální vyjádření	Odtrhová pevnost [MPa]
Alkyton/"A"		A/B 25% B 75%	8
		A/B 15% B 85%	7
Alpina/"A"		A/B 15% B 5% B/Y 80%	6
		A/B 60% B 3% B/Y 37%	5
Hammerite/"A"		A/B 80% B 20%	5
		A/B 85% B 15%	6

Tabulka 13 - Výsledky odtrhové zkoušky na vzorcích "B"

Vzorek	Fotodokumentace	Typ lomu a jeho procentuální vyjádření	Odtrhová pevnost [MPa]
Alkyton/"B"		A/B 95% B 5%	1
		A/B 98% B 2%	2
Alpina/"B"		A/B 77% B/Y 23%	3
		A/B 96% B 2% B/Y 2%	2
Hammerite/"B"		A/B 99% B 1%	3
		A/B 92% B 8%	4

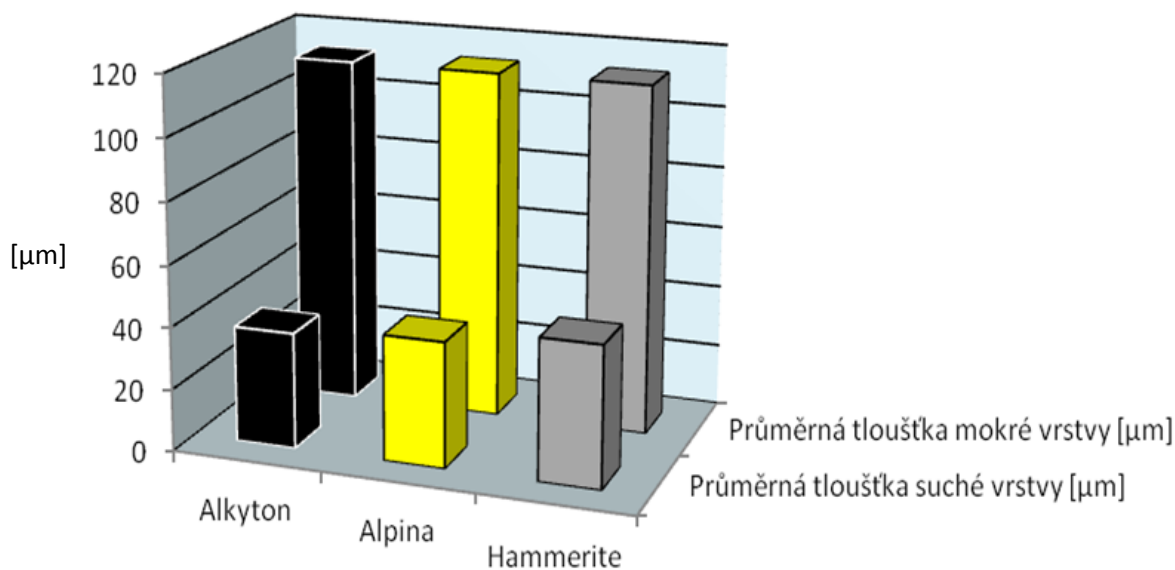
6 Technicko-ekonomické zhodnocení

6.1 Vyhodnocení tloušťky suché a mokré vrstvy nátěrů (ČSN EN ISO 2808)

Tloušťky jednotlivých nátěrů byly naměřeny podle normy ČSN EN ISO 2808. Tloušťky mezi jednotlivými nátěry se liší v řádu jednotek mikrometrů.

