

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

**Vodou ředitelné nátěrové hmoty s korozně
inhibičními vlastnostmi**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Petr Kuchta

VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

KONZULTANT: Ing. Miroslav Kohl

2020

UNIVERSITY OF PARDUBICE

FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials

**Waterborne coatings with corrosion
inhibition properties**

BACHELOR THESIS

AUTHOR: Petr Kuchta

SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

CONSULTANT: Ing. Miroslav Kohl

2020

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Petr Kuchta**
Osobní číslo: **C16080**
Studijní program: **B2831 Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Studijní obor: **Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Téma práce: **Vodouředitelné nátěrové hmoty s korozně inhibičními vlastnostmi**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Zásady pro vypracování

Antikoroziční nátěrové hmoty jsou heterogenní dvoufázové systémy, které nejčastěji obsahují organické pojivo a v něm rozptýlenou anorganickou fázi, z ní nejdůležitější složkou jsou inhibitory koroze a antikoroziční pigmenty. Mezi antikoroziční pigmenty v minulosti nejvíce používané patřily sloučeniny na bázi olova a šestimocného chromu. Tyto látky mají vynikající účinnost při ochraně kovového podkladu před korozi. V současné době, kdy se klade mnohem větší důraz na ekologické aspekty, je nutné zajistit náhradu za tyto antikoroziční pigmenty a najít látky, jejichž antikoroziční účinnost by byla srovnatelná, a to za předpokladu jejich zdravotní nezávadnosti. Jako inhibitory koroze se používají různé organické sloučeniny, ty však mají četné nevýhody (ve vyšší koncentraci zhoršují vlastnost filmu, používají se proto v první fázi protikoroziční ochrany). I anorganické inhibitory koroze by neměly vykazovat nežádoucí vlastnosti organických látek. Pokud by přispívaly aktivně k protikoroziční ochraně v polymerním nátěrovém filmu, jednalo by se o perspektivní inhibitor koroze. Výhodné by byly i z ekonomického hlediska.

1. Proveďte literární rešerši na téma vodouředitelné nátěrové hmoty, inhibitory koroze, antikoroziční pigmenty se zaměřením na epoxidová, akrylátová a latexová pojiva, oxidy, vybrané nanočástice a vodivé polymery.
2. Charakterizujte vybraná pojiva, pigmenty a inhibitory koroze. Stanovte důležité vlastnosti pigmentů v práškovém stavu a vybrané fyzikálně – chemické vlastnosti.
3. Připravte modelové nátěrové hmoty na bázi vodouředitelné epoxidové pryskyřice a vybraného latexového pojiva.
4. Stanovte antikoroziční účinnost připravených nátěrů pomocí standardních korozních testů v atmosférách SO_2 a NaCl s kondenzací H_2O .
5. Charakterizujte měřením dle Perzose povrchovou tvrdost nátěrů, dále přilnavost nátěrového filmu a mechanickou odolnost nátěrů. Vyjádřete také tzv. celkovou mechanickou odolnost nátěrů.
6. Vyjádřete na základě normy ASTM nebo CSN ISO a její stupnice pro jednotlivé projevy koroze nátěrů třídy účinnosti nátěrů vůči jednotlivým projevům koroze. Vyjádřete tzv. celkovou korozní odolnost nátěrové hmot, která charakterizuje nátěrovou hmotu vysoce chemicky odolnou, vhodnou do více typů prostředí.
7. Vyhodnocení a diskusi výsledků proveďte dle složení pojiva a pigmentu. Doporučte, do jakého typu prostředí a pro jaké aplikace lze nátěry doporučit.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Miroslav Kohl**
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **7. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2020

Prohlášení autora

Prohlašuji, že tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární informace a prameny, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen 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 jiného subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požádat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich výše.

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

V Pardubicích dne 20.7.2020

Petr Kuchta

Bakalářská práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Poděkování:

Rád bych zde poděkoval vedoucí práce prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. a konzultantovi Ing. Miroslavu Kohlovi za odborné vedení, ochotu, snahu, nemalé úsilí a cenné rady poskytnuté při zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji svým rodičům za veškerou podporu během studia a své přítelkyni, která mi vždy byla oporou.

Seznam symbolů a zkratk

Blanc fixe	Plnivo na bázi syntetického síranu barnatého
CR	Rychlost koroze [mm / rok]
D	Density (hustý výskyt puchýřků)
DFT	Suchá tloušťka nátěrového filmu [μm]
E_{corr}	Samovolný korozní potenciál [mV]
F	Few (nízký výskyt puchýřků)
Filemon P05	Kalcinovaný kaolín – kaolinit, plnivo na bázi vrstevnatého křemičitanu, především metakaolín s podílem mullitu
I_{corr}	Proudová hustota [μA]
Kaolín 155V	Kalcinovaný kaolín – kaolinit, s povrchovou úpravou silanem
KOKP	Kritická objemová koncentrace pigmentu
Litopon	Bílý pigment, směs ZnS (28 – 30 %) a BaSO_4
m	Hmotnost [g]
M	Medium (středně hustý výskyt puchýřků)
Mastek	plnivo na bázi vrstevnatého křemičitanu $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})]$, tzv. jedno – komponentní plnivo
MD	Medium density (středně hustý výskyt puchýřků)
MEK	Methylethylketon $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3$
NF	Nátěrový film
NH	Nátěrová hmota
o.č.	Olejové číslo [g / 100 g pigmentu]
OKP	Objemová koncentrace pigmentu
Plastorit	Plnivo na bázi směsi křemičitanů, tzv. tří komponentní plnivo, obsahující mastek, chlorit, oxid křemičitý MgSiO_3
R_p	Polarizační odpor [Ω]
Steopac A	Mastek s obsahem slídy, plnivo na bázi směsi křemičitanů, tzv. dvojkomponentní plnivo
T_g	Teplota skelného přechodu [$^{\circ}\text{C}$]
T_m	Teplota tání [$^{\circ}\text{C}$]
V	Objem [ml]
Vápenec	Kalcit, plnivo na bázi uhličitanu vápenatého CaCO_3
VUAnCh (UniCRE)	Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s., Ústí nad Labem
Wollastonit	Wollastonit, CaSiO_3 , plnivo na bázi křemičitanu s izolovanými stavebními jednotkami
Zinkfosfát	Orthofosforečnan zinečnatý – hydrát $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($x = 2-4$)
β	Tafelová směrnice [mV]
ρ	Hustota [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]

Souhrn

Obsahem této bakalářské práce je studium naformulovaných vodou ředitelných nátěrových hmot na bázi dvousložkové vodou ředitelné epoxidové pryskyřice CHS-EPOXY 200v55 s obsahem různých typů plniv či antikoročních pigmentů a vybraných plniv. Cílem práce je vyhodnocení fyzikálně-mechanických a antikoročních vlastností připravených organických povlaků.

Testované organické povlaky byly zhotoveny na skleněných a ocelových panelech, na kterých byly prováděny následující zkoušky. Pro organické povlaky nanesené na skleněných panelech byly provedeny zkoušky měření relativní povrchové tvrdosti, odolnosti vůči vtisku, odolnosti vůči methylethylketonu, měření čísla lesku a stupeň mřížkové přilnavost. Navíc stupeň mřížkové přilnavost testovaných organických povlaků byl stanovován i po 24 h exponování vzorků zkoušce ponoru. Na ocelových panelech byly organické povlaky podrobeny mechanickým zkouškám (odtrhové zkoušce, odolnosti organického povlaku při hloubení, odolnosti organického povlaku při deformaci úderem a odolnosti organického povlaku při ohybu), kdy mechanické zkoušky byly provedeny také na vzorcích vystavených 24 h zkoušce ponoru. Dále byla hodnocena korozní odolnost jednotlivých organických povlaků pomocí zrychlených korozních zkoušek v atmosféře neutrální solné mlhy, ve vlhké atmosféře s obsahem oxidu siřičitého a v atmosféře s povšechnou kondenzací, kdy na základě výsledků byly organické povlaky s nejvyšší korozní odolností doporučeny do konkrétní typu korozního prostředí.

Klíčová slova

vodou ředitelná nátěrová hmota, epoxidová pryskyřice, inhibitor koroze, antikoroční pigment

Summary

The content of this bachelor's thesis is the study of formulated water-borne paints based on two-component water-soluble epoxy resin CHS-EPOXY 200v55 containing various types of fillers or anti-corrosion pigments and selected fillers. The aim of the work is to evaluate the physical-mechanical and anticorrosion properties of prepared organic coatings.

The tested organic coatings were made on glass and steel panels, on which the following tests were performed. For organic coatings applied to glass panels, tests were performed to measure relative surface hardness, scratch resistance, resistance to methylethylketone, gloss number, and degree of cross cut test. In addition, the degree of cross cut test of the tested organic coatings was determined even after 24 hours exposure of the samples to the immersion test. On steel panels, organic coatings were subjected to mechanical tests (pull of test, cupping test, falling weight test and bend test), mechanical tests were also performed on samples subjected to 24 hour immersion test. Furthermore, the corrosion resistance of individual organic coatings was evaluated using corrosion tests in a atmosphere of neutral salt mist, in a humid atmosphere containing sulfur dioxide and in an atmosphere with general condensation. Based on the results organic coatings with the highest corrosion resistance were recommended for a specific type of corrosion environment.

Keywords

waterborne coating, epoxy resin, corrosion inhibitor, anti-corrosive pigment

Obsah

1	Úvod.....	16
2	Teoretická část	17
2.1	Nátěrové hmoty	17
2.1.1	Vodou ředitelné nátěrové hmoty.....	17
2.1.2	Vodou ředitelné alkydové pryskyřice	19
2.1.3	Vodou ředitelné akrylátové polymery	19
2.1.4	Vodou ředitelné epoxidové pryskyřice	20
2.2	Inhibitory koroze	21
2.2.1	Rozdělení inhibitorů koroze.....	21
2.2.2	Dělení inhibitorů podle mechanismu.....	21
2.2.3	Dělení dle chemického složení	22
2.2.4	Dělení dle oblasti použití	23
2.2.5	Vodní sklo.....	24
2.3	Pigmenty	24
2.4	Antikorozní pigmenty	25
2.4.1	Sušik.....	25
2.4.2	Fosforečnan zinečnatý	26
2.4.3	Oxid zinečnatý	27
2.5	Plniva.....	29
2.5.1	Wollastonit.....	29
2.5.2	Vápenec	29
2.5.3	Litopon.....	30
2.5.4	Mastek.....	30
2.5.5	Blanc fixe	31
2.5.6	Kaoliny.....	31
2.5.7	Železitá červen	31
2.5.8	Železitá žlut'	31
2.5.9	Železitá čern.....	31
2.5.10	Titanová běloba.....	32
3	Experimentální část.....	33
3.1	Cíl práce.....	33
3.2	Testované pojivo a tvrdidlo	33
3.3	Testované pigmenty a plniva pro přípravu nátěrových hmot.....	34
3.4	Přístroje a zařízení	36
3.5	Charakterizace pigmentů na základě fyzikálně-chemických vlastností	36
3.5.1	Stanovení hustoty.....	36

3.5.2	Stanovení spotřeby oleje	36
3.5.3	Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)	37
3.5.4	Stanovení obsahu sušiny	37
3.6	Příprava nátěrových hmot.....	38
3.6.1	Formulace nátěrových hmot	38
3.6.2	Dispergace nátěrových hmot	39
3.7	Příprava zkušebních vzorků pro korozní a mechanické zkoušky	39
3.7.1	Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech	39
3.7.2	Příprava zkušebních vzorků na skle.....	40
3.8	Metody hodnocení fyzikálně-mechanických zkoušek.....	40
3.8.1	Měření relativní povrchové tvrdosti nátěru pomocí útlumu kyvadla	40
3.8.2	Buchholzova vrypová zkouška	40
3.8.3	Měření lesku nátěru	41
3.8.4	MEK test	41
3.8.5	Stanovení přilnavosti nátěru mřížkovou metodou	41
3.8.6	Stanovení přilnavosti nátěru odtrhovou metodou.....	42
3.8.7	Stanovení odolnosti organického povlaku hloubením.....	43
3.8.8	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem	43
3.8.9	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu.....	43
3.9	Metody zrychlených korozních zkoušek	44
3.9.1	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy	44
3.9.2	Zrychlená korozní zkouška ve vlhké atmosféře s obsahem oxidu siřičitého	44
3.9.3	Zrychlená korozní zkouška v kondenzační komoře	45
3.10	Hodnocení výsledků korozních zkoušek	45
3.10.1	Hodnocení stupně tvorby puchýřků v ploše nátěru a v řezu.....	45
3.10.2	Hodnocení míry prokorodování.....	46
3.10.3	Hodnocení koroze v řezu	46
3.10.4	Hodnocení delaminace nátěru z řezu	46
3.10.5	Hodnocení ztráty přilnavosti.....	46
3.10.6	Hodnocení podkorodování.....	47
3.10.7	Elektrochemické stanovení lineární polarizace	47
3.10.8	Hodnocení životnosti organického povlaku	47
4	Výsledky	49
4.1	Fyzikálně-chemické vlastnosti pigmentů a plniv	49
4.2	Fyzikálně-mechanické vlastnosti nátěrových filmů na skleněných panelech	50
4.2.1	Relativní povrchová tvrdost nátěru měřená útlumem kyvadla	50

