

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Darina Derahová

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE MAKROMOLEKULÁRNÍCH LÁTEK

ORGANICKÉ POVLAKY A NÁTĚROVÉ HMOTY

**NÁTĚRY ODOLNÉ VŮČI PŮSOBENÍ VYSOKÉ VLHKOSTI A
VODY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE:

Darina Derahová

VEDOUCÍ PRÁCE:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

KONZULTANT PRÁCE:

Ing. Martina Hejdová

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
MACROMOLECULAR MATERIALS
DEPARTMENT OF PAINTS AND ORGANIC COATINGS

COATINGS RESISTANT TO HIGH HUMIDITY AND WATER

BACHELOR WORK

AUTHOR: Darina Derahová
SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
CONSULTANT: Ing. Martina Hejdová

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Darina Derahová**
Osobní číslo: **C11895**
Studijní program: **B2831 Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Studijní obor: **Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Název tématu: **Povrchová ochrana konstrukčních materiálů vůči působení sladké vody a vysoké vlhkosti.**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište zásady pro formulaci a provádění nátěrů odolných vůči působení vody a vysoké vlhkosti. Charakterizujte pojiva vhodná pro nátěry vůči působení sladké vody, a pro nátěry odolné vůči působení vysoké vlhkosti.
2. Popište pigmenty a pojiva vhodné pro hygienicky vyhovující nátěry.
3. Proveďte přehled metod pro testování nátěrů vůči působení vody, vodných roztoků a vysoké vlhkosti.
4. Na vybraných vzorcích proveďte laboratorní zkoušky odolnosti nátěrů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce: **27. února 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2014**

P. L.

prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.

A. Kalendová

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2014

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121 / 2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhrady nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

.....

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. a Ing. Martině Hejdové za pomoc, odborné rady a především za ochotu, které mi poskytly během psaní bakalářské práce. Děkuji také své matce za podporu během celého mého studia.

SOUHRN

Tato bakalářská práce je psaná rešeršně-experimentální formou a zabývá se nátěry, které odolávají působení vysoké vlhkosti a vody.

V první části jsou popisovány zásady pro provádění nátěrů odolných vůči působení vody a vysoké vlhkosti. Jsou zde charakterizována pojiva vhodná pro tyto nátěry. Dále jsou uvedeny a popsány pigmenty a pojiva vhodná pro hygienicky vyhovující nátěry. V závěru první části jsou uvedeny metody vhodné pro testování nátěrů vůči působení vody, vodných roztoků a vysoké vlhkosti.

Druhá část je věnována experimentu. Zde jsou na vybraných vzorcích provedeny laboratorní zkoušky odolnosti nátěru.

Klíčová slova:

Pojiva

Pigmenty

Metody testování

SUMMARY

This bachelor work is written in the retrieval experimental form and deals with coatings that resist exposure to high humidity and water.

The first section describes the principles for applying coatings resistant to water and high humidity. They are characterized by a binding agent suitable for these coatings. Furthermore, as shown and described pigments and binders suitable for hygienically satisfactory coatings. Last first part methods are suitable for testing coatings to the action of water, aqueous solutions and high humidity.

The second part is devoted to the experiment. Here are the selected samples to laboratory testing resistance of the coating.

Keywords:

Binders

Pigments

Methods of testing

Obsah

Úvod	13
1. Teoretická část	14
1.1. <i>Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot</i>	14
1.2. <i>Pojiva</i>	15
1.2.1. Vlastnosti tuhého povrchu nátěrových hmot	16
1.2.2. Vlastnosti pevného povrchu	17
1.2.3. Vzájemné působení filmotvorné složky a povrchu tělesa	18
1.2.4. Rozdělení nátěrů podle molekulární struktury filmotvorné složky	19
1.3. <i>Vlastnosti nátěrů určené pigmenty</i>	24
1.3.1. Molybdenanové pigmenty	24
1.3.2. Kovový zinek	24
1.3.3. Kovový mangan	25
1.3.4. Fosforečnan zinečnatý	25
1.3.5. Jádrové pigmenty	26
1.3.6. Železitan zinečnatý a vápenatý	26
1.3.7. Pigmenty pro vrchní nátěry	26
1.3.7.1. Oxid železitý	27
1.3.7.2. Zinková běloba	27
1.3.7.3. Hliníkový prášek	28
1.3.7.4. Titanová běloba	28
1.4. <i>Metody testování korozní účinnosti organických povlaků a nátěrových hmot</i>	30
1.4.1. Faktory ovlivňující životnost nátěrových systémů	30
1.4.2. Makroklima a mikroklima	30
1.4.3. Dlouhodobé zkoušky	32
1.4.4. Laboratorní zkoušky	33
1.4.5. Dlouhodobé zkoušky v přírodních podmínkách	33
1.4.6. Přehled povětrnostních stanic	33
1.4.7. Zrychlené zkoušky v přírodních podmínkách	34
1.4.8. Ultrarychlé metody povětrnostních zkoušek	34

1.4.9. Zrychlené laboratorní zkoušky v simulovaných povětrnostních a korozních podmínkách	35
1.5. <i>Laboratorní metody ke stanovení ochranných vlastností nátěrů z hlediska korozně-inhibiční účinnosti</i>	35
1.5.1. <i>Zkoušky v solné mlze</i>	35
1.5.2. <i>Cyklické korozní zkoušky</i>	36
1.6. <i>Přehled dalších laboratorních metod k zjištění korozně-inhibiční účinnosti nátěrových hmot</i>	37
1.6.1. Zkouška ke stanovení odolnosti nátěrů vůči působení 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ASTM D2247)	37
1.6.2. Zkouška ke stanovení odolnosti nátěrů vůči SO ₂ a 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ISO 3231)	37
1.6.3. Zkouška pro stanovení odolnosti nátěrů vůči mlze NaCl se 100% relativní vlhkostí vzduchu (ISO 7253)	38
1.6.4. Zrychlená korozní zkouška v mlze solného elektrolytu – metoda Prohesion (ASTM – G85)	39
1.6.5. Zrychlený povětrnostní test s UV zářením a s řízenou kondenzací vody (ASTM D 4587)	40
1.6.6. Cyklický zrychlený korozní / povětrnostní test a expozicí solnému elektrolytu a UV záření (ASTM 5094-96)	40
2. Experimentální část	41
2.1. <i>Cíle bakalářské práce</i>	41
2.2. <i>Použité chemikálie</i>	41
2.2.1. Použité pigmenty	41
2.2.2. Pojivo	42
2.2.3. Rozpouštědla a další pomocné látky	42
2.3. <i>Použité přístroje a zařízení</i>	42
2.4. <i>Zhotovení zkušebních nátěrů</i>	43

2.5.	<i>Zkušební postupy hodnocení nátěrových hmot na základě fyzikálně-mechanických zkoušek</i>	43
2.5.1.	Stanovení stupně přilnavosti pomocí Mřížkové metody (ČSN 67 3085, ČSN ISO 2409)	43
2.5.2.	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu (ČSN 67 3079, ČSN ISO EN 1519)	44
2.5.3.	Stanovení odolnosti nátěru při úderu (ČSN 67 3082, ČSN ISO EN 6272)	44
2.5.4.	Stanovení odolnosti nátěru hloubením (ČSN 67 3081, ČSN ISO EN 1520)	44
2.6.	<i>Zkušební postupy hodnocení nátěrových hmot na základě korozních testů</i>	45
2.6.1.	Stanovení korozní odolnosti nátěrů vůči působení 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ASTM D2247)	45
2.6.2.	Zrychlená korozní zkouška v mlze chloridu sodného (ISO 7253)	45
2.6.3.	Zrychlený korozní test s UV zářením a s řízenou kondenzací vody (ASTM D 4587)	45
2.7.	<i>Metody hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností</i>	46
2.8.	<i>Metody hodnocení korozivních vlastností</i>	48
3.	Výsledky	50
4.	Diskuse	52
4.1.	<i>Přínos</i>	52
5.	Závěr	53
6.	Přílohy	54
7.	Seznam použité literatury	61

Úvod

Nátěrové hmoty mají dlouhou tradici, nejdříve jako hmoty určené k použití v malířství. Tyto hmoty se dále vyvíjely, až do podoby, v jaké je známe dnes. Nejrozsáhlejším způsobem ochrany proti vlivům koroze je aplikace organických povlaků.

Nátěrové hmoty odolné vysoké vlhkosti a vodě jsou určeny k ochraně konstrukcí, které jsou ve stálém styku s těmito typy prostředí. Nátěry vytvoří neporézní vrstvu, která je nepropustná pro vodní páru a vodu. Tato bariérová ochrana je v praxi hojně používána, například na jezových zařízeních. [1]

Pro antikorozi ochranu kovů jsou používány nátěrové hmoty na bázi epoxidů, polyuretanů a další. Při dodávkách pitné vody je účelem nátěrů chránit konstrukci zařízení před účinky koroze. Nátěr musí splňovat přísné hygienické požadavky a musí být zdravotně nezávadný. [1]

Tyto hmoty jsou testovány na odolnost vůči koroznímu prostředí, ve kterém jsou použity. Metody korozního testování mají za sebou dlouhý vývoj. V testování se prolínají dva cíle testování: a to zda nátěr prošel či neprošel a nebo zda nátěr napodobil a získal dobrou korelaci s přírodními testy. Vývoj testování nátěrových hmot se vyvíjel značně pomaleji než vývoj samotných nátěrových hmot. Při testování se upřednostňují cyklické testy, ty se liší různou kombinací faktorů, které způsobují korozi. [1]

1. Teoretická část

1.1. Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty jsou hmoty, které tvoří film a na konstrukci a další vhodné povrchy se nanášou v těstovitém, tekutém nebo práškovitém stavu. Tím se na konstrukci vytvoří nátěr požadovaných vlastností. Podle vlastností je rozdělujeme na transparentní a pigmentované. Transparentní tvoří průhledný až průsvitný nátěr (laky, fermeže), pigmentované tvoří většinou neprůhledný nátěr (emaily, barvy, tmely).

Podle použití rozeznáváme nátěrové hmoty vnitřní (nábytkové emaily, nátěry vnitřních omítek atd.), venkovní (snášejí venkovní atmosféru především sluneční záření), speciální (nátěrové hmoty chemicky odolné, pro vysoké teploty, pod vodu atd.).

Podle podmínek použití a pořadí v nátěrovém systému rozlišujeme nátěrové hmoty napouštěcí, které se používají k napouštění savých podkladů (dřevo, zdivo, papíru, textilu, betonu atd.), základní, které se používají pro první nátěr nenatřeného nebo napuštěného podkladu nebo případně první vrstvu obnovovacího nátěru, vyrovnávací, které se používají pro vyrovnání povrchu podkladu i tmelových vrstev, na podkladové, které se používají jako vrstva pod vrchní nátěr, a vrchní, které se používají jako poslední vrstva v nátěrovém systému, maskovací, které se používají pro maskovací účely (vojenské).

Podle způsobu tvorby filmu se dělí na zasychající chemickými pochody – při tvorbě filmu probíhají chemické pochody (oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice atd.), při kterých se z původních nízkomolekulárních látek stávají vysokomolekulární. Do této skupiny patří fermeže, bezrozpouštědlové nátěrové hmoty apod. Druhý způsob tvorby filmu je zasychání fyzikálními pochody – zasychání probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena. Při tvorbě filmu se filmotvorná látka chemicky nemění. Dále jsou to filmy zasychající fyzikálně i chemicky – film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Patří sem nátěrové hmoty epoxidové, polyuretanové a další, dále vypalovací a vytvrzované záření. [1]

Tekutá nátěrová hmota přechází v tuhý nátěrový film a tím zvyšujeme jeho pevnost, zlepšujeme jeho chemickou odolnost a zmenšujeme jeho rozpustnost. [1, 2]

Hlavními složkami nátěrových hmot jsou většinou filmotvorné látky, pigmenty, plniva, těkavá rozpouštědla a ředidla.

Filmotvorné látky jsou převážně netěkavé organické sloučeniny, které vytvářejí souvislý tuhý film o různé tloušťce. Nejčastěji to jsou vysychavé oleje – lněný, tungový,

přírodní pryskyřice – kalafuna, šelak, deriváty celulosy, deriváty kaučuku, asfalty a syntetické pryskyřice. Do této skupiny přiřazujeme také změkčovadla, to jsou viskózní kapalné a tuhé látky, prakticky netěkavé, které samostatně nezasychají a nevytvářejí tuhý film, ale rozpouštějí filmotvorné složky nebo jsou k nim indiferentní a upravují nadměrnou křehkost a tvrdost, aby nátěry získaly požadovanou vláčnost a pružnost. Používají se v nátěrových nitrocelulosoých, chlorkaučukových, polymerázových a jiných hmotách.

Další složkou nátěrových hmot jsou pigmenty. Nejčastěji to jsou oxidy kovů a soli. Pigmenty se často řídí podle barevného odstínu na bílé, černé, žluté, hnědé a další. Z hlediska ochrany kovů proti korozi toto třídění nevyhovuje, a proto jednotlivé pigmenty řadíme do skupin podle funkce při ochraně kovů proti korozi. Na ochranné vlastnosti pigmentů mají značný vliv vlastnosti korozního prostředí, zejména přítomnost chloridových a síranových iontů. Práškové anorganické pigmenty se používají k ochraně kovových výrobků vždy v kombinaci s filmotvornou látkou ve formě nátěrových hmot. Ochranný účinek inhibičních pigmentů vidíme v pasivaci kovového povrchu za vzniku oxidového filmu. Pro pigmentaci vrchních ochranných nátěrů se používají netoxické sloučeniny, jako je oxid titaničitý, železitý a zinečnatý. [1, 2, 35]

1.2. Pojiva

Ochranné vlastnosti nátěru jsou určovány dvěma podmínkami a to mechanickými a chemickými vlastnostmi filmu a soudržností.