Tabulka 14 - Průměrné hodnoty tloušťky mokré a suché vrstvy nátěrů

Nátěr	Průměrná tloušťka mokré vrstvy [μm]	Průměrná tloušťka suché vrstvy [μm]
Alkyton	113	37,45
Alpina	113	40,52
Hammerite	113	45,55



Graf 1 - Průměrné tloušťky nátěrů

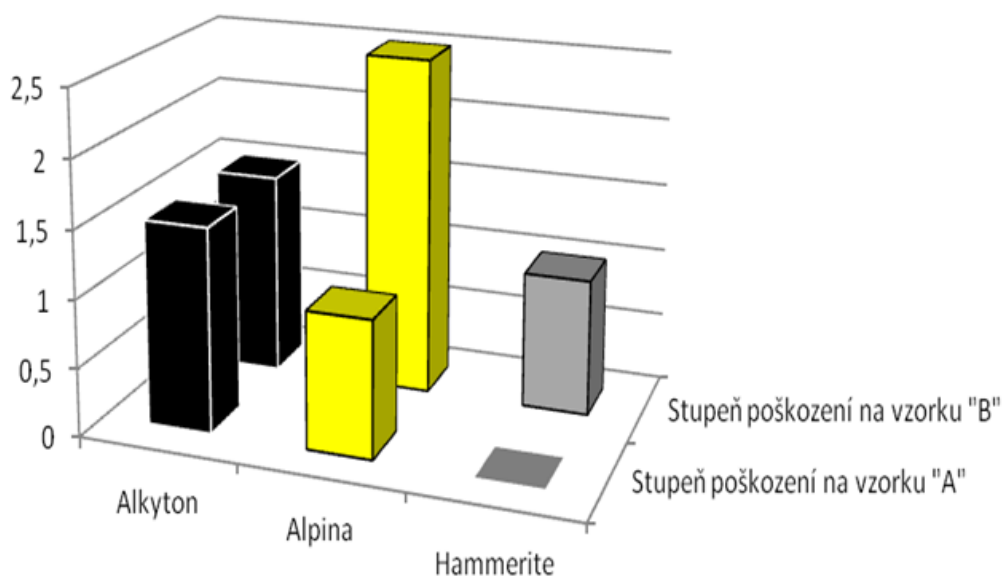
Nejmenší tloušťku po uschnutí nátěru vykazoval nátěr Alkyton. Naopak největší tloušťku suché vrstvy vykazoval nátěr Hammerite. Rozdíl těchto dvou nátěrů je přibližně 8 μm . Suchá vrstva má oproti mokré vrstvě ztrátu kolem 55% objemu.

6.2 Vyhodnocení mřížkové zkoušky (ČSN EN ISO 16276-2)

Zkouška, byla na každém vzorku provedena dvakrát. Výsledky uvádím v tabulkách 8 a 9. Výsledky jsem zprůměroval a uvedl v tabulce 15.

Tabulka 15 - Průměrné hodnoty stupňů poškození mřížkové zkoušky

Vzorek	Stupeň poškození na vzorku "A"	Stupeň poškození na vzorku "B"
Alkyton	1,5	1,5
Alpina	1	2,5
Hammerite	0	1



Graf 2 - Průměrné hodnoty stupňů poškození u mřížkové zkoušky

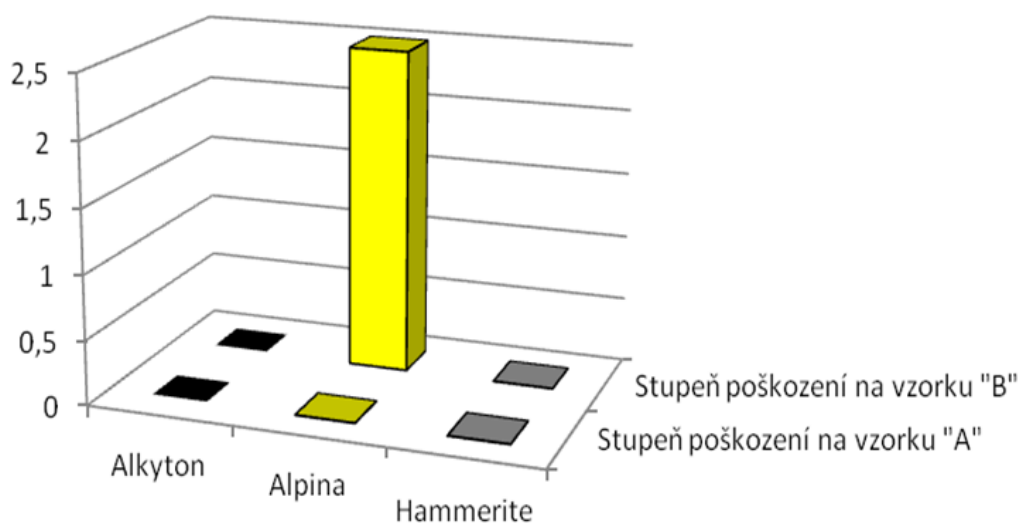
Nejmenší průměrné poškození na obou podkladových materiálech vykazuje ze všech nátěrů Hammerite. Na vzorku "A" žádné poškození, na vzorku "B" jedno z nejmenších. Nátěr Alkyton dosahuje vyrovnaných výsledků na obou typech vzorků. Nátěr Alpina má největší průměrné poškození na vzorku "B" ze všech nátěrů. Z této zkoušky vyplývá jako nátěr s nejlepší adhezní schopností Hammerite.