4.2.2	Buchholzova vrypová zkouška	51
4.2.3	Lesk nátěrových filmů na skleněném panelu.....	52
4.2.4	MEK test	53
4.3	Vyhodnocení fyzikálně-mechanických zkoušek na ocelových panelech.....	54
4.3.1	Mřížková zkouška přilnavosti pro ocelové panely	54
4.3.2	Mřížkové zkouška přilnavosti pro skleněné panely:.....	55
4.3.3	Odtrhová zkouška	56
4.3.4	Zkouška hloubením a úderem.....	58
4.3.5	Zkouška ohybem.....	59
4.4	Vyhodnocení korozních zkoušek.....	60
4.4.1	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy organických povlaků s obsahem plniv.....	60
4.4.2	Zrychlená korozní zkouška v neutrální solné mlze organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů a plniv.....	62
4.4.3	Zrychlená korozní zkouška ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého organických povlaků s obsahem plniv	64
4.4.4	Zrychlená korozní zkouška ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů	66
4.4.5	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře s povšechnou kondenzací organických povlaků s obsahem plniv	68
4.4.6	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře s povšechnou kondenzací organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů	70
4.4.7	Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace.....	72
5	Komentáře k výsledkům	73
5.1	Komentáře k výsledkům fyzikálně-chemických vlastností pigmentů a plniv ..	73
5.2	Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na skleněných panelech.	73
5.2.1	Komentáře k výsledkům stanovení relativní povrchové tvrdosti pomocí útlumu kyvadla	74
5.2.2	Komentáře k výsledkům Buchholzovy vrypové zkoušky	75
5.2.3	Komentáře k výsledkům měření čísla lesku	76
5.2.4	Komentáře k výsledkům MEK testu.....	77
5.2.5	Komentáře k výsledkům mřížkové zkoušky na skleněných panelech.....	78
5.3	Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na ocelových panelech	79
5.3.1	Komentáře k výsledkům mřížkové zkoušky na ocelových panelech	79
5.3.2	Komentáře k výsledkům odtrhové zkoušky.....	80
5.3.3	Komentáře k výsledkům zkoušky hloubením.....	81
5.3.4	Komentáře k výsledkům zkoušky úderem.....	82

5.3.5	Komentáře k výsledkům zkoušky ohybem.....	83
5.4	Komentáře k výsledkům korozních zkoušek.....	84
5.4.1	Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy.....	85
5.4.2	Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého	88
5.4.3	Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací.....	90
5.4.4	Komentáře k výsledkům elektrochemické lineární polarizace	91
5.4.5	Komentáře ke stanovení životnosti organických povlaků	92
6	Přínosy bakalářské práce.....	93
7	Závěr	97
8	Použitá literatura	99
9	Přílohy.....	103

1 Úvod

Vlivem reakcí s okolním prostředím dochází k destruktivnímu napadání kovových materiálů a ocelových konstrukcí, které způsobuje významné ekonomické ztráty. Antikorozní nátěrové hmoty představují nejvýznamnější způsob ochrany kovových podkladů. Inhibitory koroze a antikorozní pigmenty mají zásadní roli v antikorozních nátěrových hmotách při ochraně proti korozi. Vynikající účinnost při ochraně kovového podkladu před korozi mají sloučeniny na bázi šestimocného chromu a olova, které v minulosti patřily mezi nejpoužívanější antikorozní pigmenty. Z ekologických a zdravotních důvodů jsou v dnešní době používány zcela výjimečně, proto je potřeba nalézt vhodnou, ekologicky a zdravotně nezávadnou, náhradu těchto antikorozních pigmentů, která bude vykazovat srovnatelnou antikorozní účinnost. Příkladem může být použití fosforečnanu zinečnatého, který je v dnešní době hojně využíván jako náhrada, obzvláště ve vodou ředitelných antikorozních nátěrových hmotách. Avšak mnohé účinné a dnes používané inhibitory koroze, jako různé organické sloučeniny, vykazují při vyšších koncentracích znatelné zhoršení vlastností filmu, z toho důvodu se stále hledá ekonomicky výhodný, perspektivní inhibitor koroze, který by aktivně přispíval k protikorozní ochraně.

V této práci je také zkoumán vliv vybraných funkčních plniv zlepšujících technologické vlastnosti polymerů na mechanickou odolnost testovaných organických povlaků. Byla vybrána plniva s různým tvarem částic, pravidelným, lamelárním a jehlicovitým. Jednotlivé tvary částic mají odlišné vyztužovací efekty. Právě tvar částic je důležitým parametrem pro výslednou tuhost, pevnost, hladkost a rázovou houževnatost organického povlaku.

2 Teoretická část

2.1 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou tekuté až tužší hmoty, tvořící po nanesení souvislý tenký film na povrchu předmětu. Jako hlavní složky obsahují filmotvorné látky, pigmenty, plniva, z pravidla těkavá rozpouštědla, ředidla a další pomocné látky. Nátěrové hmoty jsou často používány k ochraně kovového podkladu. [1] Koroze kovů vede k velkým ekonomickým ztrátám a bezpečnostním rizikům, proto poutá velkou pozornost veřejnosti. V průběhu let bylo navrženo mnoho způsobů k omezení a k ochraně proti korozi. Použití antikoročních povlaků je jedním z nejúčinnějších způsobů. [2] Antikoroční nátěrové hmoty jsou heterogenní dvoufázové systémy obsahující organické pojivo a v něm rozptýlenou anorganickou fázi, ve které nejdůležitější úlohu pro korozní ochranu mají inhibitory koroze a antikoroční pigmenty. [3]

2.1.1 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

S rostoucími požadavky na ekologii se v oblasti korozní ochrany kovových materiálů stávají vodou ředitelné nátěrové hmoty stále zajímavějšími. [4] Díky šetrnosti k životnímu prostředí získali stále rostoucí popularitu. Avšak zesíťování vodou ředitelných povlaků je obtížné, což omezuje jejich protikorozi ochranu. Zlepšení antikorozní schopnosti vodou ředitelných povlaků je pro vědecké i průmyslové komunity zásadní otázkou. [5]

V současné době jsou vodou ředitelné nátěry používány hojně jako nátěry na dřevěné materiály a stavební nátěry, avšak jejich aplikace jako antikoročních nátěrů pro kovové materiály je stále omezená. [6] Vznik vodou ředitelných nátěrových hmot je datován do šedesátých let tohoto století, kdy došlo k prvním aplikacím, a to hlavně v automobilovém průmyslu. [7]

Přednosti vodou ředitelných nátěrových hmot spočívají ve snížení spotřeby rozpouštědel a tím zamezení nebezpečí požáru na pracovišti, zlepšení pracovních podmínek při výrobě i aplikaci, díky eliminaci nezdravých exhalací organických rozpouštědel a zamezení vypařování organických rozpouštědel do ovzduší s přínosem ekologickým i ekonomickým, neboť se snížili náklady na ventilační systémy lakoven. [7] Zásadní výhodou vodou ředitelných disperzí je také výrazně nižší viskozita při stejné sušině, což umožňuje získání nátěrových hmot o vyšší sušině oproti rozpouštědlovým pojivům. [8]

V podstatě lze vytvářet vodou ředitelné nátěrové hmoty ze stejných základních pojivých typů jako rozpouštědlové nátěrové hmoty. Nátěrové hmoty ředitelné vodou tedy mohou obsahovat kombinace pojiv alkydových, akrylátových, epoxidových, polyuretanových

a polyvinylacetátových. Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou k dispozici v provedení zasychajícím na vzduchu, nebo vypalovací, a to jako základní nátěrové hmoty, nebo vrchní emaily. [7]

Ochrana proti korozi vodou ředitelných nátěrových hmot je zajištěna pomocí dvou hlavních mechanismů, bariérového efektu a antikorozního účinku aktivního pigmentu. Bariérový efekt zpomaluje vstup vody, ale jakmile voda dosáhne povrchu kovu, stává se hlavní ochranou aktivní antikorozní pigment. [9] Nejpoužívanějším antikorozním pigmentem pro vodou ředitelné nátěrové hmoty je v současné době fosforečnan zinečnatý, který je bohužel svou účinností mnohem horší oproti starým toxickým antikorozním pigmentům. [3] Avšak nanočástice fosforečnanu zinečnatého dosahují lepších výsledků než klasické mikrometrické částice. V dnešní době se na trhu vyskytují tři generace fosfátů vycházejících z fosforečnanu zinečnatého. Druhá generace byla vyvinuta s vhodnými modifikacemi částic fosforečnanu zinečnatého. Třetí generace byla získána změnou ortofosfátového aniontu za polyfosfáty, aby vyhovovala technologickým nárokům. Druhá a třetí generace již může dosahovat stejné, i lepší antikorozní účinnosti. [10]

Zasychání a schnutí vodou ředitelných nátěrových hmot je důležitou vlastností při jejich aplikaci. Voda, jako nosné médium, se chová z pohledu svých fyzikálních vlastností jinak než organická rozpouštědla. U vodou ředitelných materiálů je nutná dobrá výměna vzduchu pro usnadnění schnutí nátěru. Jak u nátěrů schnoucích na vzduchu, tak u nátěrů vypalovacích musí dojít k potřebnému zaschnutí nátěru, před vlastním tepelným zpracováním, aby nevznikl defektní povlak. [7]

Bylo vyvinuto mnoho úsilí ke zlepšení antikorozní ochrany vodou ředitelných nátěrů, vylepšení vlastností zesítení je jednou z možných metod. Chemické reakce mezi různými polárními skupinami usnadňují nejen zesítení, čímž zlepšují fyzikální a chemickou integritu filmu, ale také snižují počet polárních skupin, a tím i odolnost vůči vodě. Některé studie však uvádějí, že zvýšení hustoty polárních skupin vedlo ke snížené pevnosti výsledných filmů. Molekulová hmotnost polymerních částic je také důležitým parametrem pro zesítené filmy. Povlaky s vysokou molekulovou hmotností mají vynikající bariérové účinky a lepší vlastnosti zesítení. Ale byli zjištěny také negativní vlastnosti, jako nižší dispergovatelnost a kompatibilita i horší ochranné vlastnosti. Zlepšení antikorozní ochrany pro vodou ředitelné nátěrové hmoty je proto stále předmětem mnoha výzkumů. [6]

2.1.2 Vodou ředitelné alkydové pryskyřice

Jedná se o novější druhy pryskyřic, které umožňují ekologicky přijatelnou úpravu povrchů. Pro dosažení rozpustnosti ve vodě jsou připravovány pryskyřice s vysokým číslem kyselosti, které jsou pak zcela, nebo částečně neutralizovány. Vysokého čísla kyselosti je dosaženo použitím trojfunkčních kyselin, jako kyseliny citrónové a anhydridu kyseliny trimellitové, nebo dodatečnou adicí kyseliny maleinové na nenasycené dvojně vazby mastných kyselin. [11]

Alkydové pryskyřice mají složení podobné konvenčním materiálům. Důležitým rozdílem je právě přítomnost karboxylových skupin v molekule, vedoucí k číslům kyselosti v rozmezí hodnot 40 – 65. Obecně jsou alkydové pryskyřice modifikovány akrylovými a silikonovými pryskyřicemi. Vysoce kvalitní barvy, získané z modifikací alkydů akryláty, jsou nadřazené konvenčním barvám, zatímco materiály modifikované silikonem vykazují zvýšenou tepelnou odolnost. [12] Jejich nejvýznamnější použití je pro nátěrové hmoty nanášené elektrochemicky a pro máčecí základní nátěry. [1]

2.1.3 Vodou ředitelné akrylátové polymery

Akrylátové polymery a kopolymery jsou běžně využívány jako pojivo při formulaci nátěrových hmot, díky jejich dobré adhezi a filmotvorným vlastnostem. Jako zpevňující a ochranné povlaky sehráli velmi důležitou roli v posledních desítkách let při ochraně památek, jako jsou nástěnné malby, sochy a různé kamenné a porézní materiály. Vlastnosti a možnosti použití akrylátových filmů motivují k výzkumu jejich vodou ředitelných nátěrů. [13]

Ochranné povlaky by měli splňovat různé mechanické, optické, reologické a adhezivní požadavky pro vnitřní i venkovní použití. V případě vodou ředitelných ochranných nátěrů je propustnost vodních par nejdůležitějším kritériem, jelikož tyto nátěry jsou citlivé na vlhkost a jsou přímo vystaveny vysoké vlhkosti. Difuze vody do nátěru vede ke ztrátě adheze v důsledku růstu mikroorganismů, navíc je voda hlavním nosičem agresivních iontů ve vodě rozpustných plynů, jako CO_2 a SO_2 pocházejících z deště. [13]

Vodou ředitelné akrylátové pryskyřice, termoplastické i termosetové, jsou využívány pro výrobu nátěrových hmot. Ve vodě rozpustné aniontové akryláty mohou být vyrobeny kopolymerací maleinanhydridu a anhydridu kyseliny metakrylové. Kationtové, ve vodě rozpustné pryskyřice, se vyrábí za použití dialkylaminometakrylátu. [12]

Z akrylových vodných disperzí připravených emulzní polymerací mají estery kyseliny akrylové větší význam než estery kyseliny metakrylové, protože mají nižší T_m a T_g , jsou tedy

schopny vytvářet filmy za normální teploty. Kyselina akrylová má zvláštní význam jako kopolymer, je-li použita v množství 1 – 3 %, zlepšuje stabilitu disperzí a adhezi filmu. [1]

Vypálené akrylové kopolymery ředitelné vodou poskytují filmy s vysokým leskem, stálostí na světle, trvanlivostí a chemickou odolností. Tyto nátěrové hmoty jsou používány hlavně jako emaily, nanášené elektrochemicky, pro hliníkové, nebo ocelové desky a kovové stavební panely. Syntéza kopolymerů s dostatečným počtem karboxylových skupin v řetězcích je hlavním principem přípravy akrylových kopolymerů ředitelných vodou. Karboxylové skupiny jsou neutralizovány těkavým aminem na mýdla rozpustná ve vodě. Tyto kopolymery jsou využívány pro nátěrové hmoty, které jsou vytvrzované za tepla reakcí s vodou ředitelnými pryskyřicemi při současném vytěkání aminu. Vytvrzení probíhá 30 minut při teplotě 180 °C. [1]