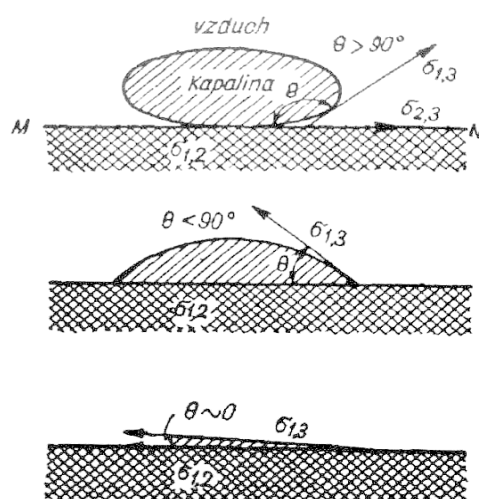
První podmínka nezávisí na natíraném povrchu, ale pouze na vlastnostech filmotvorné látky a ostatních složek filmu. Vlastnosti těchto filmů se neliší od vlastností samotných filmů ani od vlastností polymerních hmot, zhotovených ze stejných pryskyřic.

Druhou podmínkou je určováno jaké jsou fyzikální a chemické vlastnosti natíraného povrchu, tak i silami, kterými na sebe vzájemně působí povrch a materiál, který pokrývá. Tato podmínka má v technice ochranných povlaků velký význam.

Vlastnosti filmu na styčné ploše jsou určeny molekulární povahou látky a orientací molekul. Zde je počítáno s úplně čistým povrchem tuhého tělesa, přestože takové čistoty se špatně dosahuje. Tyto nečistoty mohou změnit situaci na povrchu. [1, 3]

1.2.1. Vlastnosti tuhého povrchu nátěrových hmot

Protože se nátěrové hmoty nanášejí v tekutém stavu, velmi záleží na vzájemném působení hmoty a povrchu. Tedy záleží na smáčivosti povrchu tuhého povrchu a nepřilnavosti kapaliny. Nátěr smáčí povrch za přítomnosti vzduchu. Rozeznáváme tři povrchová napětí a to na rozhraní tuhý povrch – vzduch, lak – tuhý povrch, lak – vzduch. Pokud kapka laku zaujme 1 cm^2 tuhého povrchu, zvětší se povrchové napětí na rozhraní tuhý povrch – lak na $\sigma_{1,2}$. Napětí na rozhraní tuhý povrch – vzduch se zmenší na $\sigma_{2,3}$ a na rozhraní lak – vzduch $\sigma_{1,3}$, protože vzduch, který pokrýval tuhý povrch, bude vytlačen lakem. [1]



Obr. 1.1.: Povrchové napětí kapalin

Zmenšení povrchové energie nutné k nanesení kapky laku na tuhý povrch, činí (1):

$$A = \sigma_{1,3} + \sigma_{2,3} - \sigma_{1,2} \quad (1)$$

Povrchové napětí $\sigma_{1,3}$ má směr tečny k povrchu kapky a tvoří s povrchem tuhého povrchu úhel θ , tzv. okrajový úhel. Rovnováha se stanoví, pokud (2):

$$\sigma_{1,2} + \sigma_{1,3} \cdot \cos \theta = \sigma_{2,3} \quad (2)$$

Dle této rovnice jde vypočítat podmínky smáčivosti tuhého povrchu. Povrch se smáčí a lak rozlévá, pokud je úhel θ ostrý. Smáčivostí je dána podmínka (3):

$$\sigma_{2,3} > \sigma_{1,2} + \sigma_{1,3} \quad (3)$$

Pokud se povrch nesmáčí a lak se nerozlévá je úhel θ tupý, protože $\sigma_{1,3} \cdot \cos \theta$ bude mít zápornou hodnotu (4):

$$\sigma_{1,2} > \sigma_{2,3} + \sigma_{1,3} \quad (4)$$

Spojením těchto rovnic dostaneme Youngovu rovnici (5):

$$A = \sigma_{1,3} + (1 + \cos \theta) \quad (5)$$

Čím je okrajový úhel menší, tím rychleji nastává smáčení povrchu. Úhel se zmenšuje tak dlouho, dokud se práce smáčení A nevyrovná energii soudržnosti molekul laku, tedy práci koheze kapaliny. Je-li okrajový úhel roven nule, pak se energie soudržnosti mezi molekulami tělesa a laku rovná energii soudržnosti mezi molekulami kapaliny, tedy kohezi ne je větší.

Smáčecí práci A si můžeme představit jako práci, kterou musíme vynaložit proti adhezním silám, aby se lak odtrhl od tuhého povrchu. Pokud se zvyšuje teplota, zmenšuje se povrchové napětí laku, protože zahřáté laky lépe smáčejí povrch. Adhezní napětí se rovná rozdílu mezi povrchovými napětími vzduch – tuhý povrch, lak – tuhý povrch. [1]

Důležitou úlohu jako má smáčení a adheze tekuté nátěrové hmoty na povrchu má i jejich viskozita a rychlost přeměny na tuhý film. Toto je specifická otázka a u každé skupiny nátěrových hmot probíhá zvlášť. Lze říci, že nejvýhodnější nátěry jsou z laků obsahujících co nejvíce netěkavých látek a co nejméně rozpouštědla. Toho lze dosáhnout, pokud jsou filmotvorné látky málo viskózní. Nejchopitelnější jsou nátěry, které se nanášejí za vysokých teplot bez použití rozpouštědla. Zde má velký vliv viskozita tavenin a smáčení tuhého povrchu taveninami.

1.2.2. Vlastnosti pevného povrchu

Na rozhraní mezi nátěrovým filmem a podkladovým materiálem vznikají čtyři typy vazeb - iontová, kovalentní, kovová a van der Waalsova.

Atomy filmotvorných látek jsou v molekule vázány kovalentní vazbou. Mezi jednotlivými molekulami se vyskytují tzv. koordinační vazby, tedy vazby mezi sdruženými molekulami. Tato vazba nabývá na významu u silně polárních sloučenin, které obsahují hydroxylové skupiny. Molekuly filmotvorné látky jsou spojeny van der Waalsovou vazbou.

Všechny druhy vazeb mají přímý vliv na fyzikální vlastnosti stejnorodé látky. Především na pevnost a obvykle se nazývají koheze.

Pokusně zjištěná pevnost látek je vždy menší než teoretická pevnost. Souvisí to s tím, že ideální obal molekul není možný. V látce jsou submikroskopické trhlinky, kde se soustředí vysoká napětí. Na povrchu a blízko povrchu se síly vazeb velmi odlišují. Proto kohezy chápeme jako souhrnný účinek všech sil stejnorodé látky. [1, 3, 5]

1.2.3. Vzájemné působení filmotvorné složky a povrchu tělesa

Vzájemné působení může mít povahu fyzikálně-chemickou, chemickou i povahu mechanickou. Při smáčení se na povrchu tělesa zvětšuje koncentrace nejpolarnějších molekul filmotvorných látek, tedy nastává absorpce. Polární molekuly, které se absorbovaly na povrchu tělesa, se orientují v určitém směru k povrchu tělesa.

Přilnavost je způsobena silami o různé povaze. Přilnavost u nátěrových hmot nastává na ploše, která závisí na struktuře povrchu a na nečistotách, které izolují povrch tělesa před stykem s filmotvornou látkou a tedy i před smáčením. Práci přilnavosti se rozumí síla potřebná k odtržení nátěru. Ta závisí na rychlosti odlupování filmu působením síly a na velikosti filmu, který je oddělený od povrchu. V Youngově rovnici se povrchová napětí rovnají měrné práci na vytvoření těchto povrchů. Je-li adheze menší než koheze a film je pružný lze adhezi vypočítat přímo. Pokud změříme práci potřebnou k odtržení filmu od natřeného povrchu.

Teorie adheze nekovových povlaků ke kovům:

- Adheze tuhých filmů je způsobena elektrostatickou přitažlivostí nábojů dvojité elektrické vrstvy – mikrokapaliny, vytvořené na rozhraní film – tuhý povrch.
- Odtržení filmu od povrchu v oblasti velkých rychlostí je oddálením polepů mikrokapaliny až do plynového výboje.

Při odtržení filmu od povrchu, jsou film a povrch nabity opačnými náboji. Před odtržením filmu mají náboje tak velkou hodnotu, že vzájemné působení pohlcuje všechnu práci na odtržení filmu. Pokud je rychlost odtrhávání velká, může být odtržení filmu provázeno praskáním. Při malých rychlostech odtrhávání se pohlcuje menší část práce, proto také výsledky stanovení přilnavosti závisí na rychlosti odtrhávání. [1, 2, 4]

1.2.4. Rozdělení nátěrů podle molekulární struktury filmotvorné složky

Pro jednoduchost rozdělujeme filmotvorné látky do dvou skupin podle jejich molekulární struktury a schopnosti přeměnit se v trojrozměrné polymery.

Pojiva, která tvoří film fyzikálním způsobem, jsou nízkomolekulární filmotvorné látky, která mají malou molekulovou hmotnost. Tyto monomery se při vysušování nepřeměňují na polymery nebo polykondenzační produkty. Nízkomolekulární látky, které se vyznačují nízkým stupněm polykondenzace nebo polymerace. Polymerační stupeň dosahuje hodnoty až 10 – novolakové pryskyřice. Vysokomolekulární polymery, tedy polymery řetězové s vysokým stupněm polymerace – polystyren, chlorovaný polyvinylchlorid, polybutylmethakrylát, estery celulózy.

Pojiva, která tvoří film chemickým způsobem. Velký význam mají pojiva, která při vysychání tvoří trojrozměrné polymery. Jsou to látky, které před zaschnutím jsou: monomery, nízkomolekulární produkty, vysokomolekulární řetězové polymery, které se změní v trojrozměrný polymer.

Rozdělení filmotvorných látek nám dává přehled o vlastnostech různých výrobků. Toto rozdělení se zaměřuje především na nejtypičtější struktury. Průmyslové výrobky, ale obsahují vedle typických struktur i příměsi z jiných skupin látek, nejvíce monomerů a nízkomolekulárních látek. [1, 5, 6]

U průmyslových látek se nejčastěji vyskytují smíšené filmotvorné látky, které se skládají ze dvou nebo více složek, které patří podle struktury do různých skupin. Podle struktury hlavního řetězce je dělíme na řetězce obsahující pouze uhlíkové atomy – polymerační produkty nerozvětvených sloučenin – kaučuk, polyvinylchlorid, polyetylen a další, řetězce, kde soukromě uhlíkových atomů také atomy kyslíku, dusíku, síry a dalších jiných prvků – epoxidy, polyuretany, celulóza, bílkoviny a další.

Tyto sloučeniny můžeme dále dělit dle jejich struktury. Sloučeniny čistě uhlíkové dělíme podle stavby řetězce a přítomnosti dvojných vazeb na látky polyethylenové, nenasycené a cyklické. Další sloučeniny dělíme podle přítomnosti, množství a povahy jiných atomů než jsou atomy uhlíkové na látky s řetězcí obsahující esterové vazby, s řetězcí obsahujícími dusík, s řetězcí obsahujícími síru, látky z kyslíkatých řetězců obsahujícími cykly. [1, 7, 8]

Každou skupinu dělíme na podskupiny podle přítomnosti, povahy a množství vedlejších skupin a substituentů. Polymethylenovou skupinu rozdělujeme na halogenidy,

hydroxylované sloučeniny a sloučeniny s postranními řetězy. Uvedené třídy látek se od sebe velmi liší a to především svými chemickými vlastnostmi.

Pojiva, která tvoří film fyzikálním způsobem. K tvorbě filmu dochází tehdy, pokud se vypaří rozpouštědlo z nátěrových hmot, které obsahují filmotvorné látky a které nemají funkční skupiny vhodné k reakcím a síťování. Můžou být použity tyto filmotvorné látky: vysokomolekulární polymery, nízkomolekulární kondenzační produkty, monomery nezpůsobivé k síťujícím reakcím.

Polymery tvoří řetězce buď rozvětvené, nebo nerozvětvené. Vlastnosti nátěrových hmot, které jsou tvořeny lineárními řetězci, jsou určovány délkou a strukturou řetězce. Nátěry tvořené uhlíkovým řetězcem jsou nejstálejší, z nichž jsou nejstálejší řetězce s nepohyblivými substituenty – polyetylen. Nátěry tvořené smíšenými řetězci – estery, celula, se vyznačují sklonem k oxidacím, zmýdelňování a dalším reakcím z čehož plyne, že tyto nátěry jsou málo odolné.

Zvětšujeme-li délku řetězce tak s ní roste viskozita, bod tání, pevnost filmů v tahu, odolnost proti obrušování a pružnost těchto polymerů. Díky tomu se zmenšuje výběr rozpouštědel a zároveň klesá obsah filmotvorné látky v nátěrové hmotě. Charakteristická je koncentrace filmotvorné látky, kde se pozoruje přechod laku v gel. Tuto závislost může měnit povaha látky, ale u většiny látek je toto charakteristické.