6.3 Vyhodnocení zkoušky křížového řezu (ČSN EN ISO 16276-2)

Zkouška byla na každém vzorku provedena 2x. Kompletní výsledky a fotodokumentaci uvádím v tabulkách 10 a 11. Průměrné výsledky uvádím v tabulce 16 a grafu 3.

Tabulka 16 - Průměrné hodnoty výsledků zkoušky křížového řezu

Vzorek	Stupeň poškození na vzorku "A"	Stupeň poškození na vzorku "B"
Alkyton	0	0
Alpina	0	2,5
Hammerite	0	0



Graf 3 - Průměrné hodnoty stupňů poškození u zkoušky křížového řezu

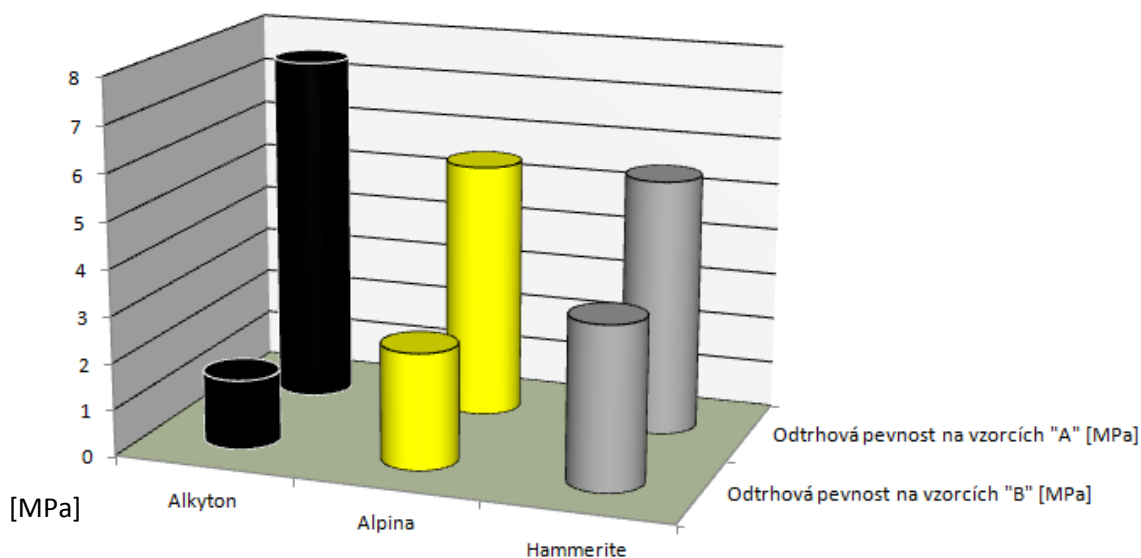
U zkoušky křížového řezu, až na nátěr Alpina, dopadli nátěrové systémy velmi dobře. U nátěru Alpina na podkladovém materiálu "B" docházelo k odlupování i odpadávání nátěru. U ostatních nátěrů se neprojevovalo žádné odlupování ani odpadávání.