2.1.4 Vodou ředitelné epoxidové pryskyřice

Ve srovnání s jinými organickými povlaky jsou epoxidové pryskyřice hojně používané, obzvláště díky své vynikající chemické odolnosti, elektricky izolačním vlastnostem a dobré přilnavosti na kovový povrch. Bohužel jsou tradiční epoxidové pryskyřice přenášeny rozpouštědly, což je škodlivé jak pro životní prostředí, tak pro lidské zdraví, kvůli značnému množství těkavých sloučenin, které se uvolňují během procesu nanášení. Vodou ředitelné epoxidové pryskyřice vyřešili toto ekologické dilema. [2]

Byly vyvinuty tři postupy pro výrobu ekologicky přijatelných epoxidových pryskyřic. Modifikace hydrofilními skupinami, díky nimž se polymer stane rozpustným ve vodě. Smíchání pryskyřice s povrchově aktivními látkami, které umožňují disperzi ve vodě. A vytvoření systémů pryskyřice, povrchově aktivních látek a rozpouštědla, tyto systémy mohou být následně emulgovány. Každý z těchto postupů má své specifikace, výhody a nevýhody. [12]

Přes to, že jsou vodou ředitelné epoxidové pryskyřice komerčně využívány již dlouhou dobu, stále trpí některými vnitřními problémy, jako je špatné bránění difuzi vodních par, horší odolnost proti vodě a horší dlouhodobá ochrana. [14] Za účelem zvýšení antikorozi účinnosti se do povlaku zavádějí nové nanomateriály. [2] Řešením problémů vodou ředitelných epoxidů může být také zavádění vhodných plniv, například SiO_2 , nebo vodivých polymerů, jako polyanilin. [14]

2.2 Inhibitory koroze

Inhibitory koroze jsou látky přidávané v malé koncentraci do prostředí, aby zabránili korozi, nebo snížili rychlost koroze různými mechanismy a docílilo se tak prodloužení životnosti materiálu. Inhibitory koroze jsou často nejefektivnějším cenově přijatelným způsobem prevence, nebo regulace koroze, protože umožňují použití méně nákladných kovů pro korozní prostředí. [15] Použití inhibitorů je považováno za jednu z nejlepších praktických metod ochrany kovů proti korozi v různých korozních prostředích. [16] Regulace koroze inhibitory je docíleno buď vytvořením vrstvy – bariéry, nebo zpomalením katodického, anodického, nebo obou procesů. Inhibitory jsou většinou snadno aplikovatelné a nabízejí výhodu aplikace na místě, aniž by způsobovali jakékoli narušení procesu.

2.2.1 Rozdělení inhibitorů koroze

Jelikož je mnohdy určení rozhodujícího vlivu na korozní reakci složité i u jedné látky, existují celé řady klasifikací inhibitorů, které se pokoušejí vyjádřit základní vlivy těchto přísad. Inhibitory koroze lze dělit dle mechanismu působení, chemického složení a oblasti použití. [17]

2.2.2 Dělení inhibitorů podle mechanismu

Inhibitory založené na elektrodovém procesu lze dělit na anodické, katodické a smíšené. Dále se vyskytují inhibitory srážení a těkavé inhibitory.

Anodické inhibitory zvyšují anodickou polarizaci a posouvají korozní potenciál do katodického směru, také se nazývají jako pasivační inhibitory. Vytvořením málo rozpustné sloučeniny s kovovým iontem potlačují korozní reakci na anodě. Jsou absorbovány na povrchu kovu a vytvářejí ochranný film, nebo bariéru. Patří mezi ně chromáty, fosforečnany, wolframany a další ionty přechodných prvků s vysokým obsahem kyslíku. Existují dva typy pasivačních inhibitorů, oxidující anionty (chromany, dusitany, dusičnany), které mohou pasivovat ocel v nepřítomnosti kyslíku a neoxidující ionty (fosforečnany, wolframany a molybdenany), které vyžadují přítomnost kyslíku pro pasivaci oceli. Anodické inhibitory jsou považovány za nebezpečné, pokud koncentrace inhibitoru klesne pod minimální limity, může dojít k důlkové korozi a obecně urychlení koroze jako takové, z tohoto důvodu je nutné provádět monitorování koncentrace inhibitoru. [18, 19]

Katodické inhibitory snižují korozi zpomalením rychlosti redukce elektrochemického korozního článku. Katodické inhibitory posouvají korozní potenciál na anodický směr, kationty migrují k povrchu katody, kde jsou vysráženy a tím blokují povrch. Inhibiční účinek katodických inhibitorů má tři různé mechanismy. Katodické jedy potlačují proces redukce

zabráněním rekombinace vodíku, ale s tím zvyšují tendenci kovu k vodíkovému křehnutí. Katodické sraženiny, sloučeniny například vápníku a hořčíku, se vysráží jako oxidy a vytvářejí ochrannou vrstvu působící jako bariéru. A zachycovače kyslíku, reagující s přítomným kyslíkem v systému. Odstranění kyslíku z korozního prostředí významně sníží rychlost koroze. Odstranění kyslíku lze docílit použitím lapačů kyslíku (siřičitan sodný, hydrazin) odstraňujících jej z roztoku reakcí, odvodušněním vakuem, nebo varem ke snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku. [18, 19]

Smíšené inhibitory nelze jednoznačně zařadit mezi anodické, nebo katodické. Tyto inhibitory zpomalují jak anodické, tak katodické procesy, proto se nazývají smíšené. Obvykle se jedná o filmotvorné sloučeniny, které způsobují tvorbu sraženin na povrchu a nepřímo blokují anodická i katodická místa. Smíšené inhibitory jsou méně nebezpečné než anodické inhibitory, při jejich použití nemusí dojít ke zvýšení intenzity koroze jako u anodických inhibitorů. [18, 19]

Inhibitory srážení jsou sloučeniny vytvářející film s obecným účinkem na kovovém povrchu, nepřímo blokují anodická i katodická místa. Jedná se o sloučeniny způsobující tvorbu sraženin na povrchu kovu, čímž poskytují ochranný film. Nejběžnějšími inhibitory této kategorie jsou křemičitany a fosforečnany.

Těkavé inhibitory, také nazývané inhibitory plynné fáze, jsou sloučeniny nanášené těkáním ze zdroje. Patří mezi ně například hydrazin, soli dicyklohexylaminu, cyklohexylaminu a hexamethylenaminu. Pára přichází do styku s povrchem kovu a dochází k adsorpci inhibitoru. Vlhkost poté hydrolyzuje a uvolňuje ochranné ionty, které mají vlastnosti inhibující korozi. [18, 19]

2.2.3 Dělení dle chemického složení

Anorganické inhibitory, obvykle krystalické soli, jako je chroman sodný, fosfáty, nebo molybdenan. Lze je dělit na katodické a anodické. Pouze anionty těchto sloučenin se podílejí na snižování koroze kovů. Pokud je použit zinek, pak i kationt zinku může přispět pozitivním účinkem. Hojně jsou využívány také křemičitany. [19, 20]

Organické sloučeniny lze rozlišovat na aniontové a kationtové. Aniontové, sulfonáty, fosfonáty, nebo merkaptobenzothiazol sodný se běžně používají v chladících vodách a nemrzoucích roztocích. Kationtové jsou ve svých koncentrovaných formách buďto kapaliny, nebo voskovité pevné látky. Jejich aktivní podíly jsou obvykle veliké alifatické, nebo aromatické sloučeniny s kladně nabitou aminovou skupinou. [19] Organické inhibitory koroze

nejsou dnes žádnou novinkou, i když v posledních letech vzrůstá jejich použití obzvláště u vodou ředitelných nátěrových hmot. Snahou dnešní doby je tvorba nových organických inhibitorů koroze pro nátěrové hmoty splňující ekologické požadavky a disponující dostatečnými antikorozními vlastnostmi. [20]

2.2.4 Dělení dle oblasti použití

V kyselém prostředí může korozi inhibovat široká škála látek, jako jsou halogenidové ionty a mnoho organických sloučenin, zejména ty, které obsahují prvky V. a VI. skupiny periodické tabulky (tj. dusík, fosfor, arsen, kyslík, síra a selen). Organické sloučeniny obsahující vícenásobné vazby jsou účinnými inhibitory. Primárním krokem působení inhibitorů v kyselých roztocích je adsorpce na kovový povrch, který je v kyselých roztocích obvykle bez oxidů. Adsorbovaný inhibitor poté zpomaluje katodické, nebo anodické elektrochemické procesy koroze. Inhibitory mohou interagovat s kovy a ovlivnit tak korozi mnoha způsoby, z nichž se některé mohou vyskytovat současně, proto často není možné přiřadit inhibitoru jediný obecný mechanismus, navíc se mechanismus může měnit i s experimentálními podmínkami. Převládající mechanismus působení inhibitoru se tedy může lišit v závislosti na mnoha faktorech jako je například jeho koncentrace či pH kyseliny. [18, 19, 21]

Koroze v neutrálním prostředí se od koroze v kyselém prostředí liší ve dvou důležitých ohledech. U roztoků nasycených vzduchem je hlavní katodická reakce redukce rozpuštěného kyslíku, zatímco v kyselém prostředí je to vývoj vodíku. Korodující kovové povrchy v kyselém roztoku neobsahují oxidy, ale v neutrálních roztocích jsou povrchy kovů kvůli snížené rozpustnosti pokryty filmy oxidů, hydroxidů, nebo solí. Kvůli těmto rozdílům látky potlačující korozi v kyselém prostředí, adsorpcí na povrchu bez přítomnosti oxidů, obecně neinhibují korozi v neutrálním prostředí. Typickými inhibitory téměř neutrálních roztoků jsou anionty slabých kyselin, některé z v praxi nejdůležitějších jsou chromáty, dusitany, benzoáty, křemičitany, fosforečnany a boritany. Pasivující filmy oxidů na kovech nabízejí vysokou odolnost proti difuzi kovových iontů a inhibici anodické reakce. Tyto inhibiční anionty se často označují jako anodické inhibitory a obecně se používají k inhibici koroze častěji než katodické inhibitory. [18, 19, 21]

V boji s atmosférickou a plynnou korozi představují těkavé inhibitory velice účinný a ekonomicky výhodný nástroj. První podmínkou dobré účinnosti inhibitoru v plynné fázi je jeho schopnost dosáhnout kovového povrchu, který má být chráněn. Druhou je to, že rychlost

přenosu molekuly by neměla být příliš pomalá, aby se zabránilo počátečnímu napadení kovového povrchu agresivním prostředím dříve, než může inhibitor působit. [18, 19, 21]

2.2.5 Vodní sklo

Termín „tekuté sklo“ je velmi široký a zahrnuje roztoky alkalických křemičitanů bez ohledu na druh kationtu, koncentraci křemičitanů, polymerní strukturu a způsob přípravy takových roztoků. Vodní skla lze dělit podle kationtu na draselné, sodné, lithné a organické báze. Složení bývá charakterizováno nejčastěji křemičitým modulem M , jedná se o molární poměr $\text{SiO}_2 / \text{M}_2\text{O}$, kde M je K, Na, Li, nebo organická báze. U běžně vyráběných typů vodních skel se hodnota křemičitého modulu pohybuje v rozmezí 2,0 – 3,7. Sekundárními charakteristikami jsou hmotnostní procenta SiO_2 , M_2O , obsah nečistot a hustota.

V současné době stoupá zájem o vodní skla v souvislosti s jejich širokým uplatněním, vysokou adhezí, nehořlavostí, netoxičností, ekologickou nezávadností, cenou a dostupností. Uplatnění nacházejí ve stavebních materiálech, jako pojiva, ve výrobě keramiky, anorganických kompozitů a v nátěrových hmotách. [22]

Sodné i draselné sklo se vyrábí obdobným způsobem, sice tavením sklářského písku ve vanové peci při teplotě 1400 – 1600 °C za pomoci alkalických tavidel (uhličitanu sodného, nebo draselného). Následně je roztavená sklovina prudce ochlazena za účelem rozpraskání na co nejmenší části, které usnadňují následné rozpouštění. Pomocí hydroxidu sodného/draselného, vody, teploty a tlaku dochází v autoklávu k rozpuštění na vodní sklo. [23]

2.3 Pigmenty

Jako pigmenty jsou brány látky s krycí, nebo vybarvovací schopností, případně různými speciálními vlastnostmi. Jsou používány v průmyslu nátěrových hmot, plastů, gumárenském průmyslu, metalurgii, keramice, stavebním průmyslu a jiných oborech. Dispergovaný pigment v pojivu představuje heterogenní směs. Pigmenty lze dělit na anorganické a organické, přičemž z hlediska výroby a spotřeby jsou anorganické pigmenty významnější. O kvalitě pigmentů rozhodují jejich fyzikálně-optické, chemické a technologické vlastnosti, u speciálních pigmentů pak také jejich speciální vlastnosti. Pigmenty lze dělit na základní, plnivové, funkční pigmenty (speciální) a pigmentová aditiva. [24]

2.4 Antikorozní pigmenty

Nejpoužívanějším způsobem ochrany kovových materiálů proti degradačním účinkům atmosférické koroze je aplikace organických povlaků, kde jsou aplikovány právě antikorozní pigmenty. [25] Antikorozní pigmenty jsou skupinou funkčních pigmentů, která po přidání v malé koncentraci, díky svým specifickým vlastnostem působí na prodloužení životnosti ochranného povlaku. Jedná se o velice obecnou definici, avšak přesněji antikorozní pigmenty ani definovat nelze, neboť je potřeba brát zřetel na mechanismus, jakým korozní rychlost ovlivňují. [3]

Podle staršího dělení rozdělujeme antikorozní pigmenty do dvou základních skupin. První skupinou jsou toxické pigmenty na bázi šestimocného chromu a olovnaté pigmenty. Druhou skupinou jsou pigmenty fyziologicky nezávadné, netoxické pigmenty, mezi které patří křemičitany, fosforečnany, molybdenany, boritany, bariérové pigmenty a oxidy kovů jako jsou ZnO a MgO. [26, 24]

Sloučeniny s obsahem šestimocného chromu a olova jsou tradičními, efektivními antikorozními pigmenty. Pro jejich škodlivost životnímu prostředí a zdraví jsou i přes svou účinnost zakázány. Proto je v posledních letech kladen velký důraz na výzkum nezávadných a ekologických pigmentů. Jedním z nejstarších netoxických pigmentů je fosforečnan zinečnatý. Dnes je známo mnoho netoxických antikorozních pigmentů, avšak tyto pigmenty nedosahují antikorozní účinnosti, jakou vykazovali toxické pigmenty. [27, 28] Vývoj směsí pigmentů se v současné době snaží zvýšit antikorozní účinnost netoxických látek, cílem je vyvinout inhibitor kombinující několik antikorozních mechanismů. [29]

Antikorozní pigmenty mohou být děleny podle mechanismu působení do tří skupin. Bariérově působící pigmenty, svou strukturou prodlužující difuzní cestu korozivně působícím médii k povrchu substrátu. Chemicky aktivní pigmenty vykazující inhibiční účinky koroze, pigmenty reagující s pojivem, kovovým povrchem, nebo difuzním médiem se kterým poskytují inhibičně působící sloučeniny. A pigmenty vykazující chemickou aktivitu, poskytující katodickou, případně anodickou ochranu kovového substrátu. [25, 30]

2.4.1 Suřík

Význam pigmentů s obsahem olova během posledních let rapidně poklesl a tyto pigmenty se postupně stávají historií. Důvodem, proč v dnešní době nejsou olovnaté pigmenty používány, je především toxicita olova a jeho sloučenin.