Na vlastnosti nátěrů má vliv hustota obalu atomu v molekule – molekulární objem. Tento objem závisí na tom, zda se v řetězci vyskytují makromolekulární substituenty. Substituenty v řetězci zmenšují možnost orientace, zvětšují vzdálenost mezi nimi, to vede ke zmenšení pevnosti v tahu, zvětšení náchylnosti k obrušování a zmenšení pružnosti nátěrů. Kopolymery a nesouměrné řetězce jsou lépe rozpustné. [1, 8, 10]

Mechanická pevnost a odolnost filmů při obrušování se projevuje, pokud molekulová hmotnost stoupne nad hodnotu 10 000. Zde se zvětšuje chemická stálost filmů a jejich odolnost proti povětrnostním vlivům. Z toho důvodu musí být v řetězci více než 40 až 100 strukturních jednotek. Pokud je strukturních jednotek málo tak se tyto filmy blíží nízkomolekulárním látkám. Tyto filmy pak mají malou mechanickou pevnost a neodolávají působení chemických činidel a povětrnostních vlivů. [1, 17]

Mechanické vlastnosti filmů se zlepšují, pokud je počet strukturních jednotek nad 40 až 100. Současně se zvětšuje odolnost proti povětrnostním vlivům. Počet strukturních jednotek větší než 250 má malý vliv na vlastnosti filmů, pokud počet strukturních jednotek stoupne nad 600, se na vlastnostech nátěrů téměř neprojeví. Odstraníme-li nízkomolekulární

frakce, zlepšíme vlastnosti jako pevnost, pružnost, odolnost proti obrušování, ale klesne nám přilnavost. [12]

Nenamáháme-li film, tak klubka makromolekul nejsou uspořádána. Natahujeme-li film tak se molekuly orientují ve směru tahu, pokud přestane namáhání působit, orientace většinou zmizí. U smíšených řetězců souvisí molekulová hmotnost s polaritou molekuly. Tedy, čím je molekulová hmotnost větší, tím menší je polarita molekuly. Molekulová hmotnost a polarita molekuly souvisí s vlastnostmi nátěrů, jako jsou pevnost filmu a přilnavost filmu k podkladu. Zvětšujeme-li molekulovou hmotnost látky, zvětšujeme pevnost a zmenšujeme přilnavost.

Zvětšujeme-li polaritu molekul látky, tak současně zvětšujeme přilnavost nátěru. Vlastnosti nátěru se různě mění a to podle toho, jakými skupinami je polarita způsobována. Z toho důvodu, mají polymery zajišťující odolnost nátěru špatnou přilnavost a polymery málo odolné mají dobrou přilnavost.

K získání nátěrů odolných proti povětrnostním vlivům, se používá řetězových polymerů v modifikovaných nátěrech, kde se k vysokomolekulárním polymerům přidávají nízkomolekulární polymery, které zajišťují přilnavost. A ve vícevrstvých nátěrech, kde je polymer nanášen na základ z nízkomolekulárních látek s dobrou přilnavostí, které se při tvorbě filmu přeměňují ve vysokomolekulární trojrozměrné polymery. [1, 8, 9]

Pružnost nátěru je způsobena tím, že molekulární řetězce jsou v rovnovážném stavu zprohýbané. Čím je řetězec delší a zprohýbanější, tím je film pružnější. Růst řetězce zvětšuje mechanickou pevnost. Při deformacích nátěrů se řetězce narovnávají a stupeň tohoto narovnání vyjadřuje velikost pružnosti nátěru. Vysokomolekulární látky, které mají rozvětvenou strukturu, tvoří málo pružné filmy.

Vznik filmu je popisován dvěma způsoby a to vypařováním těkavých složek z nátěrového filmu a vznikem filmové struktury, vznikající při vytváření filmu a trvajícím i po přechodu vysokomolekulárního polymeru do sklovitého stavu.

Vypařování rozpouštědla je pochod, který se skládá ze tří částí. V počátečním okamžiku je filmtvorná látka nanášena na podklad. V tomto okamžiku je ve filmu mnoho rozpouštědla a vypařování nastává z volného povrchu tohoto rozpouštědla. Tato doba je velmi krátká, protože koncentrace filmtvorné látky u povrchu vzrůstá. V této době také začíná difúze rozpouštědla i z nižších vrstev a dochází k jeho vypařování. Také se začíná nad povrchem filmtvorné látky tvořit tenká vrstva nasycených par tohoto rozpouštědla.

V druhé části se na povrchu filmtvorné látky tvoří tenký monomolekulární film – nejdříve viskózní gel, potom xerogel, který se stále zvětšuje na úkor tloušťky filmu. V tomto

dlouhém období je nezbytné, aby vypařující se rozpouštědlo přemohlo difúzní odpor filmu tak i odpor vznikajícího monomolekulárního filmu. V posledním stádiu se vypařuje rozpouštědlo, které je vázané nejpevněji s filmotvornou látkou. Tato doba vypařování může být velmi dlouhá. [1, 15]

Nízkomolekulární kondenzační filmotvorné látky – aminopryskyřice, fenolické pryskyřice, alkydy, mají malý polykondenzační stupeň. Molekula těchto látek obsahuje malý počet strukturních jednotek. Kondenzační pryskyřice, které nejsou schopné síťování a neobsahují modifikátory zajišťující tuto schopnost přeměny, způsobují velkou přilnavost a špatnou mechanickou pevnost nátěrů.

Přírodní pryskyřice rostlinného původu – kalafuna, mastix, damara, se svými vlastnostmi podobají těmto nízkomolekulárním kondenzačním látkám. Získání nátěrů na bázi nasycených polymerů kondenzačních pryskyřic, pryskyřic rostlinného původu bez chemických látkových přeměn je založeno na vypařování rozpouštědla – tedy fyzikální tvorba filmu. Tyto nátěrové filmy zasychají rychleji než látky, které se síťují při tvorbě filmu. Rychlost tohoto pochodu závisí pouze na rychlosti vypařování obsaženého rozpouštědla.

Var rozpouštědla se nachází v rozmezí 56 až 140°C, zvyšování teploty sušení je proto omezeno bodem varu nejnižše vroucí složky. Nachází-li se teplota sušení nad teplotou varu, bude při vypařování docházet k bouřlivým reakcím, které způsobují vady filmu. Sušení nátěrů obsahující těkavá rozpouštědla spočívá v zahřívání tekuté nátěrové hmoty na teplotu v rozmezí 40 až 45°C. To zkracuje dobu sušení, ale vede k úspoře rozpouštědla a to z důvodu, že se zmenšuje viskozita laku, což právě vede k úspoře rozpouštědla. Největší vliv na sušení nátěrů má výměna vzduchu v lakovnách.

Pojiva, která tvoří film chemickým způsobem. Zde jsou nejčastější pochody, při kterých vznikají trojrozměrné polymery. To je výsledkem spojování molekul nízkomolekulárních látek – olejů a lineárních polymerů, spojováním tyto molekuly ztrácejí pohyblivost, což vede ke zmenšení rozpustnosti a tavitelnosti a později k přechodu v nerozpustné a netavitelné látky. Současně vzrůstá tvrdost nátěru, ale zmenšuje se pružnost a rozpustnost nátěru.

Polykondenzací se dosahuje přeměny v trojrozměrný polymer, především v technice povrchové úpravy kovů fenolformaldehydovými nátěry.

Změna monomerů či lineárních polymerů v trojrozměrný polymer nastává u nátěrů polymerací či kopolymerací v oblasti nenasycených vazeb a to buď přímo, nebo pomocí kyslíku. Příkladem jsou vysychavé oleje, syntetické kondenzační pryskyřice modifikované oleji – alkydové, fenolové, močovinnové a kaučuky.

Polykondenzací – fenolformaldehydové resoly, močovinové a melaminové pryskyřice, pochody probíhají při sušení nátěrů za vyšších teplot.

Polyadící – u polyuretanů dochází k reakci izokyanátové skupiny s hydroxylovou skupinou na řetězci polymeru, u epoxidů reakcí aminoskupiny s oxránovou skupinou na lineární molekule epoxidu. [1, 15, 21]

Přeměna v trojrozměrný polymer prudce zvyšuje chemickou odolnost nátěru, odolnost proti povětrnostním vlivům a také přilnavost nátěru k podkladu. U olejových a alkydových modifikovaných nátěrových hmot je zaschnutí projev chemické reakce, jež vede k přeměně kapalného oleje či pryskyřice v tuhý nerozpustný film, příčinou je reakce se vzdušným kyslíkem na α -uhlíku řetězce nenasycené mastné kyseliny.

Lněný olej bez přídavku sikativa zasychá přibližně jeden týden, zde probíhají složité pochody. Prvním pochodem je oxidace se vzdušným kyslíkem, ten se aduje na α -uhlík a tvoří peroxidové radikály a později hydroperoxydy. Vznikající peroxydy jsou nestálé a podmiňují přechod na stálejší vysokomolekulární látky. Přechod na vysokomolekulární látky je důležitý pro odolnost nátěrů proti působení okolního prostředí, v tomto přechodu ztrácí film svoji rozpustnost. [1, 3, 35]

1.3. Vlastnosti nátěrů určené pigmenty

Pigmenty mají velký vliv na vlastnosti a životnost nátěrů, vždy jsou používány v kombinaci s pojivem. Nejrozšířenější antikorozi pigmenty jsou toxické sloučeniny obsahující olovo a chromanový ion. Tyto sloučeniny jsou proto nahrazovány sloučeninami netoxickými. Na vrchní ochranné nátěry se používají netoxické sloučeniny – oxid titaničitý, oxid železitý a oxid zinečnatý.

1.3.1. Molybdenanové pigmenty

Molybdenan vápenatý a zinečnatý a zásaditý molybdenan zinečnatý jsou pigmenty vyráběné průmyslově. Tyto pigmenty jsou na rozdíl od pigmentů obsahující chromanový či olovnatý anion netoxické, a to příznivě ovlivňuje možnosti jejich použití. Vzhledem k nedostatku surovin pro výrobu těchto pigmentů je cena hlavní limitující faktor, který ovlivňuje širší použití těchto pigmentů pro základní nátěry na ocel.

Molybdenanový anion není citlivý na přítomnost chloridových a síranových iontů v roztoku jako anion chromanový. Nejmenší ochranu oceli poskytuje při pH 7, za této hodnoty pH vznikají z molybdenanů polymolybdenany. Z porovnání ochranných vlastností jiných pigmentů s molybdenanem vyplývá, že molybdenan má dobré ochranné vlastnosti. Nátěrové hmoty pigmentované molybdenanem se u nás nevyrábějí a vzhledem k jeho ceně se ani v širším měřítku nevyrábějí. [11, 16]

1.3.2. Kovový zinek

Zinek byl poprvé použit při výrobě nátěrových hmot v roce 1840, kdy byla v nátěrech využita jeho velká nývost nikoliv elektrochemické vlastnosti využívané v antikorozi pigmentech. Nátěrové hmoty obsahují v sušině až 96 % práškového kovového zinku, tím je podmíněna ochranná účinnost těchto nátěrů. Díky vysokému obsahu práškového zinku je dosaženo vodivého kontaktu mezi jednotlivými částicemi a chráněným povrchem.

Jen pokud je zinek v nátěru ve velkém obsahu lze uplatnit korozní činnost článku zinek – ocel. V tomto článku je ocel korozní katodou a tedy se nerozrušuje, a zinkové částice jsou korozními anodami, ochranná účinnost je tedy přímo úměrná tloušťce na ocelovém povrchu. V zinkových nátěrech se 25% zinku spotřebuje na elektrochemickou ochranu povrchu, zbytek působí jako elektricky vodivé plnivo a bariérový pigment.

Tyto nátěry se osvědčily zejména v průmyslové atmosféře, kde je ovzduší znečištěno převážně oxidem siřičitým. Naopak v atmosféře znečištěné chlorovodíkem, kdy absorpční vodný film je příliš kyselý, dochází k rychlému porušení nátěru. V mořské vodě zinkové nátěry neobrustají a ocel chrání lépe než olovnaté nátěry.

Zinkové nátěry lze provádět na ocelové povrchy pokryté slabou vrstvičkou rzi, tato vrstvička musí být elektricky vodivá, aby bylo umožněno vodivé spojení mezi kovovým povrchem a částčkami zinkového prášku obsaženého v nátěru. Tyto nátěry jsou vhodné pro ochranu pozinkovaného ocelového povrchu. [11, 35]

1.3.3. Kovový mangan

Mangan má zápornější standardní elektroodový potenciál než zinek a kadmium a z toho důvodu je použitelný pro pigmentaci kontaktních antikoročních základních nátěrů. Manganová anoda poskytuje ochranu oceli v říční a syntetické mořské vodě. Manganový prášek v kombinaci s vhodným pojivem chrání ocel proti korozi. Obsah manganu v nátěru musí být vysoký podobně jako je tomu u předešlého typu pigmentu.

Nátěry, které jsou pigmentované práškovým manganem, mají v běžných atmosférických podmínkách srovnatelné ochranné vlastnosti, jako nátěry pigmentované práškovým zinkem. Na rozdíl od zinkových nátěrů mají tyto nátěry v přímořských oblastech ochranné vlastnosti podstatně horší. Práškový mangan je mnohem dražší než práškový zinek. Korozní produkty manganu mají hnědočerný odstín, který se zabarvením blíží rzi, což není vhodné pro širší použití. [11, 22]

1.3.4. Fosforečnan zinečnatý

Krystal fosforečnanu zinečnatého používaného jako pigment mají tvar hexagonálních destiček, pigment je nepatrně rozpustný ve vodě. Základní antikorozní nátěrové hmoty, které jsou pigmentované fosforečnanem zinečnatým, mají obvykle objemovou koncentraci pigmentu (OKP) 33 až 35%. Obsah fosforečnanu zinečnatého v pigmentové části má být minimálně 50% obj.

Nejllepšími pojivy jsou alkydy a upravené oleje. Novějším antikoročním pigmentem fosforečnanového typu je fosforečnan vápenato-zinečnatý, který se připravuje smícháním roztoku fosforečnanů alkalických kovů a ekvivalentním množstvím oxidů nebo hydroxidů vápníku a zinku při teplotě nižší než 100°C. [11, 14, 28]

1.3.5. Jádrové pigmenty

Částice antikoročních pigmentů se v nátěrových hmotách nespotřebují celé na ochranu proti korozi. Pro reakci s filmotvornou složkou nebo pro nasycení difundující vody inhibičními ionty se spotřebovávají pouze jejich povrchové části, tedy pouze nepatrné části pigmentových částic. Vzhledem k nedostatku surovin pro výrobu pigmentů a jejich následná vysoká cena vede k širšímu uplatnění jádrových pigmentů.