6.4 Vyhodnocení odtrhové zkoušky (ČSN EN ISO 16276-1)

Tato zkouška určila potřebnou sílu k odtržení přilepených panenek ke zkušebním vzorkům. Kompletní výsledky uvádím v tabulkách 12 a 13. Zkouška provedena 2x na každém vzorku.

Tabulka 17 - Průměrné hodnoty výsledků odtrhové síly u odtrhové zkoušky

Vzorek	Odrhová pevnost na vzorcích "A" [MPa]	Odrhová pevnost na vzorcích "B" [MPa]
Alkyton	7,5	1,5
Alpina	5,5	2,5
Hammerite	5,5	3,5



Graf 4 - Průměrné hodnoty odtrhové síly u odtrhové zkoušky

Největší hodnoty považují za nejlepší. Nejlepším výsledkům na podkladovém materiálu "A" odpovídá nátěr Alkyton. Ten dosahuje průměrné hodnoty odtrhové síly 7,5 MPa. Nátěry Alpina a Hammerite dosahují o 2 MPa méně.

Na podkladovém materiálu "B" má nejlepší výsledky nátěr Hammerite a to průměrně 3,5 MPa. O 1 MPa méně má nátěr Alpina. U Alkytonu docházelo k odtržení již při 1,5 MPa.

6.5 Ekonomické zhodnocení

Ekonomická stránka je důležitá pro většinu odběratelů, ať už je to cena nátěru, doba schnutí nebo taky náročnost nanášení. Ztráty při nanášení jsem minimalizoval použitím štetce. Všichni tři výrobci uvádí jako další možnost nanášení stříkací pistolí. U této metody by byly ztráty poněkud vyšší.

Doba schnutí nátěrových systémů

Tabulka 18 - Doba schnutí nátěrů (při 25 °C)

Nátěr	Suché na dotek (hodin)	Suché k přetření (hodin)
Alkyton	4	16
Alpina	8	24
Hammerite	2	6

Faktory ovlivňující schnutí jsou teplota, proudění vzduchu, vlhkost, tloušťka nátěru. Proto nelze jednoznačně určit přesnou dobu schnutí.

Podle výrobce má nejkratší dobu nátěr Hammerite. Teoreticky se dají zvládnout 4 vrstvy tohoto nátěru, zatím co u nátěru Alpina 1 vrstva.

Vydatnost

Závisí na spoustě faktorů. Patří mezi ně, například poréznost a drsnost podkladu, ztráty materiálu během aplikace.

Tabulka 19 - Teoretická vydatnost

Nátěr	Teoretická vydatnost [m ² /l]
Alkyton	10,5
Alpina	10
Hammerite	7

**Cena nátěrů****Tabulka 20 - Cena nátěrů (zaokrouhleno)**

Nátěr	Cena za 1 l nátěru [Kč]	Cena za 1 m² natřeného materiálu dle teoretické vydatnosti [Kč]
Alkyton	716	68
Alpina	155	16
Hammerite	596	87

Cenově nejvýhodněji vychází nátěr Alpina. 1 m² natřeného materiálu vychází teoreticky na 16 Kč, což je přibližně 4 x méně než u nátěru Alkyton, přibližně 5 x méně než u nátěru Hammerite. Jedná se ovšem o teoretické propočty, výsledná cena závisí na více faktorech.



7 Závěr

Ve své bakalářské práci se zabývám povlaky pro krátkodobou a dlouhodobou protikorozi ochranu výrobků hutní produkce, konkrétněji organickými povlaky.

V teoretické části se na začátek věnuji krátce korozi. Popisuji co způsobuje, její rozdělení, prostředí, kde a v jaké míře se vyskytuje, jak se proti ní bránit a také korozní zkoušky. Podrobně se pak zabývám organickými povlaky a jejich rozdělením, složením, značením, nanášením a testováním.