Suřík, tetraoxid diolovnat-olovičitý, nebo také minium, sumárně psaný Pb_3O_4 , patřil v minulosti k nejlepším antikorozičním pigmentům. Nejlepších antikorozičních účinků dosahoval v kombinaci s olejovými nátěrovými hmotami. V čisté podobě má suřík nejčastěji cihlově červenou barvu. Suřík byl vždy využíván přednostně pro pigmentaci základních nátěrů a stále je využíván pro náročné aplikace povrchů nesoucí stopy rzi. Skvělé antikoroziční vlastnosti tohoto pigmentu jsou založeny na jeho reakcích s pojivy obsahujícími kyselé funkční skupiny.

Nevýhodou suříku je kromě jeho toxicity také vysoká měrná hmotnost a nízká odolnost vůči oxidu uhličitému a sulfanu. Proto jsou suříkové ochranné nátěry opatřovány vrchním ochranným nátěrem. Větší uplatnění našel suřík ve sklářském průmyslu, kde je používán do dnes.

Průmyslová výroba suříku určeného pro výrobu nátěrových hmot probíhala dvoustupňovou oxidací kovového olova. V prvním stupni probíhá příprava oxidu olovnatého oxidací surového olova při teplotě 380 – 420 °C, za vyšších teplot by docházelo k oxidaci až na suřík. Z prvního stupně získaný oxid olovnatý, obsahující určitý stupeň nezreagovaného olova, je ve druhém stupni oxidován při teplotě 400 – 500 °C v různých typech pecí. Čistější, kvalitní suřík je možno vyrobit jednostupňově, avšak výroba je energeticky náročná. [24]

2.4.2 Fosforečnan zinečnatý

Fosforečnany získali statut „netoxických“ pigmentů a stali se dnes nejpoužívanějším typem antikorozičních pigmentů. Nejvýznamnějšími pigmenty z této skupiny jsou fosforečnan hlinitý, trifosforečnan hlinitý, fosforečnan barnatý, fosforečnan chromitý a fosforečnan zinečnatý. Fosforečnan zinečnatý má v současné době největší význam pro antikoroziční působení nátěrových hmot. [24]

Výroba fosforečnanu zinečnatého spočívá ve srážení zinečnatých solí v kyselině fosforečné, nebo srážením zinečnatých solí a rozpustných fosforečnanů, případně vodné suspenze oxidu (nebo uhličitanu) zinečnatého s kyselinou fosforečnou. Získaný produkt má složení $Zn_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$, nejčastěji se jedná o dihydrát či tetrahydrát. Následuje sušení při 130 - 150 °C a získání konečného produktu, dihydrátu. [24] V dnešní době jsou na trhu tři generace zinkfosfátových pigmentů. Takto připravené a nemodifikované fosforečnany zinečnaté jsou nejstarší a první generací. Vhodně chemicky modifikované částice fosforečnanu zinečnatého jsou druhou generací a třetí generace jsou chemické a strukturální modifikace fosforečnanu zinečnatého. [10]

Jako antikoroziční pigment je fosforečnan zinečnatý citlivý na přítomnost iontů urychlujících korozní pochody, obzvláště rozpustné chloridy a sírany. Inhibiční efekt fosfátových pigmentů je založen na působení vlhkosti, která způsobí pomalou a postupnou hydrolyzu fosfátu za vzniku hydroxidu zinečnatého a sekundárních fosfátových iontů schopných vytvářet ochranné vrstvy hlavně v anodické oblasti koroze. Na železném podkladu je ochranná vrstva fosforečnanu zinečnatého, vytvořená chemickými reakcemi, tvořena je zásaditým fosforečnanem železitým ve formě adičního komplexu. [24]

2.4.3 Oxid zinečnatý

Oxid zinečnatý, ZnO je velice univerzální látka, hojně používaná všude kolem nás. Používá se v elektronice, kosmetice, farmacii, v potravinářském průmyslu, ve stavebnictví jako přísada do cementu a betonu, také při výrobě kaučuku, kde urychluje vulkanizaci, je přidáván do glazur keramiky a je používán jako pigment pro nátěrové hmoty známý jako zinková běloba. [31]

Zinková běloba nahradila v barvách olověnou bělobu, jelikož je netoxická a má lepší krycí schopnosti. Dnes již není oxid zinečnatý hlavním bílým pigmentem pro nátěrové hmoty a používá se jen ojediněle, je nahrazen titanovou bělobou, jeho bílá barva je stále využívána zejména umělci. V nátěrových hmotách se používá jako aditivum pro exteriérové nátěry dřeva, v antibakteriální, antivegetativních a antikorozičních barvách. Zlepšuje tvorbu filmu, trvanlivost a odolnost vůči plísním. Jeho inhibiční účinek je založen na jeho schopnosti reagovat s kyselými korozivními látkami difundujícími povlakem a udržovat alkalické pH filmu, a také na schopnosti absorbovat UV záření. [32, 33]

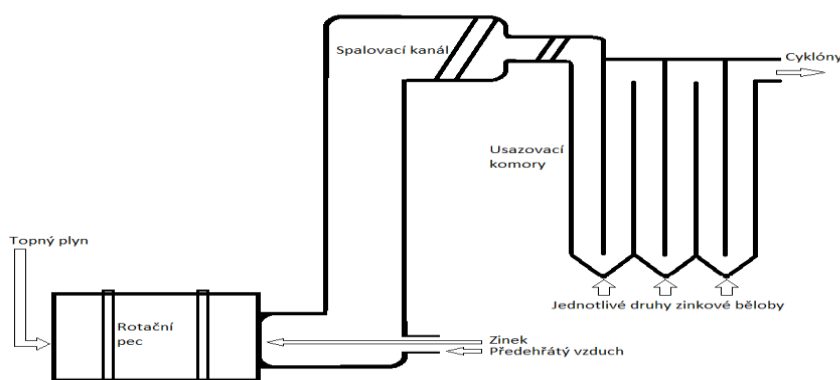
Oxid zinečnatý má poměrně dobré pigmentové vlastnosti, disponuje vysokou bělostí a velkou krycí schopností. Je dokonale mísitelný s jinými pigmenty, stálý za vyšších teplot, odolný UV záření. Má poměrně nízkou spotřebu oleje 20 – 24 g/100g, hustotu 5,6 g.cm⁻³ a index lomu 2,03. Má zásaditý charakter, je amfoterní, reaguje s organickými a anorganickými kyselinami a také se rozpouští v alkalických roztocích. Snadno reaguje s kyselými plyny, například CO₂, SO₂ a H₂S a postupně se přeměňuje v síran a uhličitan. Při vysokých teplotách reaguje s jinými oxidy za vzniku sloučenin jako jsou ferity zinku. Díky zásaditému charakteru snadno reaguje s filmotvornými složkami kyselé povahy, díky čemuž způsobuje houstnutí a urychluje tvrdnutí nátěrových hmot. [24, 32, 33] ZnO je také velmi vhodný pro směsi pigmentů, vývoj je zaměřen obzvláště na antikoroziční směsi pigmentů. [29]

Oxid zinečnatý se průmyslově vyrábí od poloviny minulého století a jako pigment je znám více než dvě století. Jednotlivé způsoby výroby lze dělit na suchý postup, a sice přímý a nepřímý suchý postup a na mokvý postup. [30]

Výroba suchým přímým procesem neboli přímým americkým procesem vychází ze surovin, jimiž jsou zinkové rudy, nebo sloučeniny zinku jako hydroxidy a uhličitany zinečnaté. Suroviny pro výrobu se v peci redukuje uhlím, koksem, případně antracitem. Při 1200 – 1300 °C je vyredukován zinek, který přechází do par (b.v. 920 °C) a v přebytku vzduchu je oxidován na zinkovou bělobu.

Čistota je obvykle nižší v porovnání s nepřímým postupem, vzhledem k nedostatku kvalitních rud a nižší kvalitě produktu, do kterého přecházejí těkavé příměsi z rudy.

Druhým, suchým, způsobem výroby je nepřímý tzv. francouzský proces. Jedná se o rozšířenější, avšak dražší způsob výroby. Surovinou pro výrobu je kovový zinek, který se kontinuálně taví a odpařuje v rotační peci vyzděné šamotem a nejčastěji vytápěné plynem. Použitím čistého topného plynu se zajišťuje i potřebná čistota spalin, které tak neznečišťují produkt. Ve spalovacím kanálu, kam je veden přehřátý vzduch dochází k oxidaci zinkových par. Jedná se o silně exotermní reakci a teplota vystoupá až na 1200 °C, kde dochází k růstu mikrokrytálků oxidu zinečnatého. (Schéma výroby ZnO suchým, nepřímým, procesem je uvedeno na Obrázku 1)



Obrázek 1 Schéma výroby ZnO suchým, nepřímým, procesem

Formu a velikost částic krystalů lze ovlivnit podmínkami oxidace. Volbou rozměrů spalovacího kanálku lze řídit teplotní spád a rychlost proudění, čímž lze docílit optimálních rozměrů krystalů oxidu zinečnatého. Vzniklé mikrokrytálky putují do řady usazovacích komor, kde probíhá rozdělení částic oxidu podle jejich velikosti.

Mokrý postupy výroby mají malý význam. Zinek se zde sráží jako hydroxid, nebo uhličitán z roztoků zinečnatých solí hydroxidem, či sodou. Sraženiny jsou filtrovány, promyty a sušeny. Pro získání pigmentu je dále nutná kalcinace. [30, 34]

Ačkoliv je dnes oxid zinečnatý jako bílý pigment využíván zřídka, nano ZnO představuje zajímavý a dnes honě využívaný materiál, který může pozitivně ovlivňovat funkčnost nátěrových systémů. Jeho hlavní výhodou oproti klasickému oxidu zinečnatému je jeho transparentnost v systému. Nanočástice ZnO zvyšují chemickou a mechanickou odolnost systému, navíc poskytují bakteriostatické vlastnosti nátěru. [33, 35]

2.5 Plniva

Plniva jsou látky, jejichž primárním cílem je dosáhnout požadované objemové koncentrace pevných látek v systému, sekundárním cílem je optimalizace, nebo dosažení specifických vlastností daného systému. Mohou být přírodního, nebo syntetického charakteru. Od vlastností pigmentů je odlišuje nižší kryvost, jelikož index lomu plniv je nižší než 1,7. U některých látek dochází ke splývání významů pigmentu a plniva, jelikož v některých prostředích mohou být i plniva dostatečně kryvá. Systémy, do kterých jsou nejčastěji plniva aplikovány jsou nátěrové hmoty, pasty, pryže, stavební hmoty a jiné. Funkční plniva mají nejen upravovat užité a technologické vlastnosti, ale také vytvářet vlastnosti nové. [24]

2.5.1 Wollastonit

Wollastonit je metakřemičitan vápenatý CaSiO_3 , často s obsahem nečistot, a sice příměsí oxidů Fe, Mg a Al. Tvoří tenké jehličkovité, nebo paprskovité krystaly bílé barvy. Je chemicky inertní s nízkým obsahem vlhkosti, vyhovujícími tepelnými a dobrými elektrickými vlastnostmi. Pro jeho použití jako plniva se požaduje vysoká bělost a minimální obsah nečistot.

Wollastonit má několik předností pro použití v nátěrových hmotách. Jeho jehličkový charakter umožňuje dobré usazování nátěru a tvorbu suché vrstvy stejnoměrné tloušťky. Vzájemně do sebe zapadávající částice zlepšují odolnost vůči atmosférickým vlivům a odolnost proti obroušení. Wollastonit také zjasňuje jiné barevné odstíny a lehce zvyšuje mechanickou odolnost. [24]

2.5.2 Vápenec

Vápenec, uhličitán vápenatý CaCO_3 se vyskytuje ve dvou krystalických formách, jako kalcit a aragonit, přičemž kalcit je stabilnější a rozšířenější forma, vykazuje rhomboedrickou krystalickou mřížku, aragonit orthombickou. Jedná se o nejrozšířenější bílé plnivo, jeho výhody jsou nízká cena, snadná dostupnost, nízká tvrdost, vysoká bělost, netoxičnost, snadná

mísitelnost s pojivy, nízká hustota, stabilita při vysokých teplotách (do 800 °C), nepřítomnost krystalové vody a široký rozsah tříd. Výroba vápence spočívá v drcení přírodního vápence, případně jej lze vyrábět uměle pomocí srážení. Uměle vyráběný uhličitan vápenatý se od přírodního liší velkou čistotou, jemnější zrnitostí a uniformnější velikostí částic.