Tyto pigmenty mají inertní jádro a povrchovou aktivní vrstvičku. Nejčastěji jádrem bývá oxid křemičitý (ONCOR M50). Příprava spočívá v přidání kyseliny chromové a malého množství bazického octanu olovnatého do vodné směsi oxidu olovnatého a oxidu křemičitého. Vzniklý produkt se žiháním převádí na bazický chroman-křemičitan olovnatý. Tento pigment se používá k pigmentaci základních, podkladových a vrchních nátěrů pro ochranu ocelových konstrukcí, jemnější druh tohoto pigmentu se používá pro nátěrové hmoty, které se nanášejí máčením a elektrochemicky. Tento druh pigmentu lze kombinovat s různými pojivy.

Jádrové pigmenty poskytují ochranu srovnatelnou s ochranou, kterou poskytují klasické lněnoolejové suříkové nátěry. V mořské vodě je jejich ochrana lepší než ochrana nátěrů se zinkovou žlutí.

Výše uvedené pigmenty nejsou příliš toxické, i když obsahují olovo. Olovo je v nich obsaženo ve formě nerozpustné v kyselinách. [11, 20, 24]

1.3.6. Železitan zinečnatý a vápenatý

Železitan vápenatý se vyrábí žiháním směsi oxidu železitého a uhličitanu vápenatého při teplotě 1150 až 1400°C po dobu jedné hodiny. Výsledný produkt má složení $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$. tyto pigmenty se uplatní v základních antikoročních nátěrech na bázi reaktivních pojiv. [12]

1.3.7. Pigmenty pro vrchní nátěry

Pro vrchní nátěry se používají pigmenty, které jsou neutrální či stimulující. Těmi jsou oxid železitý, zinková běloba, hliníkový prášek a titanová běloba. Oxid železitý se pro svou malou reaktivitu hodí k pigmentaci vrchních nátěrů, které jsou vystaveny agresivnímu prostředí. Jako inertní pigment v základních nátěrech může být příčinou zvýšené koroze chráněného ocelového povrchu za přítomnosti vody a kyslíku. Pokud nejsou částice pigmentu dostatečně obaleny filmotvornou látkou tak vzniká oxidačně-redukční systém, který je tvořen oxidem železitým a ocelovým povrchem.

1.3.7.1. Oxid železitý

Oxid železitý se průmyslově vyrábí převážně tepelným rozkladem síranu železnatého, z toho důvodu nekvalitní druhy tohoto pigmentu obsahují značné množství rozpustných síranů. Síraný snižují účinnost inhibitorů koroze kovů, a tedy mohou zhoršit účinek protikorozních nátěrů. Oxid železitý se musí v nátěrových hmotách kombinovat s reaktivními pigmenty – oxid zinečnatý.

Pro pigmentaci vrchních nátěrů je vhodná železitá slída – mletý krystalický hematit. Vhodné pro všechny druhy pojiv. Tento pigment lze kombinovat s jinými druhy pigmentů i s pigmenty reaktivními – zinková běloba, čímž se neutralizují degradační zplodiny olejových pojiv. Železitá slída má výjimečné vlastnosti, které souvisí s její lístkovou strukturou a chemickou netečností. Z toho důvodu je vhodná pro pigmentaci nátěrů, které mají mít dlouhou životnost. [11, 12, 21]

Částice železité slídy se v nátěru orientují rovnoběžně s chráněným povrchem a tím vytvářejí bariéru proti agresivním složkám korozního prostředí a také chrání povrch před účinky slunečního záření. Pigment má obsahovat minimálně 85% Fe_2O_3 . Slída v nátěru zmenšuje jeho propustnost pro vodu, nejvhodnější obsah pigmentu v nátěru je kolem 30% obj. K výrobě nátěrových hmot, které jsou pigmentovány slídou lze použít různá pojiva – epoxidové pryskyřice, chlorovaný kaučuk, polyuretany, kopolymery vinylchlorid /vinylacetát.

1.3.7.2. Zinková běloba

Významným pigmentem užívaným ve vrchních nátěrech je zinková běloba (oxid zinečnatý ZnO). Ve výrobě se používá více druhů tohoto pigmentu, které se navzájem liší čistotou, bělostí. Tento pigment je vhodný pro pigmentaci vrchních nátěrů, které jsou vystaveny, přímým povětrnostním vlivům v čistém ovzduší. Vymývá se dešťovou vodou z destruované povrchové vrstvičky nátěrů. To je způsobeno vznikem peroxidu nebo uhličitanu zinečnatého, které jsou ve vodě rozpustnější než ZnO . [11, 12, 21]

V průmyslovém ovzduší, které je znečištěné spalinami a v prostředí chemických závodů se nátěry pigmentované zinkovou bělobou rychle rozrušují. Příčinou je značná reaktivita a vznik rozpustných solí. Zinková běloba má značné fungicidní vlastnosti, a proto se osvědčuje v nátěrech, které jsou vystaveny prostředí, kde jsou poškozovány plísněmi – potravinářství, tropické prostředí.

Zinková běloba se povrchově upravuje organickými fosforečnany, proto aby se omezilo puchýřkování lněnoolejových nátěrů, touto úpravou se nezhoršují fungicidní vlastnosti. Oxid zinečnatý a produkty jeho reakce s pojivy ovlivňují průběh zasychání nátěrů. Zvětšují konečnou tvrdost nátěru a zmenšují sklon k vrásnění. Zinková běloba má schopnost neutralizovat kyselé produkty, které vznikají při zasychání nátěrových hmot obsahující mastné kyseliny vysychavých olejů.

1.3.7.3. Hliníkový prášek

Dalším významným pigmentem pro vrchní nátěry je hliníkový prášek. Jeho částice mají šupinkovitou strukturu, ty se v nátěru skládají podobně jako tašky na střeše a tím zajišťují dobrou ochranu filmotvorné látky před rozrušováním energeticky účinnou složkou slunečního záření. Nátěry, které jsou pigmentovány hliníkovým práškem dobře odolávají průmyslovému ovzduší, které je znečištěné spaliny. [11, 35]

1.3.7.4. Titanová běloba

Nejvýznamnějším pigmentem pro vrchní nátěry je titanová běloba (oxid titaničitý TiO_2), ten se vyskytuje ve třech modifikacích – anatas, rutil a brookit. Pro pigmentaci jsou vhodné pouze anatasové a rutilové formy tohoto pigmentu. Nátěry, které jsou pigmentované titanovou bělobou, křídoují při vystavení účinkům povětrnosti. Její intenzita závisí na druhu titanové běloby, která je v nátěru obsažena. Nátěry s rutilovou titanovou bělobou křídoují málo, kdežto s anatasovou více.

Křídování je způsobeno tím, že oxid titaničitý má fotoaktivní vlastnosti. Mechanismus křídování lze rozdělit na proces fotoredukce a proces fotooxidace. TiO_2 se na světle redukuje na Ti_2O_3 a vzniklý atomární kyslík se účastní oxidační destrukce filmotvorné látky. Díky tomu se pigmentové částice uvolňují a mohou se snadno z povrchu setřít či smýt deštěm. Křídování lze zmírnit povrchovou úpravou titanové běloby. Všechny druhy nátěrů se při vystavení přímým vlivům povětrnosti, křídoují. Jeho intenzita závisí na druhu pojiva a pigmentu.

Zajímavými pigmenty jsou jemné šupinky nerezavějící oceli nebo niklu. Přídavek pigmentu se doporučuje asi 90g tohoto pigmentu na 1l nátěrové hmoty pigmentované zinkovou žlutí, křemičitanem olovnatým nebo barytem. Tyto nátěry pak lépe odolávají

zvýšené teplotě a korozi než nátěry, které mají stejnou pojivovou bázi a jsou pigmentované hliníkovým práškem.

Nátěrové hmoty, které jsou pigmentované šupinkami nerezavějící oceli, odolávají teplotám až 500°C. používají se pro nátěry zařízení, kde se vyžaduje zvýšená odolnost proti otěru. Tento nátěr není toxický, proto ho lze používat v potravinářství.

Velmi dobrou ochranu proti korozi mají povlaky z epoxidových pryskyřic vytvrzovaných polyethylenpolyaminem a pigmentované práškovým kovovým titanem s částicemi okolo 0.25 mm. K pigmentaci epoxidových nebo polyesterových nátěrů jsou doporučeny skleněné vločky o tloušťce 3 μm a délce 0.5 mm.

Zajímavé je použití jemného prášku polytetrafluorethylenu, který je vhodný pro nátěrové hmoty olejové a nátěrové hmoty, které jsou ředitelné vodou. Do určité míry zabraňuje ulpívání nečistot na povrchu nátěru a zároveň zvyšuje odolnost proti otěru, atmosférickým vlivům a zvýšené teplotě. [11]

Pokud se manipuluje s velkými objemy kapalných ropných produktů, vzniká nebezpečí hromadění statického náboje, které je doprovázeno přeskokem jiskry a vznikem požáru. Z toho důvodu se někdy používají antistatické nátěry na různé pojivové bázi, které jsou pigmentovány sazemi.

Pokud do alkydových nátěrů dáme přídavek dioxoboritanu barnatého zmírníme křídování tohoto nátěru a zvýšíme jeho odolnost proti atmosférickým vlivům a proti plísním. Obsah pigmentu v nátěru rozhoduje, zda nátěr bude lesklý, pololesklý nebo matný. Při objemové koncentraci do 45% je nátěr lesklý, 45 až 65% pololesklý a nad 55% bude nátěr matný. [11]

1.4. Metody testování korozní účinnosti organických povlaků a nátěrových hmot

Nátěrové hmoty jsou po celou dobu své životnosti vystaveny podmínkám okolního prostředí. Po té dochází ke stárnutí povlaku, ztrátě ochranných a dekorativních vlastností. K prověření životnosti nátěru, tedy času, po kterou nátěr odolává působení všech degradačních vlivů a doby, po kterou plní své ochranné a dekorativní funkce slouží testy organických povlaků tvořených pomocí nátěrových hmot ve zcela konkrétních podmínkách jejich konečného použití.

Na začátku 20. Století byly zaváděny zrychlené zkoušky nátěrů. Při těchto zkouškách byl povlak vystaven působení jednoho nebo dvou degradačních vlivů. Postupně se tyto zkušební postupy staly složitějšími a s nimi se staly složitější i zkušební zařízení. V těchto zařízeních byl povlak vystaven expozici více degradačních faktorů. Jejich působení bylo plánováno co do doby trvání tak i jejich řazení.

Problém zkoumání povětrnostní odolnosti nátěrů je velmi složité. O životnosti povlaku rozhoduje mnoho faktorů, jako je povětrnost, faktory týkající se vlastního materiálu, tedy způsob přípravy a zpracování i vlastní konstrukci výrobku. [19]

1.4.1. Faktory ovlivňující životnost nátěrových systémů

Základním faktorem, který ovlivňuje životnost nátěru, jsou materiálové vlastnosti. Tedy vlastnosti fyzikálně – chemické, mechanické a morfologické vlastnosti použitého pojiva, pigmentů, plniv a pomocných látek, ale také povaha substrátu a tloušťka nátěru.

Druhý faktor, který významně ovlivňuje životnost nátěru je volba vhodného technologického postupu nanášení povlaku a pečlivé dodržování jednotlivých etap přípravy.

Třetí faktory, které ovlivňují životnost nátěru, jsou povětrnostní vlivy. Ty tvoří součást celého problému a samostatným působením několika povětrnostních vlivů nelze vysvětlit rozdíly v chování studovaných nátěrů. [19]

1.4.2. Makroklima a mikroklima

Atmosférické podmínky, které zodpovídají za degradaci ochranného povlaku a které tvoří klima na určitém místě planety, kde se nachází studovaný povlak, se nazývají makroklima. Všechny složky makroklimatu se mění v závislosti na zeměpisné šířce,

nadmořské šířce, konkrétním místě na povrchu země a denní době. Výjimku tvoří obsah kyslíku ve vzduchu.

Složky makroklimatu

Kyslík v atmosféře – ten se účastní základních degradačních procesů. Tvoří přibližně 20% vzduchu. Je jedinou konstantní veličinou makroklimatu.

Sluneční záření – působí jako přímé i jako nepřímé, difuzní záření. Vzhledem k filtraci tohoto záření kyslíkem, ozonem a mraky dopadá na povrch záření o vlnové délce od 290 do 1400 nm.

Teplota vzduchu – ovlivňuje teplotu nátěru a rychlost degradačních reakcí.

Vlhkost vzduchu – je to základní faktor koroze nejen u kovů. Při poklesu pod určitou mez korozní procesy neprobíhají.

Polutanty v atmosféře – jsou to zejména oxidy síry a dusíku, ozon a aerosoly. Jejich přítomnost v atmosféře se projevuje kyselým deštěm. [19, 30]

Souhrn všech povětrnostních faktorů působící na nátěr v jeho bezprostřední blízkosti se nazývají mikroklima. Právě mikroklima rozhoduje o rychlosti a povaze degradačních procesů, které následně rozhodují o životnosti nátěru.

Složky mikroklimatu:

UV složka záření dopadající na povrch nátěru – destruktivně působí zejména složka UV–B v rozmezí 285 – 315 nm a složka UV–A v rozmezí 315 – 400 nm. Degradaci způsobuje jak přímé UV záření, tak i jeho difuzní složka. Množství dopadající energie je určeno také polohou předmětu ke slunci.

Teplota povrchu nátěru – dodatkové zahřívání nátěrů během dne vlivem infračerveného záření způsobuje, že povrchová teplota nátěru převyšuje teplotu okolního vzduchu až o 40°C. Ohřátí nátěru je závislé na barevném odstínu a tepelné vodivosti natřeného substrátu. Dále

dochází k dodatkovému podchlazení předmětu v noci pod teplotu okolního vzduchu. Celkové kolísání teploty povrchu nátěru během 24 hodin tak může dosáhnout 60 – 80°C.

Vlhkost povrchu nátěru – vlhkost vzduchu působí jako vzdušná ale také jako kapalná (déšť, rosa) a pevná (jinovatka, led). Pro namáhání nátěru má velký význam rosa a doba orosení nátěru. Rosa má pro degradaci nátěrů větší význam než déšť.