V experimentální části bakalářské práce zkoumám přilnavost organických protikorozi nátěrů. Testuji tři běžně dostupné nátěry, které výrobci označují jako samozákladové barvy určené k nanášení přímo na rez. Jedná se o Alkyton Na rezavý kov, Alpina Direkt auf Rost a Hammerite Přímou na rez. Jako základní materiály byly použity dva druhy materiálu. Dle výrobce se nátěry mohou nanášet přímo na rez. Toho jsem využil a jeden z podkladových materiálu byl pokryt povrchovou korozi. U nátěrů byla stanovena tloušťka mokré i suché vrstvy. Po té byly ke stanovení přilnavosti použity tři zkoušky. Mřížková zkouška, zkouška křížového řezu a zkouška odtrhová.

U ocelového plechu z konstrukční oceli značeným "A" dosahovali všechny nátěry vysokou kvalitu adheze. I přes to nejlepší výsledky měl nátěr Hammerite, který měl u mřížkové i křížové zkoušky nulové poškození. U odtrhové zkoušky ho překonal nátěr Alkyton se silou o 2 MPa větší.

Hammerite oproti ostatním nátěrům dosahoval výborných vlastností i na vzorku "B", tedy na plechu standart pokrytým korozi. Z výsledku mřížkové zkoušky je patrné nejmenší poškození z nátěrů. U křížové zkoušky, stejně jako Alkyton, má poškození nulové. Nejvyšší hodnoty z nátěrů dosahuje hammerite i u odtrhové zkoušky.

Hammerite dosahuje vyrovnaných výsledků na obou podkladových materiálech. Podle výsledku se jeví jako nejlepší z testovaných nátěrů.

Čas, který se ušetřil neprovedením předúpravy vzorků "B", se projevil na adhezi nátěrů. Důkladná předúprava u vzorků "A" se projevila na lepších výsledcích zkoušek.



8 Literatura

- [1] MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB-TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] KUBÁTOVÁ, H. a kol. *Nátěry kovů*. Praha: Grada publishing, spol. s r. o., 2000, 101 s. ISBN 80-247-9035-1.
- [3] PAVELKOVÁ, D. *Konzervační schopnost povlaků aplikovaných na materiály hutní produkce pro krátkodobou protikorozi ochranu*. Diplomová práce, VŠB-TU Ostrava, 2013, 171s
- [4] ČSN EN ISO 12944-2 *Nátěrové hmoty- Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy- Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí*. Český normalizační institut, Praha, 1998, 16 s
- [5] ČSN EN ISO 16276-2: *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy hodnocení a kritéria přijetí adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku Část2: Mřížková zkouška a křížový řez*. Praha: Český normalizační institut, Leden 2008. 16 s.
- [6] ČSN EN ISO 16276-1 *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy - Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku - část 1: Odrthová zkouška*. Praha, Český normalizační institut, 2008. 16s.
- [7] Technická dokumentace, Ing. Lukáš Procházka, *Struktura povrchu* [online][cit. 2014-5-18].Dostupné z: http://www.sps-prosek.cz/soubory/M/TD/TD-struktura_povrchu.pdf
- [8] ČSN EN ISO 4287. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) Struktura povrchu: Profilová metoda Termíny, definice a parametry struktury povrchu*. Praha: Český normalizační institut, 1999.



- [9] JIRÁSEK, J., VAVRO, M.: *Nerostné suroviny a jejich využití*. Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1378-3
- [10] ČSN EN ISO 2808. *Nátěrové hmoty stanovení tloušťky nátěru*. Praha : Český normalizační institut, Říjen 2007. 40 s.



Seznam příloh

Příloha A

- technický list Alkyton Na rezavý kov
- technický list Alpina Direkt auf Rost
- technický list Hammerite Přímo na rez

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. Ing. Jitce Podjuklové. CSc., za možnost vypracovat bakalářskou práci pod jejím vedením, Ing. Lence Koldové za cenné rady a připomínky.

Především děkuji svým rodičům, za podporu po celou dobu mého studia.