Uhličitan vápenatý je jako plnivo pro nátěrové hmoty používán srážený, a to jak v kalcitové, tak v aragonitové formě. Často jsou používány ke zvýšení lesku a snížení ceny do podkladových a základních nátěrových hmot. V nátěrových hmotách je vždy potřeba počítat s jeho zásaditým charakterem, tedy jeho možnou reakcí s kyselými pojivy a pigmenty nestálými v zásaditém prostředí. [24]

2.5.3 Litopon

Litopon je jemně dispergovaná směs ZnS a BaSO₄ v různém poměru s různými vlastnostmi. Lze jej řadit mezi pigmenty bílé barvy. Sulfid zinečnatý je zde nositelem pigmentových vlastností, proto jsou jednotlivé druhy litoponu označovány právě obsahem ZnS (15 – 60 %). Litopon je dnes používán spíše jako plnivo do nátěrových hmot, plastů a pryže, jeho kryvost je násobně menší než kryvost TiO₂, na světle šedne a má nízkou chemickou odolnost. Vůči pojivům je netečný.

Průmyslová výroba litoponu byla zahájena více než před sto lety, v první polovině 20. století zažila prudký rozmach, ale v poslední době zažívá pokles. Princip výroby spočívá ve srážení vodných roztoků sulfidu barnatého a síranu zinečnatého. BaSO₄ se získává redukcí minerálu barytu, k redukcí je použit koks vysoké kvality. K získání ZnS jsou použity například zinkový popel a strusky, kaly hydroxidu zinečnatého, nebo vypražené sulfidické zinkové rudy. [24]

2.5.4 Mastek

Křemičitan hořečnatý Mg₃(OH)₂(Si₄O₁₀) lamelární plnivo bílé barvy. Je velmi měkký, hydrofobní a odolává kyselinám, disponuje vysokou kryvostí a nízkou elektrickou vodivostí. V nátěrových hmotách mastek zlepšuje přilnavost, pevnost v ohybu a je používán i při formulaci antikoročních nátěrových hmot, také příznivě ovlivňuje slévavost a usazovací tendenci pigmentů a plniv. Využití v oblasti nátěrových hmot nachází mnoho druhů mastku, většina se vyznačuje vysokou spotřebou oleje, značným měrným povrchem a zlepšením technologických vlastností nátěrových hmot. [24]

2.5.5 Blanc fixe

Blanc fixe, síran barnatý, je připravován srážením barnatých solí. Disponuje vysokou bělostí, avšak velmi nízkou kryvostí. Jako plnivo je používán také v papírenském a gumárenském průmyslu. Díky značné chemické stálosti a nízké rozpustnosti je blanc fix vhodným plnivem do venkovních nátěrů, zajišťuje dlouhou životnost a dobrou nepropustnost nátěrů, neobsahuje vodou rozpustné látky a není náchylný k tvorbě puchýřků. [24]

2.5.6 Kaoliny

Při použití kaolinů jako plniv se využívá jejich vlastností, jako je bělost, žáruvzdornost, plasticita, chemická inertnost, nízká abrazivita a nízká vodivost. Tradiční použití nachází v papírenském průmyslu, výrobě nátěrových hmot a při výrobě žáruvzdorných materiálů. V nátěrových hmotách se kaoliny používají jak v normální, tak v kalcinované formě, zejména v základních nátěrech na bázi vodou ředitelných nátěrových hmot. Při malých množstvích zlepšuje rheologické vlastnosti nátěru a díky nepravidelnému tvaru částic zvyšuje také pevnost nátěru. Nevýhodou těchto plniv je vysoká spotřeba oleje a nízká odolnost vůči atmosférickým vlivům a vodě. [24]

2.5.7 Železitá červen

Jedná se o α modifikaci oxidu železitého, hematitu. Vyrábí se mnoho druhů v celé řadě odstínů od oranžového až k fialovému. Oxid železitý je odolný vůči vodě, povětrnostním vlivům, také odolává alkáliím a po přežítání i kyselinám, je termicky i chemicky odolný. Odstín železitého červení závisí především na velikosti částic. [24]

2.5.8 Železitá žlut

Základem železitého žlutí je hydratovaný oxid železitý, α modifikace oxid-hydroxidu železitého. Jejich odstín opět závisí obzvláště na velikosti částic, kdy se odstín pohybuje od citrónové až po okrovou barvu. Železitá žlut má velký měrný povrch a vysokou krycí schopnost. Jsou stálé na vzduchu, ve vodě, odolné povětrnostním vlivům a alkáliím, velmi dobré uplatnění nacházejí ve stavebnictví. Termicky stabilní jsou do 200 °C, kdy přecházejí na oxid železitý. [24]

2.5.9 Železitá čern

Základem železitého černí je podvojný oxid Fe_3O_4 se strukturou spinelu $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$. Při vystavení vysokým teplotám přecházejí na oxid železitý i se změnou barvy na červenou, termicky jsou stabilní do 110 °C. Železitá čern má vysokou krycí schopnost a barvivost, dobrou odolnost vůči atmosférickým vlivům a odolávají také alkáliím. [24]

2.5.10 Titanová běloba

Oproti jiným bílým pigmentům má titanová běloba řadu předností. V nátěrech se uplatňuje její vysoký index lomu, který je nejvyšší z bílých pigmentů, její vysoká kryvost, chemická odolnost, netoxičnost a odolnost vůči UV záření. Titanová běloba splňuje požadavky na bílý pigment, nejlépe ze všech známých bílých pigmentů a je řazena spíše mezi pigmenty. Titanová běloba nachází uplatnění v četných oblastech použití, především díky již zmíněné vysoké kryvosti a chemické stabilitě. Uplatnění nachází při výrobě nátěrových hmot, laků, plastů, papírů, keramiky, kosmetiky a mnohých dalších oborech. Titanová běloba často tvoří hlavní položku v ceně nátěrových hmot, z toho důvodu je snaha při výrobě používat nastavovací plniva, nebo hledat náhradu za tento bílý pigment. [24]

3 Experimentální část

3.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo testování nátěrových hmot na bázi vodou ředitelné epoxidové pryskyřice CHS-EPOXY 200v55 s obsahem různých typů plniv. V další části byly studovány nátěrové hmoty na bázi vodou ředitelné epoxidové pryskyřice CHS-EPOXY 200v55 s obsahem antikoročních pigmentů a plniv. Připravené nátěrové hmoty byly aplikovány na skleněné a ocelové panely, připravené organické povlaky byly následně testovány. Byla testována antikorozní účinnost organických povlaků pomocí cyklických koročních zkoušek v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého, v atmosféře s obsahem neutrální solné mlhy a v atmosféře s povšechnou kondenzací. Dále byla studována mechanická odolnost připravených organických povlaků pomocí mechanických zkoušek. Na skleněných panelech byla testována povrchová tvrdost organických povlaků, odolnost organických povlaků vůči rozpouštědlům a také bylo provedeno měření čísla lesku. Výsledky byly zpracovány do tabulek.

3.2 Testované pojivo a tvrdidlo

CHS – EPOXY 200 V 55

Charakterizace: Vodou ředitelná epoxidová pryskyřice z bisfenolu A a epichlorhydrinu bílé barvy

Výrobce: Spolchemie a.s., Ústí nad Labem

Hustota: $1,09 \text{ g.cm}^{-3}$

Sušina: 55 %

Telalit 180

Charakterizace: Transparentní žluto-hnědé aminové tvrdidlo (aduktivní typ)

Výrobce: Spolchemie a.s., Ústí nad Labem

Hustota: $1,08 \text{ g.cm}^{-3}$

Sušina: 50 %

3.3 Testované pigmenty a plniva pro přípravu nátěrových hmot

Tabulka 1 Seznam testovaných antikoročních pigmentů a plniv, jejich složení, tvar částic a funkce

Testované plnivo, (pigment), popis, složení, struktura	Složení, zjednodušený vzorec	Tvar částic / funkce v NH	Obchodní název	Výrobce / Dovozce	Značení plniva / pigmentu v této práci / symbol
Mastek, plnivo na bázi vrstevnatého křemičitanu $Mg_3[(OH)_2(Si_4O_{10})]$ tzv. jedno – komponentní plnivo	křemičitan hořečnatý, $Mg_3[(OH)_2(Si_4O_{10})]$	Lamelární / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH, stálost	Mastek – Talc ST 30	Minko a.s., Kutná hora	Mastek / $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$ 1-složkové křemičitanové plnivo Mg-Si-Al
Mastek s obsahem slídy, Plnivo na bázi směsi křemičitanů, tzv. dvojkomplementní plnivo	$Mg_6(OH)_8(Si_4O_{10}) / Mg_5Al(OH)_8(AlSi_3O_{10})$	Lamelární / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH,	Steopac A	Imerys Talc Luzenac	Steopac A / 2-složkové křemičitanové plnivo Mg-Si-Al
Plnivo na bázi směsi křemičitanů, tzv. tří komponentní plnivo, obsahující mastek, chlorit, oxid křemičitý $MgSiO_3$	$Mg_3(OH)_2(Si_4O_{10}) / Mg_5Al(OH)_8(AlSi_3O_{10})/SiO_2$	Lamelární / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH,	Plastorit – Micro	Kremer Pigmente GmbH & Co. KG	Plastorit / 3-složkové křemičitanové plnivo Mg-Si-Al
Kalcinovaný kaolín – kaolinit $[Al_2(OH)_4Si_2O_6]$ s hydrofobní úpravou, Plnivo na bázi křemičitanu	metakaolín $Al_2Si_2O_7$ cristoballit (SiO_2), mullit ($Al_6Si_2O_{23}$), silan	Lamelární / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH, stálost, hydrofobní vlastnosti	Kaolín 155V	VUAnCh (UniCRE)	Kaolín 155V / uprav. kalc. kaolín $Al_2Si_2O_7 / Al_6Si_2O_{23}$ / silan
Kalcinovaný kaolín – kaolinit $[Al_2(OH)_4Si_2O_6]$ Plnivo na bázi vrstevnatého křemičitanu, především metakaolín s podílem mullitu	metakaolín $Al_2Si_2O_7$ cristoballit (SiO_2) a mullit ($Al_6Si_2O_{23}$).	Lamelární / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH, stálost,	Filemon P05	České lupkové závody a.s.	Filemon P05 / kalc.kaolín, $Al_2Si_2O_7 / Al_6Si_2O_{23}$
Vápenec, kalcit Plnivo na bázi uhličitanu	Uhličitan vápenatý, $CaCO_3$	Pravidelný / běžně používané plnivo pro nastavení sušiny, zlepšuje rázovou houževnatost polymerů	Omyacarb 5VA	Omya CZ s.r.o.	Vápenec / $CaCO_3$
Wollastonit, $CaSiO_3$, Plnivo na bázi křemičitanu s izolovanými stavebními jednotkami	Metakřemičitan vápenatý, $CaSiO_3$	Jehlicovitý, / funkční plnivo zlepšující technologické vlastnosti polymerů a NH,	Wollastonit KS-3	Minko a.s., Kutná hora	Wollastonit / $CaSiO_3$

Hematit, pigment na bázi tzv. červeného oxidu železitého (Fe-červeň), α -Fe ₂ O ₃	oxid železitý Fe ₂ O ₃	Barevný pigment do vrchních nátěrových hmot, pigment do základních NH, funkční pigment do polymerů	Bayferrox 120M	Lanxess GmbH	Železitá červeň Fe ₂ O ₃
Magnetit, pigment na bázi černého oxidu železnato-železitého, magnetit, FeO .Fe ₂ O ₃ (Fe ₃ O ₄)	oxid železnato-železitý, Fe ₃ O ₄	Barevný pigment do vrchních nátěrových hmot, do základních NH, funkční pigment do polymerů	Bayferrox 316	Lanxess GmbH	Železitá čern Fe ₃ O ₄
Oxid hydroxid železnatý – goethit, (α -FeO(OH)), pigment na bázi žlutého oxidu-hydroxidu	Oxid hydroxid železnatý – goethit, FeO(OH)	Barevný pigment do vrchních nátěrových hmot, funkční pigment do polymerů	Bayferrox 920	Lanxess GmbH	Železitá žlut' FeO(OH)
Anatas, oxid titaničitý se strukturou anatasu	oxid titaničitý TiO ₂	Bílý pigment do vrchních NH, fotokatalyticky funkční pigment do polymerů	Titanová běloba AV01	Tronox Inc.	Titanová běloba / TiO ₂
Síran barnatý, Plnivo na bázi syntetického síranu	síran barnatý, BaSO ₄ ,	Pravidelný / plnivo pro nastavení sušiny, zlepšuje chemickou odolnost, i jako bílý pigment	Blanc fixe	3PChem s.r.o.	Blanc fixe / síran barnatý / BaSO ₄ ,
Bílý pigment, směs ZnS (28-30 %) a BaSO ₄	ZnS / BaSO ₄	Bílý pigment do vrchních NH, pigment do funkčních nátěrových hmot	Litopon 30 %	3P Chem	Litopon (ZnS / BaSO ₄)
Tetraoxid diolovnatu-olovičitý	Pb ₃ O ₄	Dnes zřídka používaný cihlově červený, toxický, antikorozi pigment	Minium suřík	Barvy, laky	Suřík
Orthofosforečnan zinečnatý, hydrát	Zn ₃ (PO ₄) ₂ .xH ₂ O (x = 2-4)	Pravidelný tvar částic, Antikorozi pigment do NH, náhrada toxických AP	Zincfosfát ZP-10	Heubach GmbH	Zincfosfát
Zinkit, ZnO	ZnO nano	Bílý pigment pro NH (tzv. zinková běloba), antimikrobiální aditivum	Zinková běloba nano	Slovlak Košeca, a.s.	Zinková běloba / ZnO
Draselné vodní sklo / K ₂ O.SiO ₂	K ₂ O (6,09 %), SiO ₂ (18,39 %), sušina 24,48 %, molární poměr SiO ₂ /K ₂ O 4,75, hustota 1,208 g/m ³	Pojivo pro silikátové NH, pojivo pro další typy NH, v rámci této práce testován jako korozi inhibitor	Draselné vodní sklo	VUAnCh (UniCRE)	Vodní sklo / K ₂ O.SiO ₂

3.4 Přístroje a zařízení

Analytické váhy (OHAUS, Švýcarsko), laboratorní předvažovací váhy (Kern & Sohn GmbH, Německo), automatický heliový pyknometr Autopyknometr 1320 (Micromeritics, USA), předdispergační zařízení Power B (Eurostar), dispergační zařízení Dissolver Dispermat (Donventa AG, Švýcarsko), krabicová nanášecí pravítka (úzká i široká) se šterbinami 150, 200, 250 μm , magnetický tloušťkoměr Minitest 1100 (ElektroPhysik, Německo), mechanický tloušťkoměr (BYK GARDNER, Německo), leskoměr mikro TRI-gloss (Německo), kyvadlo typu Persöz (Belgie), Buchholzův přístroj (BYK Gardner GmbH, Německo), odtrhový přístroj COMTEST OP3P (Coming plus a.s., Praha), přístroj pro zkoušku odolnosti filmu vůči ohybu (Erischen, Německo), přístroj na stanovení odolnosti hloubením (Erichsen, Německo), přístroj na stanovení odolnosti úderem Elcometer K1542 Impact tester (Elcometer Instruments GmbH, Německo), řezací nože pro stanovení přilnavosti Cross cut (Elcometer Instruments GmbH, Německo), sušárna, solná komora V400 (Liebisch, Německo), SO_2 komora KB300A (Liebisch, Německo), kondenzační komora (Kovofiniš, Česká republika). Potenciostat VSP-300 (Biologic, Francie).