Přítomnost solí na povrchu nátěru – soli, především chloridy a sírany, pronikají difusí k povrchu chráněného substrátu a urychlují na jeho povrchu elektrochemické procesy, které vedou ke korozi těchto materiálů. Soli přítomné na povrchu kovů ještě před nanášením nátěru navíc podstatně snižují přilnavost nátěru i jeho ochranné vlastnosti.

Vítr – působí abrazi nátěru vzhledem k přítomnosti pevných částic v ovzduší. Zvyšuje tím podstatně úbytek tloušťky povlaku a přispívá tak ke zrychlení poklesu ochranné účinnosti povlaku.

Flora, fauna a jejich metabolity – destrukci nátěru způsobují především plísně, houby, řasy a bakterie. Na ponořených částech lodí působí především mořská flora a fauna.

Povrchová ochrana se nejvíce zabývá ochranou kovových materiálů vůči působení atmosférické koroze a povětrnostních vlivů. Ochrana spočívá v aplikaci organických povlaků, vytvářených pomocí nátěrových hmot. Proto je zjišťování odolnosti organických povlaků, které jsou určeny k povrchové ochraně kovů, velmi důležité. [19, 31, 34]

Dle charakteru nebo původu vnějších činitelů prostředí působícího na testované vzorky organických povlaků a podle hlediska časového, lze zkoušky rozdělit na dlouhodobé a laboratorní zkoušky.

1.4.3. Dlouhodobé zkoušky

Tyto zkoušky probíhají v atmosférických podmínkách, provozních podmínkách nebo jiných reálných podmínkách. Atmosférická koroze je nejrozšířenější druh koroze a z tohoto důvodu jsou prvními zkouškami. Vzorky se vystaví v síti atmosférických stanic. Výsledky stanovují dobu, po kterou nátěr zůstane neporušen a končí úplnou degradací nátěru. Výsledky mají dlouhodobý charakter.

1.4.4. Laboratorní zkoušky

Tyto zkoušky napodobují přírodní, provozní nebo jiné specifické podmínky. Jsou používány zkušební vzorky přesně definovaných rozměrů a tvarů, které jsou podrobovány účinkům definovaného korozního prostředí. Jejich časová náročnost je vyjádřena ve dnech, týdnech až měsících. Zkoušky jsou normovány, a proto lze výsledky porovnávat. Jako korozních činitelů se využívá vysoká relativní vlhkost vzduchu, působení kyselinotvorných plynů (SO_2 , HCl , Cl_2), rozpustných látek (Cl^-), vody, vlivu vyšších teploty a světelného záření, také i biologických činitelů.

Tyto zkoušky dále dělíme na zrychlené laboratorní zkoušky - urychlují simulovanou atmosférickou korozi za zvýšení intenzity působení jednotlivých korozních vlivů. A na nepřímé korozní zkoušky - postihují některé vlastnosti ochranných povlaků, které mohou nepřímo ovlivnit korozní procesy.

1.4.5. Dlouhodobé zkoušky v přírodních podmínkách

Tyto zkoušky jsou prováděny v přesně specifikované síti povětrnostních stanic. Na vzorky povlaků působí určité dávky slunečního záření (tedy UV záření), teplota, voda (vodní srážky, rosa, mlha, tající led, sníh, relativní vlhkost vzduchu). Dalšími činiteli jsou činitelé, kteří způsobují biodegradaci nátěrových filmů (plísňe, řasy) a chemické látky, polutanty, emise a imise z průmyslových oblastí. Z hlediska destrukce jsou méně závažné vítr, písek, prach.

Vzorky jsou nanášeny na předepsané podklady, dle druhu organického povlaku nátěrové hmoty jsou kovové (hliníkové, ocelové, chemicky předupravené, různě mechanicky předupravené), dřevěné, azbestocementové a další. Ty jsou umístěny ve speciálních stojanech, které jsou buď s konstantním úhlem náklonu, nebo s proměnným úhlem, ve dřevěném rámu, na otočném podstavci, s izolovanou zadní stranou, s využitím černé skříňky aj. [19, 30]

1.4.6. Přehled povětrnostních stanic

Horské stanice ve výši nad 1000 m

Zde se projevuje silné ultrafialové záření, které způsobuje rychlý rozpad sušiny pojidla. Náhlé kolísání teplot umožňuje ověřit přilnavost nátěrového filmu. Lze hodnotit i jakost pigmentů (jejich stálost na světle), a protože ovzduší je čisté tak se nátěry nezašpiní.

Venkovské stanice

Tyto stanice leží v nižších polohách, v ovzduší prostém kouře. Zde více působí střídavé ozařování, déšť a kolísání vlhkosti vzduchu.

Městské stanice

Tyto stanice se vyznačují vlivem korozních kouřových plynů a sníženým účinkem záření.

Průmyslové stanice

Vyznačují se větší koncentrací kouřových plynů (SO_2 , Cl_2 , NH_3) a větší relativní vlhkostí vzduchu.

Mezi tyto základní typy povětrnostních stanic patří i následující typy - subtropický typ povětrnostní stanice, pouštní typ povětrnostní stanice, stanice v oblastech s extrémně nízkými teplotami, stanice v přímořských oblastech, stanice s vlivy průmyslových zplodin a exhalací.

1.4.7. Zrychlené zkoušky v přírodních podmínkách

Zkušební postupy jsou modifikovány tak, aby bylo možno do zkušebního postupu zabudovat intenzivnější působení povětrnostních faktorů, abychom dosáhli rychlejších výsledků než při klasickém testování. Jde zde o přidavek vodní spršky, spršky solného roztoku, zvýšení teploty nebo doby ovlhčení exponovaných panelů. Další zařízení zvyšují intenzitu UV záření a to na otočných podstavcích, pomocí Fresnelova reflektoru. Je to systém zrcadel, který odráží a zaostřuje solární zařízení na exponované panely. [19, 36]

1.4.8. Ultrarychlé metody povětrnostních zkoušek

Ultrarychlé metody a nepřímé korozní metody jsou metody, které nehodnotí viditelné změny na povrchu vzorků organických povlaků a změny vzniklé následkem korozních procesů, ale měří veličinu související s procesem degradace organických povlaků. Testy využívají různé techniky ke stanovení odolnosti povlaků. Jsou to například instrumentální techniky a postupy jako je Ramanova spektroskopie, impedanční spektroskopie, měření akustické emise a mechanických kmitů, elektrochemické metody a další techniky. Tyto metody se ale pro svoji náročnost nepoužívají pro praktické testování organických povlaků.

1.4.9. Zrychlené laboratorní zkoušky v simulovaných povětrnostních a korozních podmínkách

Dlouhodobé zkoušky v atmosférických stanicích dávají výsledky za poměrně dlouhou dobu, ale s vysokou přesností vzhledem k přirozeným podmínkám. Z toho důvodu byly vyvinuty urychlené korozní zkoušky, které umožňují získat velmi rychle výsledky na úkor přesnosti, ale ve shodě s chováním nátěrů v reálných podmínkách. Výsledky zrychlených zkoušek se nemusí shodovat s výsledky zkoušek dlouhodobých, ale lze podle nich dobře porovnávat účinnosti jednotlivých organických povlaků.

Charakteristickým rysem těchto zkoušek je, že k urychlení dějů dochází v počátečním stádiu korozních reakcí. Po vytvoření korozních zplodin již dále nedochází k urychlení korozních reakcí. U těchto zkoušek je důležité, aby korozní děj probíhal při nezměněném mechanismu elektrochemické koroze. K simulaci venkovních a korozních podmínek byla vyvinuta různá zařízení, která používají zdroje, které slouží k produkci definovaných a konstantních dávek faktorů. Tyto faktory ovlivňují výsledky povětrnostní a korozní odolnosti materiálů. Patří sem sluneční a UV záření, teplota, voda, vlhkost, kyslík a plyny způsobující korozi jako oxid siřičitý, mlha chloridu sodného, kyselá dešť a vodné roztoky elektrolytů – síranů, chloridů a jiných chemických látek. [19, 33]

1.5. Laboratorní metody ke stanovení ochranných vlastností nátěrů z hlediska korozně-inhibiční účinnosti

1.5.1. Zkoušky v solné mlze

Zkouška v atmosféře s kondenzací vlhkosti v solné mlze používá od první poloviny minulého století celé průmyslové odvětví, přestože byla původně vyvinuta pro vojenské námořnictvo. Tato zkouška je používána všemi výrobci, kteří chrání své kovové výrobky před vznikem koroze. Klasická zkouška byla modifikována a původní neutrální roztok NaCl byl okyselen přidávkem kyseliny octové. V praxi bylo zjištěno, že měďnaté ionty přispívají k urychlení koroze, proto byla v roce 1961 přijata zkouška CASS. V této zkoušce je do okyseleného roztoku NaCl přidán chlorid měďnatý. [19]

Kromě klasické zkoušky v solné mlze se používá zkouška, ve které je vzorek nátěru vystaven 100% vlhkosti za zvýšené teploty. V této zkoušce dosáhneme lepších výsledků, protože prostup vody a vodní páry k substrátu probíhá rychleji než prostup chloridových iontů v konstantní atmosféře.

Dále bylo prokázáno, že nečistoty v atmosféře, především oxidy síry, ovlivňují korozní procesy i znehodnocení vlastního nátěru. Proto byla zavedena zkouška, kdy se nátěr zkouší v atmosféře s kondenzací vlhkosti za přítomnosti SO₂.

Tato zkouška je velmi rozšířena především proto, že je vhodná k posouzení relativní korozní odolnosti dvou nebo více nátěrových systémů, které mají podobnou pojivovou a rozpouštědlovou bázi. [19]

1.5.2. Cyklické korozní zkoušky

V 80. letech minulého století došlo k vývoji komplexnějších korozních testů. Tyto zkoušky dostaly označení CCT – Cyclic Corrosion Tests. První důvod k vývoji těchto zkoušek je, že v přírodě nejsou povětrnostní podmínky konstantní, ale tyto podmínky se během dne průběžně mění. Druhým důvodem bylo, že korozní děje neprobíhají nejrychleji za podmínek stálého a konstantního smočení povrchu, ale právě v době kdy je povrch suchý a koncentrace iontů na nátěru dosahuje vysokých hodnot.

Tyto důvody byly zapracovány do CCT a to tak, že migrace iontů k povrchu je zajištěna vytvořením solné mlhy po určitou dobu. Po vypnutí mlhy se z korozní komory stává komora vlhkostní. Ionty pak migrují zpět k povrchu kovu přes nátěr zpět do komory. Díky suché periodě bylo dosaženo vyššího kolísání koncentrace iontů na povrchu substrátu a to již při střídání vlhkostní fáze s fází solné mlhy. Některé zkoušky CCT používají řízenou vlhkost vzduchu, vhánění vzduchu a vystavení vzorků teplotám pod bodem mrazu.

Jednodušší variantou je tzv. prohezní test, ten byl jako standart zaveden v roce 1994. Princip je ve střídání dvou hodinových period, z nichž jsou v první periodě vzorky vystaveny působení solné mlhy za teploty 25°C a ve druhé periodě jsou vzorky zbaveny vlhkosti při teplotě 35°C. V tomto testu je používán elektrolyt s menším obsahem solí a s jiným složením než u testu v solné mlze.

Nedoporučuje se provádět různé zkoušky v jediné korozní komoře, i když je komora vybavena mycí automatikou. Spolehlivé provádění zkoušek proto vyžaduje pro odlišné zkoušky používat jiné komory. To zvyšuje požadavky na cenu a prostor. [19]

1.6. Přehled dalších laboratorních metod k zjištění korozně-inhibiční účinnosti nátěrových hmot

Mezi nejrozšířenější zrychlené laboratorní zkoušky lze zahrnout tři metody a to zrychlená korozní zkouška v atmosféře SO₂ s kondenzací vodní páry při teplotě 38±2°C, prováděná v kondenzační komoře; zrychlená korozní zkouška v mlze rozprašovaného chloridu sodného neutrálního NaCl, při teplotě 35±2°C, prováděná v solné komoře; zrychlená ponorová zkouška v roztoku chemických činidel prováděná postupem dle Machu a Schiffmana.

1.6.1. Zkouška ke stanovení odolnosti nátěrů vůči působení 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ASTM D2247)

Zkouška se užívá k exponování vzorků vůči 100% relativní vlhkosti vzduchu ke zjištění odolnosti vůči působení vody. Provádí se v atmosféře, která vykazuje 100% relativní vlhkost, tím nastává na vzorcích tzv. povšechná kondenzace.

Zařízení se skládá ze zkušební komory (z nerezavějícího materiálu), která je nádrží s ohřívanou vodou a z prvků regulační techniky. Páry jsou generovány z ohřáté vody ve dně komory, přičemž vytvořená směs nasycená vzduchem stoupá a chladne, při ochlazení pod teplotu rosného bodu zkondenzuje na vzorcích zavěšených nad hladinou vody.

Vyhodnocují se fyzikálně-mechanické vlastnosti jako je ztráta adheze, měknutí nebo zkrěhnutí nátěrových filmů, dále změna barvy a lesku. Zároveň se sleduje tvorba puchýřů, podkorodování nátěrových filmů. [19, 39]

Expozice vzorků zkušebními podmínkami se volí buď jako nepřetržitá – 16 hodin při 100% a teplotě 38±2°C, spojená s osycháním vzorků při laboratorní teplotě po dobu 8 hodin nebo nepřetržitá s expozicí vzorků po dobu 24 hodin v komoře. Teplota v komoře se udržuje při 38±2°C.

1.6.2. Zkouška ke stanovení odolnosti nátěrů vůči SO₂ a 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ISO 3231)

Zkouška se provádí v kondenzační komoře s obsahem oxidu siřičitého, napodobuje a urychluje účinky průmyslově znečištěné atmosféry. Expozice se volí jako nepřetržitá nebo střídavá – 8 hodin v kondenzační komoře a 16 hodin v prostředí laboratoře. K urychlení koroze vzorků s organickými povlaky dochází těmito způsoby - prodloužení doby působení

tzv. nadkritické vlhkosti, zvýšená teplota při současném působení 100% vlhkosti, působení SO₂ jako korozního činitele.