3.5 Charakterizace pigmentů na základě fyzikálně-chemických vlastností

3.5.1 Stanovení hustoty

Hustota pigmentů a plniv v práškovém stavu je důležitým ukazatelem jejich použitelnosti. Zejména v nátěrových hmotách a tmelech závisí stabilita suspenze na rozdílu mezi hustotou pojiva a hustotou pigmentu. [24] Ke stanovení hustoty byl použit automatický plynový pyknometr Autopyknometr 1320. Pyknometr na základě měření vytěsněného plynu (helia) měrným vzorkem vypočetl objem vzorku. Na základě tohoto měření autopyknometr vypočetl hustotu vzorku s přesností $1 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Měření bylo prováděno podle normy ČSN EN ISO 787-11.

3.5.2 Stanovení spotřeby oleje

Spotřeba oleje byla stanovena metodou miska – tlouček. Jedná se o absorbované množství lněného oleje za vzniku pasty definovaných vlastností. Stanovení bylo provedeno dle ČSN 67 0351. Na analytických vahách byl na lodičce navážen pigment či plnivo s přesností $\pm 0,0001 \text{ g}$. Navážka byla volena tak, aby spotřeba lněného oleje byla přibližně 1 ml. Pigment byl kvantitativně převeden do glazované třecí misky a z byrety byl přidávám lněný olej po jedné kapce. Po každém přidání byla směs pigmentu a lněného oleje roztírána tloučkem. Konec zkoušky nastává v okamžiku, kdy došlo ke vzniku pasty definovaných vlastností, kdy byl veškerý pigment smočený lněným olejem a daná směs ulpěla na tloučku. Z rozdílu objemu

v byretě bylo zjištěno množství spotřebovaného lněného oleje. Měření bylo provedeno třikrát a konečná hodnota byla brána z aritmetického průměru. [11] Výsledné hodnoty jsou závislé na tvaru a velikosti částic pigmentu. Lněný olej byl používán z důvodů jeho vhodné viskozity a zdravotní nezávadnosti, ale také proto, že neobsahuje rozpouštědla.

Výpočet olejového čísla:

$$\text{olejové číslo} = \frac{100 \cdot \rho_o \cdot V_o}{m_p} \quad (1)$$

Kde: ρ_o - hustota lněného oleje [0,93 g.cm⁻³], V_o - spotřeba lněného oleje [ml], m_p - navážka pigmentu [g]

3.5.3 Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)

Hodnota KOKP je bezrozměrná, ovlivňuje chování celého systému, aplikaci, funkční vlastnosti i vzhled výsledného filmu. Jedná se o takovou objemovou koncentraci pigmentu, při které se drasticky mění vlastnosti nátěrového filmu, jako tvrdost, lesk, permeabilita a tvorba puchýřků. Při OKP = KOKP jsou prostory mezi částicemi pigmentu a plniv právě vyplněny pojivem. Nad hodnotu KOKP vztaženou ke každému pigmentu a plnivu zvláště nelze pigmentaci zvyšovat.

Výpočet hodnoty KOKP:

$$\text{KOKP} = \frac{10\,000}{\frac{\rho_p}{\frac{100}{\rho_p} + \frac{o.č.}{\rho_o}}} \quad (2)$$

Kde: *KOKP* - kritická objemová koncentrace pigmentu, ρ_p - hustota pigmentu [g.cm⁻³], *o.č.* - olejové číslo, ρ_o - hustota lněného oleje [0,93 g.cm⁻³]

3.5.4 Stanovení obsahu sušiny

Dalším z aspektů pro posouzení kvality výrobku je také znalost obsahu těkavých látek. Těkavé látky jsou tvořeny například vlhkostí, zbytkovými rozpouštědly, nebo jinými nízkovroucími sloučeninami. Obsah těkavých složek je stanoven sušením při laboratorní, nebo zvýšené teplotě.

Obsah sušiny byl zjištěn navážením 2 – 3 g pojiva do alobalem vyloženého, předem zváženého, plechového víčka. Víčko bylo vloženo do sušárny přehřáté na teplotu 135° C a sušeno do dosažení konstantní hmotnosti. Poté bylo víčko vyjmuto a vloženo do exikátoru na 30 minut a následně bylo zváženo.

Výpočet obsahu sušiny:

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100 \quad (3)$$

Kde: S - obsah sušiny [%], a - hmotnost víčka bez vzorku [g], b - hmotnost víčka před sušením [g], c - hmotnost víčka po sušení [g]

3.6 Příprava nátěrových hmot

3.6.1 Formulace nátěrových hmot

Složení modelových nátěrových hmot bylo formulováno pomocí počítačového programu „FORMUL“. Byly formulovány modelové nátěrové hmoty na bázi vodou ředitelného pojiva CHS-EPOXY 200V55 s obsahem jednotlivých testovaných plniv při hodnotách OKP = 20 %, a dále byly formulovány modelové nátěrové hmoty s obsahem antikorozních pigmentů při hodnotách OKP = 10 %, které byly doplňovány příslušnými plnivými (Litopon, Vápenec a Wollastonit) na konstantní poměr OKP / KOKP = konst. = 0,35. Modelové nátěrové hmoty s obsahem Draselného vodního skla jako inhibitoru koroze byly vždy naformulovány s obsahem 1 g Draselného vodního skla a doplněny příslušným plnivem na konstantní poměr OKP / KOKP = konst. = 0,35. Formulace připravených nátěrových hmot jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tabulka 2, Tabulka 3, Tabulka 4).

Tabulka 2 Formulace modelových nátěrových hmot při OKP = 20 % pro jednotlivá testovaná plniva

Název plniva	Pojivo [hm %]	Plnivo [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
Mastek	58,32	25,94	15,75
Steopac A	58,15	26,15	18,46
Plastorit	59,10	24,17	16,20
Kaolín 155V	60,50	24,40	15,10
Filemon P05	59,87	24,21	15,92
Blanc fixe	50,85	35,42	13,73
Litopon	51,14	35,05	13,81
Vápenec	58,72	25,45	15,83
Wollastonit	60,05	23,74	16,21
Železitá červen	48,08	38,94	12,98
Železitá žlutá	53,41	35,68	10,91
Železitá černá	51,42	38,21	10,37
Titanová běloba	52,78	32,97	14,25

*Vysvětlení: symboly všech plniv jsou vysvětleny v Tabulce 1

Tabulka 3 Formulace modelových nátěrových hmot s obsahem antikoročních pigmentů při OKP = 10 %, doplněných o jednotlivá plniva při OKP / KOKP = konst. = 0,35

Název pigmentu	Název plniva	Pojivo [hm %]	Antikoroční pigment [hm %]	Plnivo [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
Sušík	Litopon	42,24	25,98	20,38	11,4
Zinkfosfát		53,15	14,43	18,07	14,35
Zinková běloba		52,02	21,04	12,9	14,04
Sušík	Vápenec	47,28	28,95	11,25	12,71
Zinkfosfát		58,50	15,88	9,89	15,80
Zinková běloba		55,66	22,52	6,79	15,03
Sušík	Wollastonit	45,10	27,73	14,99	12,18
Zinkfosfát		56,29	15,28	13,23	15,20
Zinková běloba		54,19	21,92	9,27	14,63

*Vysvětlení: symboly všech antikoročních pigmentů a plniv jsou vysvětleny v Tabulce 1

Tabulka 4 Formulace modelových nátěrových hmot s obsahem 1 g Draselného vodního skla, doplněných o příslušná plniva s OKP / KOKP = konst. = 0,35

Název plniva	Pojivo [hm %]	Plnivo [hm %]	Tvrdidlo [hm %]
Litopon	69,88	36,66	13,47
Vápenec	61,24	22,23	16,53
Wollastonit	56,31	28,49	15,20

3.6.2 Dispergace nátěrových hmot

Principem výroby nátěrových hmot je dispergace, rozměňování pevných shluků (aglomerátů) pigmentů a plniv v prostředí roztoků a pojiv filmotvorných látek. Dispergace se docílí použitím dispergačních zařízení a sice výkonných míchaček (disolventů). [11] Prvním krokem byla předdispergace na předdispergačním zařízení s lopatkovým míchadlem, kde bylo během 30 minut zapracováno do pojiva požadované množství plniva a pigmentu, při 3000 otáčkách za minutu. Pigmenty i plniva byly předem řádně rozetřeny a promíchány tloučkem v porcelánové misce. Následovala samotná dispergace nátěrové hmoty na zařízení Dissolver Dispermat při 2000 otáčkách za minutu, po dobu 30 minut za přítomnosti skleněných mlecích kuliček. Připravené nátěrové hmoty byly filtrovány přes tkaninu, aby byly odděleny kuličky. Pro zajištění požadované tekutosti směsi bylo po celou dobu přidáváno rozpouštědlo (voda), dle potřeby.

3.7 Příprava zkušebních vzorků pro korozní a mechanické zkoušky

3.7.1 Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech

Nátěrové hmoty pro zrychlené korozní zkoušky byly nanášeny na zkušební plechy Q-LAB o rozměrech 100 x 150 mm a tloušťce 0,79 mm, jedná se o panely z oceli třídy 11 s označením S-46. Pro mechanické zkoušky byly použity plechy o rozměrech 200 x 60 x 0,9 mm. Pro stanovení elektrochemické lineární polarizace byly použity ocelové panely QD 24 o rozměrech 101 x 51 mm a tloušťce 0,51 mm. Kovové plechy byly před

nanesením filmu řádně odmaštěny stabilizovaným chloroformem. Nanášení nátěrů je nejčastěji v laboratorních podmínkách prováděno pomocí nanášecích pravítek. Tyto pravítka jsou určeny pro nanášení především na tvrdé, ploché a rovné povrchy. Mohou být konstruována v různém provedení jako například šestihranná, čtyřhranná, krabicová, válečková, šterbinová, spirálová. [36]

Pro nanesení připravených nátěrových hmot bylo použito krabicové nanášecí pravítko se šterbinou 250 μm . Po zaschnutí nátěru byla na panely pro korozní zkoušky nanesena druhá vrstva. Následně byly panely po zaschnutí oblepeny průhlednou lepící páskou, pro zabránění podkorodování nátěrových filmů. Na jeden z plechů pro každou komoru cyklických korozních zkoušek byl proveden svislý řez o délce 8 cm prořezávající film až na podklad.

3.7.2 Příprava zkušebních vzorků na skle

Zkušební nátěry pro stanovení tvrdosti, lesku, přilnavosti a odolnosti vůči methylethylketonu byly připraveny na skleněných panelech pomocí krabicového nanášecího pravítka se šterbinou 200 μm . Skleněné panely byly před aplikací nátěrového filmu řádně odmaštěny chloroformem.

3.8 Metody hodnocení fyzikálně-mechanických zkoušek

3.8.1 Měření relativní povrchové tvrdosti nátěru pomocí útlumu kyvadla

Stanovení relativní povrchové tvrdosti nátěru probíhalo pomocí metody útlumu kyvadla. Naměřená tvrdost byla udávána v procentech vztažených k tvrdosti skleněného standardu (tvrdost standardu brána jako 100 %). Měření probíhalo na kyvadlovém přístroji podle Perzöse, podle normy ČSN EN ISO 1522. Principem měření bylo stanovení doby útlumu kyvadla dosedajícího na nátěr dvěma kuličkami. Kyvadlo bylo vychýleno při startu o 12° a byl měřen počet kmitů až do poklesu amplitudy na 4° . Při každém měření byla na začátku a na konci změřena hodnota skleněného standardu, počet kmitů standardu se pohyboval mezi hodnotami 420-430 kmitů.

3.8.2 Buchholzova vrypová zkouška

Buchholzovou zkouškou byla měřena odolnost organických povlaků vůči vtisku. Podstatou zkoušky bylo vytvoření vtisku v nátěru pomocí ostří vtiskového nástroje. Nástroj byl zatížen přidaným normovaným závažím, položen na nátěr a ponechán 30 sekund k samovolnému vtlačování čepele pomocí vlastní váhy. Došlo k deformaci povlaku a vzniku vtisku. Následně byl přístroj odebrán a byla změřena délka vtisku čepele. Délku vtisku lze měřit pomocí mikroskopu se stupnicí v samotném přístroji, nebo lze využít optický mikroskop.

Měření bylo provedeno dvakrát. Zkouška byla provedena při laboratorních podmínkách dle ČSN ISO 2815.

3.8.3 Měření lesku nátěru

Lesk nátěrového filmu je optická vlastnost projevující se pravidelným odrazem světelných paprsků. Stanovení lesku pomocí leskoměru stanovuje množství světla odraženého od nátěru. Lesk nátěru je udáván veličinou, kterou označujeme jako číslo lesku. [36] Lesk nátěrového filmu byl měřen pomocí leskoměru tri-gloss. Leskoměr po přiložení na nátěr změřil hodnoty lesku nátěru pod úhly 20°, 60° a 85°. Měření probíhalo vždy na třech místech nátěru, výsledná hodnota byla průměrem těchto měření. Zkouška probíhala podle ČSN ISO 2813.

3.8.4 MEK test

Test chemické odolnosti testovaných povlaků, zvaný též MEK test podle použité látky methylethylketonu, byl proveden podle normy ASTM D 4752-10. Podstatou zkoušky bylo zjištění odolnosti testovaného organického povlaku vůči přímému působení methylethylketonu, za vyvinutí lehké tlakové síly, při laboratorních podmínkách. Při zkoušce byla plocha asi 8 cm² organického povlaku otírána vatovou tyčinkou smočenou v methylethylketonu tzv. dvojtahy, přičemž jeden dvojtah je roven jedné sekundě. Povlak byl otírán po dobu 50 sekund, pokud nedošlo k obnažení podkladu bylo v testu pokračováno po dobu 300 sekund. Test byl ukončen dříve pokud došlo k obnažení podkladu. Vyhodnocení zkoušky probíhalo podle stupňů uvedených v Tabulce 5.

Tabulka 5 Stupně hodnocení MEK testu dle ASTM D 4752-10





Stupeň	Slovní hodnocení MEK testu
0	Úplné obnažení podkladu
1	Značné a hlubokému narušení nátěrového filmu, ale již ne podkladu
2	Viditelné a zřetelné poškození (poškrábání) nátěrového filmu
3	Lehké poškození (poškrábání) nátěrového filmu
4	Vyleštění nátěru a uvolnění malého množství pigmentu (povrch není poškozen)
5	Na povrchu není patrné ani vyleštění, neuvolňuje se žádný pigment

3.8.5 Stanovení přilnavosti nátěru mřížkovou metodou

Podstatou zkoušky je zhotovení řezu ve tvaru mřížky do nátěru a vizuální hodnocení stavu nátěrového filmu dle stupnice. Metoda určuje odolnost nátěru vůči oddělení od podkladu při proříznutí nátěru až k podkladu. [36] Postup zkoušky byl proveden dle normy ČSN ISO 2409. Mřížková metoda byla provedena jak na skleněných, tak na ocelových panelech. Řezným nástrojem byly provedeny dva řezy šesti čepelí až na podklad, druhý řez byl proveden kolmý k prvnímu, čímž došlo k vytvoření požadované mřížky, která byla následně hodnocena.

Zkouška byla provedena také na skleněných a ocelových panelech ponořených 24 h v destilované vodě, které byly následně nechány vysychat po dobu 24 h.

Vyhodnocení výsledků proběhlo vizuálně podle klasifikace normy ČSN ISO 2409 uvedené na následujícím obrázku (Obrázek 2). Mřížková metoda byla vyhodnocena na skleněném a ocelovém panelu po vytvrzení nátěru, na skleněném a ocelovém panelu ponořeném 24 hodin v destilované vodě (které byly před testem po dobu 24 h sušeny) a pro nejvíce odolné nátěrové filmy s obsahem antikoročních pigmentů i na ocelových panelech pro zrychlené korozní zkoušky po jejich expozici v komorách.

	stupeň 0 – řezy jsou hladké, žádný čtverec není poškozen
	stupeň 1 – nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží, poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %
	stupeň 2 – nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení, povrch mřížky smí být poškozen o více než 5 % a méně než 15 %
	stupeň 3 – nátěr je poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky, poškození je větší než 35 %
	stupeň 4 – na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny, plocha mřížky
	stupeň 5 – změny, které jsou větší než u stupně 4

Obrázek 2 Klasifikace stupňů přilnavosti dle ČSN ISO 2409

3.8.6 Stanovení přilnavosti nátěru odtrhovou metodou

Zkouška stanovuje přilnavost nátěru k podkladu změřením minimálního tažného napětí, potřebného k odtržení nátěru kolmo od podkladu. Zkouška byla provedena podle normy ČSN EN ISO 4624. Provedení zkoušky spočívá v přilepení terčíku pomocí dvousložkového epoxidového lepidla (Loctite 9466) k nátěrovému filmu, naneseném na ocelovém panelu. Povrch filmu byl před přilepením terčíku lehce zdrsňen brusným papírem. Po vytvrzení lepidla (za 24 h) byl terčík připevněn k přístroji, který jej zatěžoval, dokud nedošlo k odtržení. Byla zaznamenána síla odtrhu a hodnocen typ lomu. Jednotlivé typy lomu jsou uvedeny v Tabulce 6. Zkouška byla provedena na ocelových panelech po vytvrzení filmu a na ocelových panelech po 24 hodinách ponoru v destilované vodě, které byly před testem po dobu 24 h sušeny. Naměřená odtrhová síla byla dále převedena na odtrhovou pevnost podle následující rovnice (Rovnice 4).

Použité terčíky měli průměr 20 mm. Hodnocen byl také charakter lomu, symboly uvedenými v normě.

Výpočet odtrhové pevnosti:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d^2} \quad (4)$$

Kde: σ - odtrhová pevnost [MPa], F - maximální odtrhová síla [N], d - průměr lepeného terčíku [mm]

Tabulka 6 Typ lomu při odtrhové zkoušce podle ČSN EN ISO 4624

Symbol	Typ lomu
A	Kohezní lom v podkladu
A/B	Adhezní lom mezi podkladem a nátěrem
B	Kohezní lom v nátěru
-/Y	Adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem
Y	Kohezní lom v lepidle
Y/Z	Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem

3.8.7 Stanovení odolnosti organického povlaku hloubením

Principem zkoušky hloubením bylo plynulé vtlačování koule o průměru 20 mm pomocí přístroje do podkladového ocelového panelu, na němž byl nanesen organický povlak. Byla testována odolnost organického povlaku vůči odloupenutí, nebo prasknutí. Odolnost při hloubení udává míru tažnosti povlaku. Test byl prováděn do vtlačení 10 mm, při porušení nátěrového filmu byl přerušen a byla zapsána příslušná hodnota. Zkouška se provádí podle normy ČSN EN ISO 1520. [36] Zkouška byla provedena také na ocelových panelech ponořených 24 h v destilované vodě, které byly před provedením testu sušeny po dobu 24 h.

3.8.8 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem

Zkouška spočívá ve stanovení odolnosti nátěru vůči závaží, které padá volným pádem z výšky. Byly zjišťovány mechanické vlastnosti nátěrů při deformaci podkladového panelu. Hodnocena byla odolnost organického povlaku vůči praskání, nebo odlupování od pokladu při deformaci padajícími závažími z určité výšky. Odolnost nátěrového filmu při deformaci úderem byla testována pro výšky 10, 25 a 50 cm. Zkouška se provádí podle normy ČSN ISO EN 6272. [36] Zkouška byla provedena také na ocelových panelech ponořených 24 h v destilované vodě, které byly před provedením testu sušeny po dobu 24 h.

3.8.9 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu

Zkouška se provádí na ocelovém panelu, který sám snese ohyb bez porušení. Podstatou zkoušky byl ohyb ocelového panelu přes válcové trny. Trny se lišily průměrem, čím menší měl

trn průměr, tím byla zkouška pro nátěrový film náročnější. Nátěrové filmy byly testovány na trnech o průměrech 4 a 10 mm. Odolnost nátěru při ohybu přes válcový trn udává schopnost filmu odolávat deformaci, praskání a odlupování od podkladového panelu. [36] Zkouška byla provedena také na ocelových panelech ponořených 24 h v destilované vodě, které byly před provedením testu sušeny po dobu 24 h. Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 1519.

3.9 Metody zrychlených korozních zkoušek

Podstatou zrychlených korozních zkoušek je vystavení zkušebních vzorků zesíleným vlivům korozních činitelů v laboratorních podmínkách. Vzorky mohou být vystaveny zesíleným vlivům teploty, vysoké vlhkosti, koncentraci korozních látek SO_2 , vody, nebo chloridovým iontům. Hlavním předpokladem je urychlená korozní reakce, ale při nezměněném mechanismu. [37]

3.9.1 Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy

Zkouška v umělé atmosféře neutrální solné mlhy simuluje v komoře prostředí se zvýšenou koncentrací chloridů, jako jsou přímořské oblasti a okolí zasolených silnic v zimním období. Tyto prostředí působí velice agresivně nejen pro filmy nátěrových hmot, ale také pro podklad samotný. Zkouška využívá urychlujícího vlivu NaCl, zvýšené teploty a vlhkosti vzduchu. [37] Náročnost této zkoušky představoval obzvláště atom chloru, který mohl pronikat ochranným filmem a napadat kovový podklad, čímž způsobil podkorodování nátěrového filmu. Expozice vzorku probíhala v cyklech trvajících dvanáct hodin, rozdělených do tří částí. Deset hodin probíhala expozice v mlze 5 % roztoku NaCl za teploty 35 °C, jednu hodinu probíhalo sušení za teploty 23 °C a jednu hodinu probíhala kondenzace vlhkosti za teploty 40 °C. Zkouška byla odvozena z nory ISO 9227.

3.9.2 Zrychlená korozní zkouška ve vlhké atmosféře s obsahem oxidu siřičitého

Zkouška ve vlhké atmosféře s obsahem SO_2 simuluje účinky průmyslově znečištěné atmosféry. Urychlujícími vlivy koroze jsou zvýšená teplota, 100% relativní vlhkost vzduchu a působení korozního činitele SO_2 . [37] Při zkoušce docházelo ke kondenzaci vody s obsahem SO_2 na vzorcích. Zkouška probíhala v cyklu trvajícím 24 hodin, který byl rozdělen do dvou částí. Prvních osm hodin probíhala expozice vzorků vlhkosti s SO_2 za teploty 35 °C. Ve zbylých šestnácti hodinách byly vzorky sušeny při laboratorní teplotě a vlhkosti nižší než 75 %. Zkouška byla provedena podle normy ČSN ISO 3231.

3.9.3 Zrychlená korozní zkouška v kondenzační komoře

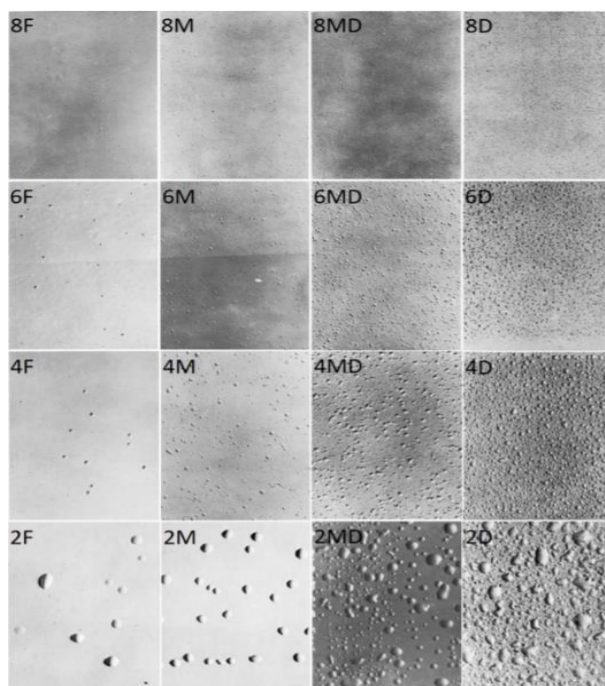
Zkouška probíhala exponováním vzorků vůči 100% relativní vlhkosti vzduchu, s urychlujícím vlivem teploty, ke zjištění odolnosti nátěru vůči působení vody. [37] Během zkoušky působila na exponované vzorky nepřetržitě kondenzující destilovaná voda při teplotě 38 ± 2 °C po dobu 120 hodin. Zkouška byla provedena podle normy ČSN 03 8131.

3.10 Hodnocení výsledků korozních zkoušek

Vyhodnocení korozních projevů po expozici v komorách zrychlených korozních zkoušek uvedených v předešlé kapitole proběhlo porovnáváním získaných výsledků v souladu se standardy ASTM.

3.10.1 Hodnocení stupně tvorby puchýřků v ploše nátěru a v řezu

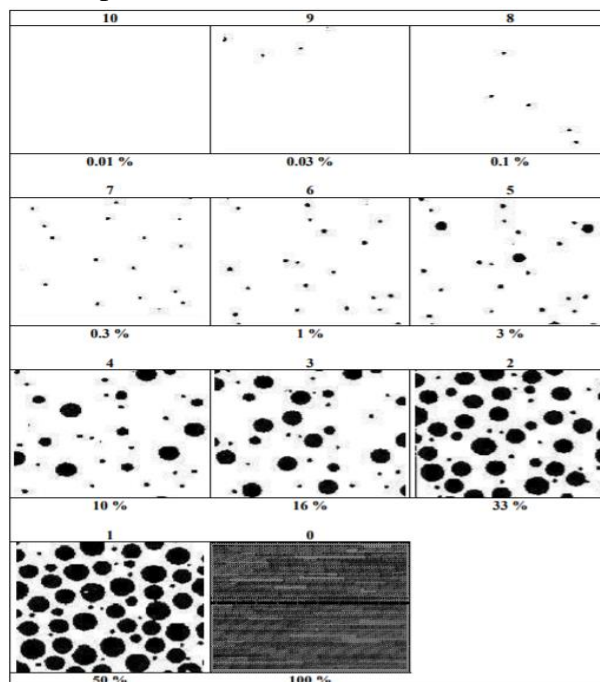
Hodnocení probíhá dle ASTM D 714-87, kdy byly získané výsledky porovnány se standardy normy. Metoda hodnotí puchýřky podle velikosti a také podle četnosti vzniku. Způsob hodnocení spočívá v přidělení příslušného čísla velikosti puchýřků a písmene určujícího četnost podle standard. Fotografické standardy sloužící k porovnání výsledků jsou uvedeny na následujícím obrázku (Obrázek 3).