Zkoušku využíváme k exponování vzorků v atmosféře obsahující oxid siřičitý se 100% relativní vlhkostí vzduchu ke zjištění odolnosti organických povlaků vůči korozivním vlivům SO₂ a působení vody. Provádí se v atmosféře se 100% relativní vlhkostí, kde nastává na vzorcích kondenzace.

Starší typy zařízení se skládají ze zkušební komory (z nerezavějícího materiálu), která je nádrž s ohřívanou vodou a z prvků regulační techniky. Páry jsou generovány z ohřáté vody ve dně komory a vytvořená vzduchem nasycená směs stoupá a chladne, při ochlazení pod teplotu rosného bodu zkondenzuje na vzorcích zavěšených nad hladinou vody. Do tohoto prostoru se předepsaným způsobem dává oxid siřičitý, který se zavádí jako plyn z tlakové láhve nebo je vyvíjen přímo ve zkušební zařízení. Nový typ komory je velkoobjemový, má přesné dávkování SO₂ pomocí trysek s regulací teploty. Starší typ je ekonomicky výhodnější. [19]

1.6.3. Zkouška pro stanovení odolnosti nátěrů vůči mlze NaCl se 100% relativní vlhkostí vzduchu (ISO 7253)

Provádí se v umělé atmosféře mlhy NaCl v solné komoře, napodobuje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů – přímořské oblasti nebo prostředí zasolených silnic. V této zkoušce se využívá urychlujícího korozního vlivu NaCl, zvýšené vlhkosti vzduchu a zvýšené teploty. Rozprašovaná mlha se musí udržet do následujícího rozprašování a nesmí docházet ke stékání roztoku přímo na vzorky.

Využívá se k exponování vzorků v atmosféře obsahující korozivně působící NaCl se 100% relativní vlhkostí vzduchu pro zjištění odolnosti vůči korozivním vlivům NaCl a působení vody.

Zařízení se skládá ze solné mlžné komory (z nerezavějícího materiálu), vodní nádrže, dávkování stlačeného vzduchu, automizační trysky, automatického ohřevu. Vzorky jsou v prostoru obklopeny mlhou NaCl, teplota při testování se volí cca 38°C. Při zkoušce je důležitý sklon vzorků vůči solné mlze. Cyklus se volí zpravidla nepřerušovaný, používají se tři postupy - mlha neutrálního roztoku NaCl, pH = 6.5 – 7.2, t = 35±2oC (NSS), mlha okyseleného roztoku NaCl, pH = 3.1 – 3.3, t = 50±2oC (AASS), mlha okyseleného roztoku NaCl a CuCl₂, t = 35±2oC (CASS).

Sledují se korozní projevy jako je tvorba puchýřů, podkorodování, koroze v oblasti uměle vytvořeného řezu nátěrovým filmem až ke kovovému podkladu. Lze vyhodnocovat fyzikálně – mechanické vlastnosti jako je ztráta adheze, měknutí nebo zkřehnutí nátěrových filmů.

Dále existuje řada dalších zkoušek, které používají například k solnému rozprachu méně koncentrované roztoky NaCl nebo roztoky chemických činidel s upraveným složením, to má přiblížit výsledky k výsledkům dlouhotrvajících povětrnostních zkoušek. U nátěrových hmot určených k ochraně proti korozi byly využity tyto modifikované metody, které zlepšují korelaci s přírodními podmínkami. V úvahu se bere chemické složení, koncentrace depozitů a chemické složení korozních zplodin. Proto se místo roztoku 5% NaCl se v solné komoře u této metody využívá roztok složený 3.5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a z 0.05% NaCl (Harrisonovův roztok). Jeho pomocí byla zlepšena korelace s výsledky venkovních zrychlených zkoušek. [19]

Dále jsou to cyklové zkoušky, které jsou kombinací zrychlených korozních zkoušek s ponorem do roztoků různých chemických látek (sírany, chloridy) a s využitím expozice vzorků střídavým teplotám. Jsou používány cyklové zkoušky, které zahrnují střídavou expozici vzorků UV záření a expozici působení vlhkosti, dále expozici teplotním změnám (střídání vysokých a nízkých teplot) v cyklech expozici prostředí s korozními roztoky nebo atmosférami (Timminsův roztok, SO_2 nebo NaCl).

1.6.4. Zrychlená korozní zkouška v mlze solného elektrolytu – metoda Prohesion (ASTM – G85)

Tato zkouška je modifikací zkoušky s mlhou NaCl. Používá se roztok elektrolytu složeného z 0.35% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a z 0.05% NaCl. Ten napodobuje dešťovou vodu stimulující korozi pomocí síranových a amoniových iontů. Metoda je vhodná ke studiu antikorozních pigmentů.

Cyklus trvání testování se volí po dobu 200 hodin za cyklických podmínek – 1 hodina rozprachu elektrolytu při teplotě místnosti a 1 hodinová perioda vysušením při teplotě 35°C. Mokrý / suché podmínky testu: 3 – hodinová expozice 0.35% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + 0.05% NaCl a 1 – hodinová expozice při pokojové teplotě. Jinou variantou cyklových zkoušek je klasická zkouška v atmosféře a obsahem vlhkosti a SO_2 s kombinací teplotních šoků – 20 a + 60°C.

1.6.5. Zrychlený povětrnostní test s UV zářením a s řízenou kondenzací vody (ASTM D 4587)

Vzorky organických povlaků jsou vystaveny cyklům UV záření, řízené kondenzací vody a zvýšené teplotě.

Vyhodnocuje se změna barevného odstínu, tvorba puchýřů, ztráta adheze, měknutí nátěrových filmů, křehnutí, křídování a další.

Používají se cykly – 4 hodiny UV při 60°C a 4 hodiny kondenzace v temnu při 50 (60, 70)°C. [19]

1.6.6. Cyklický zrychlený korozní / povětrnostní test a expozicí solnému elektrolytu a UV záření (ASTM 5094-96)

Metoda je určena pro organické povlaky, které jsou cyklicky zatěžovány korozní expozicí a expozicí UV světla s kondenzací vodní páry ve dvou komorách. Solná mlha působí v suché solné komoře a UV záření s kondenzací v komoře QUV (ASTM D 5094 – 96).

Ke zkoušce se používá komora Mebon Prohesion Cabinet a QUV panel. Je zde nutné přemísťovat panely z jedné komory do druhé, protože komora Prohesion Cabinet není vybavena UV zářivkou.

Vzorky jsou vystaveny střídavým periodám trvajícím jeden týden v solné suché komoře a následující týden ve fluorescenční UV / kondenzační komoře. Zkouška je zahájena expozicí vzorků UV záření, pro vytvoření rezivění a tvorby skvrn a rychlejší korozi. V komoře je sprška elektrolytu zaváděna pomocí vnější nádrže. Mlha zaváděná při teplotě okolí je eliminována nuceně zaváděným vzduchem přes zařízení při teplotě 23 – 55°C. To napomáhá při vysoušení panelů a pomáhá doplňovat kyslík. Cykly mohou být měněny od jedné do deseti hodin, proto test mívá délku 1008 hodin. [19]

2. Experimentální část

2.1. Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je posoudit vlastnosti předložených vzorků nátěrů. Tyto nátěry posuzujeme z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností a z hlediska korozních vlastností. Dále jsou posuzovány jejich vlastnosti z hlediska použití do venkovního prostředí.

2.2. Použité chemikálie

2.2.1. Použité pigmenty

Omycarb 2VA

Výrobce: Omya a.s., Vápená, Česká republika

Vzorec: uhličitan vápenatý CaCO_3 ,

Wolastonit

Výrobce: LKAB

Vzorec: křemičitan vápenatý CaSiO_3

Micromica W 160

Výrobce: Songwon Trading CO., LTD

Vzorec: muskovit $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Chroman zinečnatý

Výrobce: Nichem Corp

Vzorec: chroman zinečnatý ZnCrO_4

Butrol

Výrobce: Buckman Laboratories Inc.

Vzorec: metaboritan barnatý monohydrát

SRPP

Výrobce: Heucotech Ltd. / Heubach

Vzorec: fosforečnan hlinitý AlPO_4 a chlorid strontnatý hexahydrát $\text{H}_{12}\text{Cl}_2\text{O}_6\text{Sr}$

Novinox PZ02

Výrobce: SNCZ Societé Nouvelle des Couleurs Zinciques

Vzorec: fosforečnan zinečnatý $Zn_3(PO_4)_2$

2.2.2. Pojivo

Unithane 373 X60

Výrobce: Arkema Frane

Vzorec: alkydové pojivo

2.2.3. Rozpouštědla a další pomocné látky

Voda

Výrobce: Univerzita Pardubice

Vzorec: H_2O

Použití: očištění laboratorního nádobí

Chloroform

Výrobce: Penta, Chrudim, Česká republika

Složení: stabilizovaný 1% etylalkohol

Vzorec: $CHCl_3$

Použití: použito na očištění panelů před nanesením nátěrů a očištění nanášecího pravítka

Xylen

Výrobce: Penta, Chrudim, Česká republika

Složení: směs izomerů

Vzorec: C_8H_{10}

Použití: užíváno k ředění nátěrových hmot

2.3. Použité přístroje a zařízení

Pro měření fyzikálně-mechanických zkoušek:

Tloušťkoměr Minitest 1100, Elektro – Physik GmbH&CO, Köln

Řezací nůž pro stanovení přilnavosti nátěru, BYK

Erichsenův přístroj pro stanovení odolnosti proti hloubení, Erichsen, Německo

Zařízení na stanovení odolnosti proti úderu

Pro měření korozní odolnosti:

Korozní komora se solnou mlhou, Liebisch, SRN

Kondenzační komora s povšechnou kondenzací vody, Kovofiniš, Ledec nad Sázavou






2.4. Zhotovení zkušebních nátěrů

Zkušební nátěry byly zhotoveny na ocelové panely 153x46x1 mm a na skleněné panely, které byly očištěny chloroformem. Na takto očištěné panely byly nanесeny nátěry krabicovým nanášecím pravítkem o velikosti štěrbin 200 a 300 μm . Všechny použité nátěrové hmoty měly OKP 20. Nátěry byly zhotoveny při laboratorních podmínkách.

2.5. Zkušební postupy hodnocení nátěrových hmot na základě fyzikálně-mechanických zkoušek

2.5.1. Stanovení stupně přilnavosti pomocí Mřížkové metody (ČSN 67 3085, ČSN ISO 2409)

Nejdříve byla tloušťkoměrem stanovena tloušťka jednotlivých nátěrů. Z takto zjištěné tloušťky jsme zvolily rozestupy mezi jednotlivými noži řezného nástroje. K dané zkoušce byly zvoleny rozestupy dle naměřených tloušťek nátěrů. Rozestupy nožů řezného nástroje jsou 2 mm. Jednotlivé řezy byly hodnoceny dle následujících kvalifikačních stupňů.

Klasifikace	Popis	Vzhled
0	Řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec není poškozen	
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %.	
2	Nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen o více než 5 % a méně než 15 % celkové plochy.	
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15 %, ale menší než 35 %.	
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35 %, ale méně než z 65 %.	
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4.	

Obr. 2.1.: Kvalifikační stupnice pro stanovení přilnavosti mřížkovou metodou

2.5.2. Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu (ČSN 67 3079, ČSN ISO EN 1519)

Pomocí této zkoušky zjišťujeme odolnost nátěrového filmu při ohybu, schopnost netvořit trhlinky a neodlupovat se. Při této zkoušce se nepřímo zjišťuje vláčnost filmu a jeho přilnavost. Zkoušku provádíme na podkladu, který sám snese ohyb bez narušení.

Výsledkem zkoušky je zda na trnu daného průměru došlo k poškození nátěru, nebo se uvede, zda došlo či nedošlo k poškození. Lze uvést, že ani na trnu nejmenšího průměru nedošlo k poškození nátěru.

2.5.3. Stanovení odolnosti nátěru při úderu (ČSN 67 3082, ČSN ISO EN 6272)

Pomocí této zkoušky zjišťujeme mechanické vlastnosti nátěrového filmu a současně hodnotíme přilnavost filmu při deformaci úderem, kdy dojde k rychlé deformaci. Hodnotíme odolnost nátěrového filmu vůči praskání a odlupování filmu od podkladu při deformaci nátěru padajícím závažím.

Při této zkoušce stanovujeme výšku volného pádu, kdy ještě nedošlo k poškození nátěru. Výsledkem zkoušky je, zda nátěr vyhovuje či nevyhovuje, kdy se závaží od dané hmotnosti pouští z jedné výšky s cílem zjistit zda nátěr vyhovuje dané specifikaci.

Hmotnost použitého závaží byla 1000g a maximální výška, ze které bylo závaží pouštěno, byla 1m.

2.5.4. Stanovení odolnosti nátěru hloubením (ČSN 67 3081, ČSN ISO EN 1520)

Stanovujeme odolnost nátěru vůči prasknutí nátěru a odloupení od podkladu. Tato zkouška je prováděna na Erichsenově přístroji. Principem je, že se ocelová koule o průměru 20 mm plynule vtlačuje do panelu s nátěrem. Při této zkoušce se podklad a nátěr neprotahují plynule, největší deformace nastává na bocích vytlačené deformované polokoule. Zjišťujeme hloubku vtlačení koule do podkladu s nátěrem do okamžiku prvního narušení soudržnosti.

2.6. Zkušební postupy hodnocení nátěrových hmot na základě korozních testů

2.6.1. Stanovení korozní odolnosti nátěrů vůči působení 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty (ASTM D2247)

Zkouška byla provedena ve zkušební kondenzační komoře. Teplota v komoře se udržuje $38\pm 2^{\circ}\text{C}$. Vzorky nátěrů byly vystaveny této expozici po dobu 168 hodin. Po této době byly hodnoceny fyzikálně-mechanické vlastnosti nátěrových filmů jako ztráta adheze, měknutí, tvorba puchýřků a prokorodování.

2.6.2. Zrychlená korozní zkouška v mlze chloridu sodného (ISO 7253)

Zkouška je prováděna v solné komoře, kde jsou vzorky obklopeny mlhou NaCl. Nátěry byly této expozici vystaveny po dobu 168 hodin. Po uplynutí této doby byly hodnoceny korozní projevy, jako je tvorba puchýřků a prokorodování.

2.6.3. Zrychlený korozní test s UV zářením a s řízenou kondenzací vody (ASTM D 4587)

Tato zkouška byla provedena na osmi předložených vzorcích. Vzorky byly po dobu 624 hodin vystaveny účinkům UV záření a kondenzaci vody. Vzorky byly vystaveny 8 hodinové expozici UV záření při teplotě 60°C a 4 hodinové expozici, kdy na povrchu vzorků kondenzovala voda a při teplotě 40°C .

2.7. Metody hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností

Stanovení stupně přilnavosti pomocí mřížkové metody

Při této zkoušce byl řezným nástrojem nejdříve vytvořen jeden řez a následně kolmo na řez první byl proveden řez druhý. Z takto provedených řezů vznikly mřížky, které byly hodnoceny dle stupnice ČSN ISO 2409.

Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu

Během této zkoušky byl ocelový panel s daným nátěrem ohýbán přes trny různého průměru. Výsledkem této zkoušky je nejmenší průměr trnu, na kterém nedošlo k poškození. Provedeno dle normy ČSN 67 3079, ČSN ISO EN 1519.

Stanovení odolnosti nátěru při úderu

Při tomto měření byl ocelový panel umístěn do zařízení na zkoušku úderem. Na upevněný panel bylo z výšky 1 m pouštěno závaží o hmotnosti 1 Kg. Zde bylo hodnoceno porušení nátěrů pádem závaží. Bylo postupováno dle normy ČSN 67 3082, ČSN ISO EN 6272.

Stanovení odolnosti nátěru hloubením

Ocelový panel byl nejdříve umístěn do Erichsenova přístroje. Po té byla automaticky vtlačována ocelová kulička až do porušení nátěrového filmu. K hodnocení byla použita norma ČSN 67 3081, ČSN ISO EN 1520.

Celková odolnost nátěrů při fyzikálně-mechanických zkouškách

Celková odolnost nátěrů je uvedena v následující tabulce. Vypočtena je dle následujícího vzorce (1), který je aritmetickým průměrem ze všech fyzikálně-mechanických zkoušek:

$$\text{Celková Odolnost} = \frac{A+B+C+D}{4} \quad (1)$$

Tab. 2.1.: Celková odolnost nátěrů při fyzikálně mechanických zkouškách

Ohybová zkouška na válcovém trnu [mm]	Zkouška rázem [cm]	Zkouška hloubením [mm]	Mřížková zkouška [mm]	Stupnice pro hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností
4	100	10	0	100
				95
6	80	8	1	90
				85
8	60	6	2	80
				75
10	40	4	3	70
				65
12	20	2	4	60
				55
16	0	0	5	50
				45
				40
				35
				30
				25
				20
				15
				10
				5
				0

2.8. Metody hodnocení korozivních vlastností

Stanovení odolnosti nátěrů vůči působení 100% relativní vlhkosti vzduchu s urychlujícím vlivem teploty

Při stanovení odolnosti vůči vlhkosti vzduchu bylo hodnoceno, zda na vzorcích nátěrů vznikli či nikoliv puchýřky, nebo zda došlo ke ztrátě přilnavosti. Nátěry byly hodnoceny dle četnosti výskytu puchýřků. Dále bylo hodnoceno prokorodování podkladu, které bylo vyhodnoceno dle stupnice prokorodování. Nátěrové filmy byly v kondenzační komoře umístěny po dobu 168 hodin při teplotě 36°C. Výsledek zkoušky byl hodnocen podle normy ASTM D2247.

Zrychlená korozní zkouška v mlze chloridu sodného

Během zrychlené korozní zkoušky bylo hodnoceno, zda na vzorcích nátěrů vznikly puchýřky či nikoliv. Při této zkoušce puchýřky nevznikly. Dále bylo hodnoceno prokorodování podkladu, které bylo vyhodnoceno dle stupnice prokorodování. Nátěrové filmy byly v solné komoře umístěny po dobu 168 hodin při teplotě 36°C. zkoušky byla hodnocena dle normy ISO 7253.

Zrychlený korozní test s UV zářením a s řízenou kondenzací vody

Při této zkoušce byly skleněné panely vystaveny negativním účinkům UV záření se současnou kondenzací vody. Panely zde byly umístěny po dobu 624 hodin. Po této době byly na nátěrech pozorovány změny v zabarvení a struktuře nátěrového filmu. Teplota v komoře byla 60°C při expozici UV záření a 40°C při kondenzaci vody na povrchu vzorků. Změny na panelech byly hodnoceny dle normy ASTM D 4587.

Celková odolnost nátěrů při korozivních zkouškách

Celková odolnost nátěrů je uvedena v následující tabulce. Vypočtena je dle následujícího vzorce (2), který je aritmetickým průměrem ze všech korozivních zkoušek provedených na těchto nátěrech:

$$\text{Celková Odolnost} = \frac{A+B}{2} \quad (2)$$

Tab. 2.2.: Celková odolnost nátěrů při korozivních zkouškách

Stupeň puchýřkovatění	Korozní změny kovového podkladu [%]	Hodnotící stupnice
	< 0,01	100
	< 0,03	
	0,1	
	0,3	95
		90
	1	85
		80
8F	3	75
6F		70
4F	10	65
2F		60
8M		55
6M		50
4M	16	45
2M		40
8MD		35
6MD		30
4MD	33	25
2MD		20
8D		15
6D		10
4D	>50	5
2D		0

3. Výsledky

V tabulce 3.1. jsou uvedeny výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek, včetně průměrné tloušťky nátěru. Vše je doplněno o celkovou odolnost nátěrových filmů. Z tabulky je patrné, že zkoušené nátěrové filmy mají velkou fyzikálně-mechanickou odolnost.

V tabulce 3.2. jsou uvedeny výsledky všech korozivních zkoušek včetně celkové odolnosti nátěrů. Z tabulky je patrné, že nátěry vykazují velmi rozdílné vlastnosti v prostředí vysoké vlhkosti a v solném prostředí. Je zde uvedeno puchýřkovatění jednotlivých nátěrů z daných zkušebních komor. Následuje prokorodování jednotlivých panelů.

U zkoušky QUV byla hodnocena barevná změna nátěrů. Na straně vystavené přímo účinkům UV záření došlo k zesvětlení barevného odstínu, na straně nepřímé došlo k ztmavení barevného odstínu. U všech vzorků kromě $ZnCrO_4$ došlo k odlupování nátěrů, u vzorku Wolastonitu bylo ještě prokázáno praskání nátěrového filmu.

Tab. 3.1.: Výsledky jednotlivých fyzikálně-mechanických zkoušek a celková mechanická odolnost nátěrů

DRUH NÁTĚRU	POČET VRSTEV	PRŮMĚRNÁ TLOUŠŤKA NÁTĚRU [μm]	PŘILNAVOST	PRŮMĚR TRNU [mm]	MAXIMÁLNÍ VÝŠKA PÁDU [cm]	HLOUBKA VTALČENÍ [mm]	CELKOVÁ ODOLNOST NÁTĚRŮ
SRPP	1	25,875	0	< 4	> 100	9,84	100
	2	86,125	0	< 4	> 100	9,85	100
NOVINOX	1	19,625	0	< 4	> 100	9,31	98
	2	68,875	0	< 4	> 100	9,85	100
$ZnCrO_4$	1	20,25	0	< 4	> 100	9,69	98
	2	47	0	< 4	> 100	9,85	100
OMNYCARB	1	22,875	0	< 4	> 100	9,86	100
	2	77,25	0	< 4	> 100	9,83	100
WOLASTONIT	1	37,375	0	< 4	> 100	9,86	100
	2	85	0	< 4	> 100	9,82	100
BUTROL	1	35,375	0	< 4	> 100	9,83	100
	2	80,625	0	< 4	> 100	9,82	100
MICROMICA	1	31,25	0	< 4	> 100	9,83	100
	2	116,375	0	< 4	> 100	9,87	100
UNITHANE	1	33,5	0	< 4	> 100	9,85	100
	2	90,375	0	< 4	> 100	9,82	100

Tab. 3.2.: Výsledky jednotlivých korozních zkoušek, prokorodování podkladu a celková korozní odolnost nátěrů

DRUH NÁTĚRU	POČET VRSTEV	PUCHÝŘKOVATĚNÍ Z KONDENZAČNÍ KOMORY	PUCHÝŘKOVATĚNÍ ZE SOLNÉ KOMORY	PROKORODOVÁNÍ PODKLADU Z KONDENZAČNÍ KOMORY	PROKORODOVÁNÍ PODKLADU ZE SOLNÉ KOMORY	CELKOVÁ ODOLNOST NÁTĚRŮ
ZnCrO ₄	1	8M	puchýřky nevznikly	0,03%	> 50%	65
	2	puchýřky nevznikly	puchýřky nevznikly	33,00%	> 50%	58
UNITHANE	1	4MD	puchýřky nevznikly	> 50%	33,00%	39
	2	8D	puchýřky nevznikly	10,00%	16,00%	56
BUTROL	1	ztráta přilnavosti	puchýřky nevznikly	> 50%	50,00%	28
	2	ztráta přilnavosti	puchýřky nevznikly	0,03%	16,00%	61
OMAYCARB	1	4M	puchýřky nevznikly	3,00%	> 50%	61
	2	8F	puchýřky nevznikly	0,01%	10,00%	85
NOVINOX	1	8D	puchýřky nevznikly	> 50%	50,00%	31
	2	puchýřky nevznikly	puchýřky nevznikly	0,03%	10,00%	91
WOLASTONIT	1	ztráta přilnavosti	puchýřky nevznikly	> 50%	3,00%	45
	2	puchýřky nevznikly	puchýřky nevznikly	0,03%	10,00%	94
SRPP	1	4M	puchýřky nevznikly	> 50%	16,00%	49
	2	6M	puchýřky nevznikly	0,10%	10,00%	73
MICROMICA	1	2F	puchýřky nevznikly	> 50%	16,00%	53
	2	2M	puchýřky nevznikly	33,00%	10,00%	58

4. Diskuse

Při fyzikálně-mechanických zkouškách bylo zjištěno, že nátěry jsou velmi odolné mechanickému poškození. Všechny nátěry vykazují velkou odolnost vůči odlupování a velkou přilnavost k podkladu.

Při korozivních testech v kondenzační komoře bylo zjištěno, že u nátěrů Butrol – u 1 i 2 vrstvy nátěru a Wolastonit – u 1 vrstva nátěru došlo ke ztrátě přilnavosti nátěrového filmu. U ostatní vzorků bylo zjištěno puchýřkovatění nátěrového filmu, které bylo hodnoceno dle stupnice. Dále se hodnotilo prokorodování podkladu. To bylo provedeno dle dané stupnice prokorodování. Nátěr Novinox prokázal nejvhodnější vlastnosti do venkovního prostředí. Prokázal nejmenší poškození nátěrového filmu a nejmenší poškození podkladu.

Při testech v solné komoře bylo zjištěno, že na vzorcích nátěrů nedošlo ke vzniku puchýřků. Dále bylo hodnoceno prokorodování podkladu dle dané stupnice. Nátěr Wolastonit prokázal nejlepší vlastnosti do zkoušeného prostředí. Nátěr nevykazoval puchýřkovatění a prokorodování jeho podkladu bylo nejmenší ze zkoušených vzorků nátěrových hmot.

Při zrychleném testu s UV zářením byla posuzována barevná změna, praskání a odlupování nátěrových filmů. Dle tohoto hodnocení bylo zjištěno, že nátěr $ZnCrO_4$ prokázal nejlepší vlastnosti vůči účinkům UV záření. U tohoto vzorku došlo na straně přímé k zesvětlení barevného odstínu a na straně zakryté k ztmavení barevného odstínu. U ostatních vzorků došlo i k praskání a odlupování nátěrových filmů.

4.1. Přínos

Dle provedených zkoušek bylo zjištěno, že nátěry Novinox, Wolastonit a Omyacarb jsou nejvhodnější do venkovního prostředí. Ostatní nátěry vykazují horší vlastnosti vůči prostředí s vysokou vlhkostí, z toho důvodu je jejich pro venkovní účely značně omezeno.

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat vhodná pojiva a pigmenty, které by byly vhodné do prostředí s vysokou relativní vlhkostí a do vodného prostředí. Vhodnost použití nátěrových hmot je ovlivňována tím, zda se jedná o použití do prostředí, kde je vyžadována hygieničnost daných nátěrových hmot. Byly popsány pigmenty vhodné pro hygienicky vyhovující nátěry. Dále byly popsány pojiva a způsoby vytváření filmu.

Tato práce byla dále věnována laboratorním zkouškám. Zde byly popsány nejběžnější laboratorní zkoušky, které se zabývají odolností proti vysoké relativní vlhkosti a vodě. Byly zde popsány faktory ovlivňující životnost samotných nátěrů.

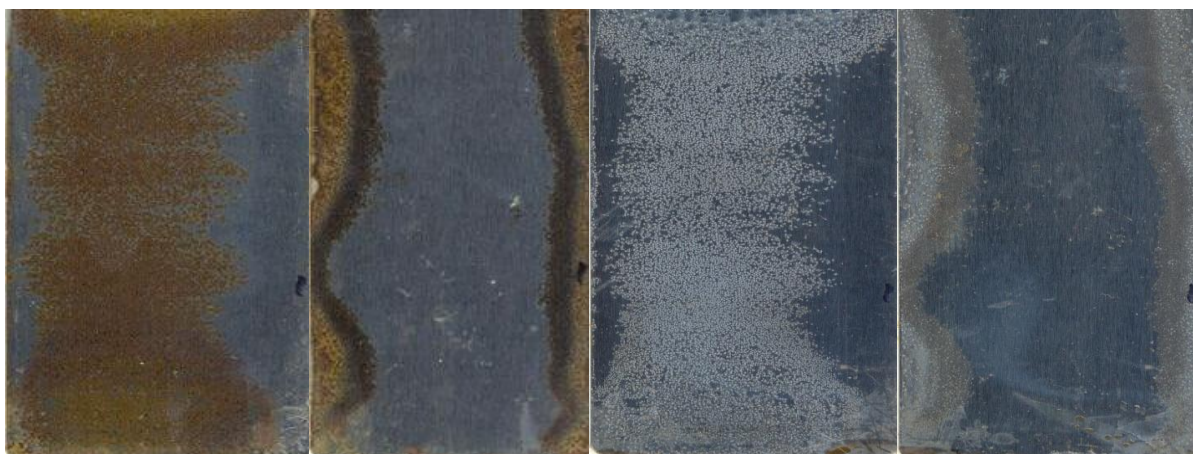
Druhá část byla věnována experimentální práci, která posuzovala odolnost předložených vzorků proti mechanickému namáhání, odolnost vzorků v kondenzační komoře, solné komoře a odolnost panelů proti UV záření.

Dle provedených zkoušek byly nátěry vyhodnoceny a následně posouzeny z hlediska jejich venkovního použití. Z tohoto hlediska byly nátěry Novinox, Wolastonit a Omyacarb zhodnoceny jako nejlepší pro použití ve venkovním prostředí. Ostatní vzorky nátěrových filmů byly posouzeny jako nevhodné do venkovního prostředí.

6. Přílohy



Obr. 6.1.: Nátěr $ZnCrO_4$ po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.2.: Nátěr Unithane po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.3.: Nátěr Butrol po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.4.: Nátěr Omycarb po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.5.: Nátěr Novinox po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



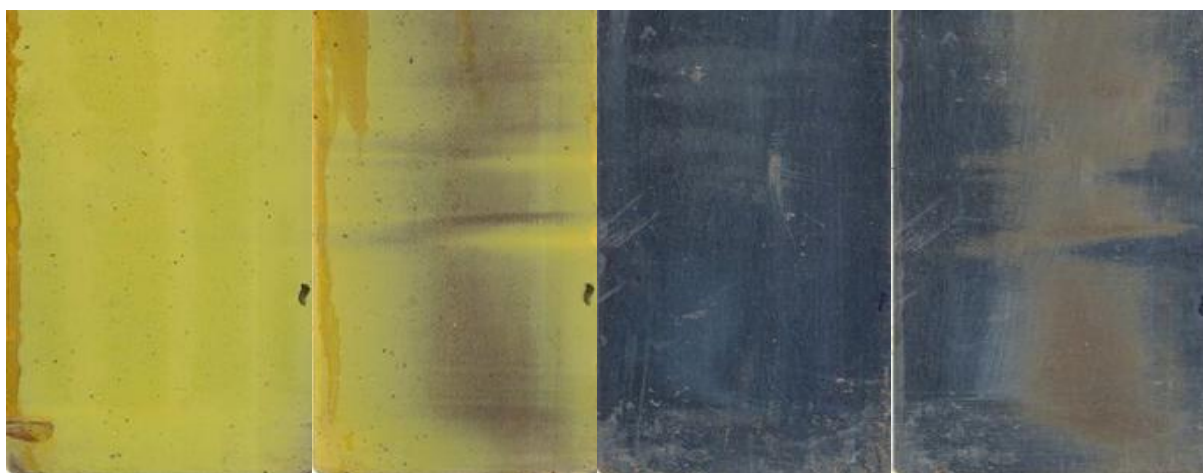
Obr. 6.6.: Nátěr Wolastonit po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.7.: Nátěr SRPP po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



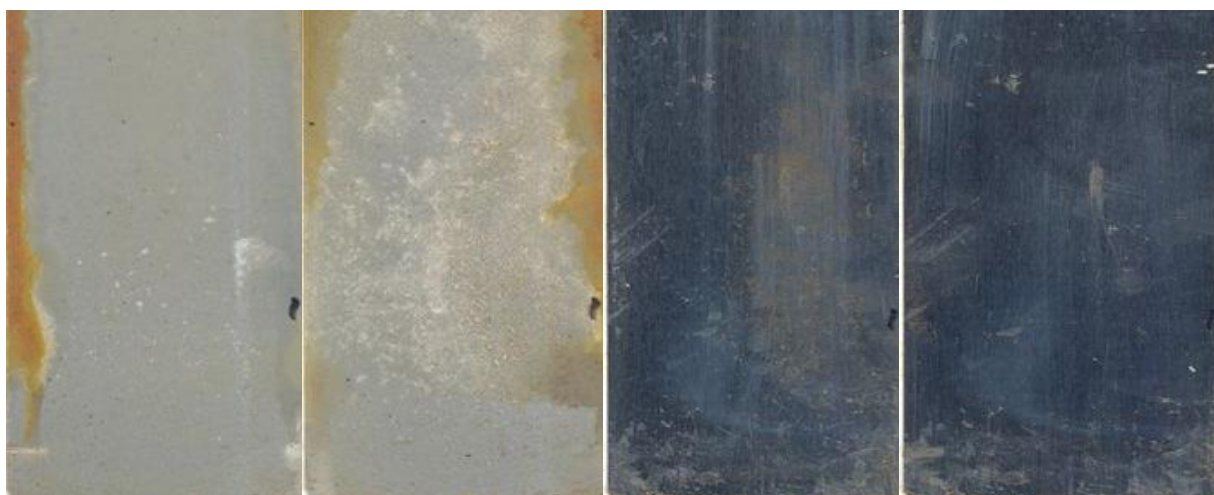
Obr. 6.8.: Nátěr Micromica po expozici 168 hodin v kondenzační komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení z kondenzační komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.9.: Nátěr $ZnCrO_4$ po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.10.: Nátěr Unithane po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.11.: Nátěr Wolastonit po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.12.: Nátěr Micromica po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.13.: Nátěr Novinox po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



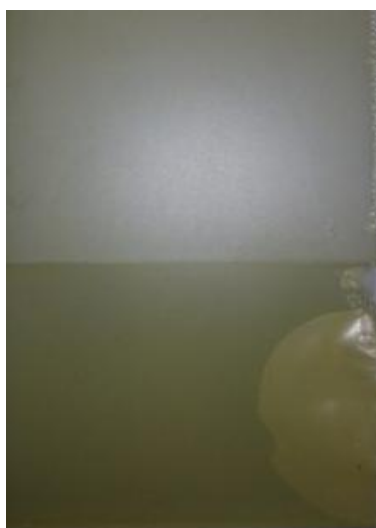
Obr. 6.14.: Nátěr Omyacarb po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.15.: Nátěr SRPP po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.16.: Nátěr Butrol po expozici 168 hodin v solné komoře, v pořadí 2 vrstvy nátěru, 1 vrstva nátěru po vytažení ze solné komory, a panely po stažení nátěru ve stejném pořadí



Obr. 6.17.: Nátěr Novinox po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.18.: Nátěr Wolastonit po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.19.: Nátěr Butrol po 624 hodinové expozici QUV panelu



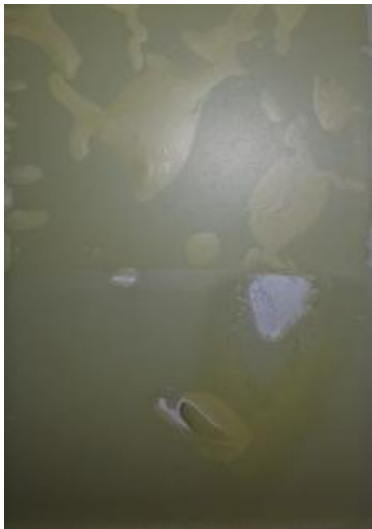
Obr. 6.20.: Nátěr Omyacarb po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.21.: Nátěr Micromica po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.22.: Nátěr $ZnCrO_4$ po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.23.: Nátěr SRPP po 624 hodinové expozici QUV panelu



Obr. 6.24.: Nátěr Unithane po 624 hodinové expozici QUV panelu

7. Seznam použité literatury

- [1] KALEDOVÁ, A. a P. KALENDA. *Technologie nátěrových hmot I - pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-691-5.
- [2] HRABĚ, K. *Technologie laků - výroba fermeží, laků, smaltů, tmelů a hmot pomocných*.
- [3] *Sborník z mezinárodní konference KNH 2013*.
- [4] *Sborník z mezinárodní konference KNH 2012*.
- [5] *Sborník z mezinárodní konference KNH 2011*.
- [6] *Sborník z mezinárodní konference KNH 2010*.
- [7] *Sborník z mezinárodní konference APNH: Antikorozní pigmenty a nátěrové hmoty*.
- [8] ZHANG, J. *Rosin - based chemicals and polymers* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [9] FINK, J. K. *Reactive polymers fundamentals and applications - a concise guide to industrial polymers* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8155-1515-9.
- [10] FINK, J. K. *Reactive polymers fundamentals and applications - A concise guide to industrial polymers (2nd Edition)* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-1-4557-3149-7.
- [11] SVOBODA M. *Protikorozní ochrana kovů organickými povlaky*.
- [12] BEALE, R. J., P. BOWERS a P. SMITH. *Process piping design handbook, volume 3 - Planning guide to piping design* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [13] HOA, S. V. *Principles of the manufacturing of composite materials* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-1-932078-26-8.
- [14] AKOVALI, G. *Polymers in construction* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [15] LAMBOURNE, R. a T. A. STRIVENS. *Paint and surface coatings - theory and practice (2nd Edition)* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [16] KOLESKE, J. V. *Paint and coating testing manual - fifteen edition of the Gardner - Sward handbook (MNL 17 2nd)* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [17] BONORA, P. L. PAPERS FROM EUROCORR 96 - EDITED BY FEDRIZZIT. *Organic and inorganic coatings for corrosion prevention - research and experiences (EFC 20)* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [18] BAUMEISTER, P. W. *Optical coating technology* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8194-5313-6.
- [19] KALEDOVÁ, A. *Metody testování vlastností organických povlaků: Korozně inhibiční účinnost organických povlaků*. Pardubice: Univerzita Pardubice.

- [20] WHEELER, I. *Metallic pigments in polymers* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-1-85957-166-8.
- [21] LIU, X., Z. JIANG a J. HAN. *Manufacturing processes and systems* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-87849-201-5.
- [22] CIULLO, P. A. *Industrial minerals and their uses - A handbook and formulary* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [23] HERMAN, K. *Hardness testing - principles and applications* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-1-61503-832-9.
- [24] ASH, M. a I. ASH. *Handbook of solvents* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [25] ASH, M. a I. ASH. *Handbook of paint and coating raw materials volumes 1-2 (2nd edition)* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [26] FOMIN, G. S. *Encyclopedia international corrosion standards* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-1-902653-71-6.
- [27] CLOUD, P. A. *Developing and managing engineering procedures - concepts and applications* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8155-1448-0.
- [28] BABOIAN, R. *Corrosion test and standards: application and interpretation (2nd edition)*: (*MNL 20*) [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8031-2098-3.
- [29] BOHNI, H. *Corrosion in reinforced concrete structures* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [30] SCHWEITZER, P. A. *Corrosion engineering handbook (2nd Edition) - Corrosion of linings and coatings - cathodic and inhibitor protection and corrosion monitoring* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8493-8247-5.
- [31] SHEPPARD JR., W. L. *Corrosion and chemical resistant masonry materials handbook* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [32] SHREIR, L. L., R. A. JARMAN a G. T. BERSTEIN. *Corrosion (3rd Edition) volumes 1-2* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-7506-1077-3.
- [33] CRAMER, S. D. a B. S. COVINO JR. *ASM handbook volume 13B - corrosion: materials* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-87170-707-9.
- [34] CRAMER, S. D. a B. S. COVINO. *ASM handbook volume 13A - corrosion, fundamentals, testing and protection* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [35] ANTOŠ, P. *Anorganické pigmenty a pojiva*.
- [36] HUANG, T., D. ZHANG, B. LIN, A. XU, Y. TIAN a W. GAO. *Advances in materials manufacturing science and technology XIV* [online]. [cit. 2014-06-16].
- [37] HAN, Y., F. PAN, J. TANG a C. ZHOU. *Advanced Structural Materials* [online]. [cit. 2014-06-16].

[38] CHEREMISINOFF, N. P. *Advanced polymer procesing operations* [online]. [cit. 2014-06-16]. ISBN 978-0-8155-1426-8.

[39] FLICK, E. W. *Adhesives, sealants and coatings for the electronics indestry* [online]. [cit. 2014-06-16].

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZY:

Název práce	Povrchová ochrana konstrukčních materiálů vůči působení sladké vody a vysoké vlhkosti
Autor práce	Darina Derahová
Obor	Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Rok obhajoby	2014
Vedoucí práce	prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
Anotace	<p>Bakalářská práce je psaná formou rešeršně experimentální. Zabývá se především nátěry odolávajícími vysoké vlhkosti a vodě.</p> <p>První část je zaměřena na základy formulace nátěrových systémů zabývajících se ochraně proti vlhkosti a vodě. Dále jsou zde popsána pojiva vhodná do těchto systémů.</p> <p>V další části jsou popsány vhodné pigmenty, které jsou odolné vysoké vlhkosti a vodě. Jsou zde i popsány pigmenty vhodné do hygienicky vyhovujících nátěrů.</p> <p>Ve třetí části jsou popsány metody pro testování nátěrů vůči vodě, vysoké vlhkosti a vodných roztoků.</p> <p>Poslední část je věnována experimentálnímu zkoumání předložených vzorků na odolnost proti vlhkosti, vodě a mechanickému namáhání.</p>
Klíčová slova	Nátěry odolné vysoké vlhkosti a vodě, pojiva, pigmenty, metody testování.