Obrázek 3 Fotografické standardy pro hodnocení tvorby puchýřků podle ASTM D 714-87

3.10.2 Hodnocení míry prokorodování

Prokorodování, či prorezavění znamená selhání ochranné funkce nátěru a rozšíření korozních zplodin na ploše povrchu nátěrového filmu. Vyhodnocení se provádí podle normy ASTM D 610-85 opět pomocí standardů normy (Uvedených na obrázku 4). Vyhodnocuje se stupeň koroze plochy nátěru v procentech.



Obrázek 4 Standardy pro vyhodnocení stupně prokorodování podle ASTM D 610-85

3.10.3 Hodnocení koroze v řezu

Hodnocením koroze v řezu byla zjišťována schopnost nátěrového filmu odolávat korozi pod nátěrem od místa poškození nátěru (řezu). Byla posuzována koroze podél řezu na podkladu po odstranění povlaku. Kritériem výsledného hodnocení koroze v řezu je šířka poškození podkladu v cm. Zkouška byla provedena podle normy ASTM D 1654-92.

3.10.4 Hodnocení delaminace nátěru z řezu

Posouzení delaminace nátěru z místa řezu bylo provedeno ihned po vyjmutí vzorků ze zkušebního prostředí. Byla vymezena mez delaminace (hranice, na které se nátěr stává pevně přilnavým). Následně bylo provedeno šest měření šířky delaminace podél řezu pravítkem s přesností 0,05 mm. Výsledná hodnota, rozsah delaminace, byla vypočtena jako průměr těchto měření podělen dvěma. Postup vyhodnocení je odvozen z normy ČSN EN ISO 4628-8.

3.10.5 Hodnocení ztráty přilnavosti

Dále byla vyhodnocována ztráta přilnavosti nátěrového filmu v důsledku expozice v zrychlených korozních komorách. Ztráta přilnavosti byla vyhodnocena v procentech vztažených k celkové ploše nátěru.

3.10.6 Hodnocení podkorodování

Podkorodování je koroze podkladového kovu, která není zjistitelná na povrchu nátěru, narozdíl od prokorodování, je proto nutné před vyhodnocením povlak odstranit. Zkouška byla vyhodnocena podle normy ASTM D 610-85 podle obrázku 4 uvedeného v kapitole 3.10.2. Hodnoceny byly panely po finální expozici testovaných organických povlaků ve všech typech korozních atmosfér.

3.10.7 Elektrochemické stanovení lineární polarizace

Pomocí techniky lineární polarizace a následného stanovení polarizačního odporu bylo možné velmi přesné stanovení antikoročních vlastností organických povlaků. Měření bylo prováděno v cele v uzavřeném prostoru s roztokem 1M NaCl. Kovový panel QD 24 s rozměry 101 x 51 mm opatřený testovaným organickým povlakem byl použit jako pracovní elektroda. Jako referenční elektroda byla použita elektroda kalomelová a jako pomocná elektroda byla použita elektroda platinová. Pro jednotlivé organické povlaky nanesené na panelech byl stanoven samovolný korozní potenciál E_{corr} , proudová hustota I_{corr} , tafelové směrnice β_a a β_c , polarizační odpor R_p a rychlost koroze.

3.10.8 Hodnocení životnosti organického povlaku

Hodnocení předpokládané životnosti organického povlaku bylo stanoveno podle normy ČSN EN ISO 12944-6, podle korozní odolnosti organického povlaku v atmosféře neutrální solné mlhy. Způsob stanovení předpokládané životnosti organického povlaku je uveden v Tabulce 7 a jednotlivé stupně korozní agresivity jsou uvedeny v Tabulce 8

Tabulka 7 Stanovení životnosti nátěru v prostředí neutrální solné mlhy podle normy ČSN EN ISO 12944-6

Stupeň korozní agresivity	Životnost	ISO 7253 neutrální solná mlha [hod.]
C2 nízká	Nízká	-
	Střední	-
	Vysoká	-
C3 střední	Nízká	120
	Střední	240
	Vysoká	480
C4 vysoká	Nízká	240
	Střední	480
	Vysoká	720
C5 – I velmi vysoká	Nízká	480
	Střední	720
	Vysoká	1440

Tabulka 8 Stupně korozní agresivity prostředí dle normy ČSN EN ISO 12944-2

Stupeň korozní agresivity	Příklad venkovního prostředí	Příklady vnitřního prostředí
C1 velmi nízká		Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. školy, kanceláře, hotely, obchody
C2 nízká	Atmosféra s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci vody, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské průmyslové atmosféry s mírným znečištěním SO ₂ , přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním, např. výrobní potravin, pivovary, lékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s nízkou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doteky na mořském pobřeží
C5 – I velmi vysoká	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5 – M velmi vysoká	Přimořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

4 Výsledky

Výsledky jsou řazeny ve stejném pořadí jako jsou uvedeny jednotlivé metody v experimentální části práce. Výsledky fyzikálně-chemických vlastností pigmentů, plniv a pojiva jsou uvedeny v kapitole 4.1, výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek nátěrových filmů na skleněných panelech jsou uvedeny v kapitole 4.2, výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek nátěrových filmů na ocelových panelech jsou uvedeny v kapitole 4.3 a výsledky korozních zkoušek organických povlaků jsou uvedeny v kapitole 4.4.

4.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti pigmentů a plniv

Pro jednotlivá plniva a pigmenty byly provedeny zkoušky zjišťující spotřebu oleje a hustotu. Následně byla ze získaných hodnot vypočítána hodnota KOKP. Výsledky fyzikálně-chemických vlastností pigmentů a plniv jsou uvedeny v Tabulce 9. Pro pojivo a tvrdidlo byly ověřeny hodnoty hustoty a sušiny, výsledky jsou uvedeny v Tabulce 10.

Tabulka 9 Fyzikálně-chemické vlastnosti pigmentů a plniv

Plnivo / Pigment	Hustota [g.cm ⁻³]	Olejové číslo [g/100g pigmentu]	KOKP [%]
Mastek	2,83	32,99	49,89
Plastorit	2,75	33,05	50,56
Steopac A	2,83	46,62	41,39
Kaolín 155V	2,69	24,79	59,16
Filemon P05	2,71	51,04	42,44
Vápenec	2,73	18,73	64,54
Wolastonit	2,93	35,10	46,85
Železitá červeně	5,08	25,82	41,47
Železitá žlutá	4,19	46,27	32,44
Železitá černá	4,67	21,69	47,90
Titanová běloba	3,92	22,67	58,37
Zinková běloba	5,78	23,24	40,90
Blanc fixe	4,38	19,50	52,15
Litopon	4,31	13,41	61,70
Zinkfosfát	3,88	24,28	49,68
Suřík	8,79	4,60	69,70

Tabulka 10 Hodnoty sušiny a hustoty pro pojivo a tvrdidlo

Pojivo / tvrdidlo	Obsah sušiny [%]	Hustota [g.cm ⁻³]
CHS-EPOXY 200V 55	55	1,09
Telalit 180	50	1,08

4.2 Fyzikálně-mechanické vlastnosti nátěrových filmů na skleněných panelech

4.2.1 Relativní povrchová tvrdost nátěru měřená útlumem kyvadla

Výsledky měření relativní povrchové tvrdosti povlaků s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 11. Výsledky povrchové tvrdosti organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou uvedeny v Tabulce 12.

Tabulka 11 Výsledky relativní povrchové tvrdosti pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Relativní povrchová tvrdost [%]				
	Den 1.	Den 2.	Den 3.	Den 14.	Den 28.
Mastek	18,7	27,5	30,8	36,0	38,2
Steopac A	22,0	31,0	32,8	37,4	39,8
Plastorit	25,3	33,9	36,2	38,2	36,3
Kaolín 155V	25,5	35,0	40,7	47,0	47,3
Filemon P05	25,1	37,5	40,6	45,4	46,6
Vápenec	23,3	33,8	37,3	41,1	42,2
Wollastonit	23,1	35,4	37,4	40,8	43,6
Železitá červen	23,4	32,4	35,1	39,5	39,6
Železitá žlut'	35,6	42,4	44,1	50,4	47,6
Železitá čern	30,1	38,4	41,6	44,1	42,7
Titanová běloba	27,8	39,3	39,8	44,5	45,5
Blanc fixe	30,3	38,9	41,6	45,3	44,5
Litopon	29,6	39,1	42,7	42,9	40,8

Tabulka 12 Výsledky relativní povrchové tvrdosti pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Relativní povrchová tvrdost [%]				
		Den 1.	Den 2.	Den 3.	Den 14.	Den 28.
Sušík	Litopon	24,6	28,5	29,6	34,4	34,1
Vodní sklo		27,2	35,8	36,1	36,2	32,6
Zinkfosfát		25,7	28,8	30,9	31,0	32,9
Zinková běloba		31,9	36,4	42,2	40,7	41,8
Sušík	Vápenec	25,0	28,9	29,6	33,8	34,2
Vodní sklo		28,8	39,8	49,9	39,8	37,0
Zinkfosfát		23,6	29,4	33,2	34,1	35,0
Zinková běloba		29,7	35,4	39,3	40,4	41,0
Sušík	Wollastonit	26,3	39,6	40,7	43,2	41,7
Vodní sklo		30,4	42,1	44,1	44,4	41,3
Zinkfosfát		25,7	29,0	30,3	28,9	30,6
Zinková běloba		31,7	37,5	41,6	41,6	41,8

4.2.2 Buchholzova vrypová zkouška

Výsledky měření odolnosti organického povlaku vůči vtisku pro povlaky s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 13. Výsledky měření odolnosti organického povlaku vůči vtisku pro povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou uvedeny v Tabulce 14.

Tabulka 13 Výsledky Buchholzovy vrypové zkoušky pro testované organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Délka vtisku [mm]				
	Den 1.	Den 2.	Den 3.	Den 14.	Den 28.
Mastek	1,89	1,56	1,52	1,36	1,36
Steopac A	1,85	1,46	1,34	1,23	1,22
Plastorit	1,62	1,44	1,38	1,38	1,36
Kaolín 155V	1,59	1,32	1,17	1,02	1,01
Filemon P05	1,66	1,30	1,21	1,10	1,10
Vápenec	1,73	1,47	1,38	1,24	1,25
Wollastonit	1,69	1,37	1,25	1,13	1,14
Železitá červeně	1,75	1,43	1,26	1,15	1,02
Železitá žlutě	1,46	1,22	1,07	0,96	0,98
Železitá černě	1,49	1,32	1,30	1,22	1,23
Titanová běloba	1,64	1,32	1,22	1,10	1,12
Blanc fixe	1,61	1,22	1,07	0,98	0,98
Litopon	1,49	1,36	1,23	1,22	1,23

Tabulka 14 Výsledky Buchholzovy vrypové zkoušky pro testované organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Délka vtisku [mm]				
		Den 1.	Den 2.	Den 3.	Den 14.	Den 28.
Sušík	Litopon	1,79	1,66	1,60	1,38	1,35
Vodní sklo		1,87	1,60	1,49	1,42	1,43
Zinkfosfát		1,53	1,26	1,08	0,95	0,85
Zinková běloba		1,55	1,29	1,08	1,10	1,09
Sušík	Vápenec	1,58	1,45	1,42	1,38	1,35
Vodní sklo		1,67	1,32	1,29	1,28	1,29
Zinkfosfát		1,69	1,41	1,31	1,20	1,16
Zinková běloba		1,53	1,26	1,20	1,22	1,07
Sušík	Wollastonit	1,51	1,34	1,29	1,23	1,20
Vodní sklo		1,58	1,21	1,21	1,10	1,12
Zinkfosfát		1,43	1,23	1,14	1,06	0,98
Zinková běloba		1,59	1,35	1,32	1,11	1,11

4.2.3 Lesk nátěrových filmů na skleněném panelu

Jednotlivým nátěrům bylo měřeno číslo lesku pro 20°, 60° a 85°. Výsledky měření čísla lesku organických povlaků s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 15. Výsledky měření čísla lesku organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou uvedeny v Tabulce 16.

Tabulka 15 Naměřené hodnoty lesku testovaných organických povlaků s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Lesk								
	Den 1.			Den 7.			Den 28.		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Mastek	31,5	73,9	77,9	31,1	72,6	78,0	27,8	69,9	75,1
Steopac A	47,6	89,3	94,2	44,5	85,6	93,4	43,9	86,1	92,2
Plastorit	69,3	100	95,8	69,5	100	95,7	64,3	100	95,2
Kaolín 155V	43,5	84,6	89,7	33,4	78,3	86,9	24,0	70,8	83,4
Filemon P05	59,8	91,4	97,6	53,6	88,2	96,7	48,5	85,5	95,8
Vápenec	69,0	94,1	96,8	60,7	92,4	95,9	45,2	85,6	93,3
Wollastonit	36,3	79,1	86,4	33,4	77,3	85,3	24,6	68,3	80,5
Železitá červeně	17,0	59,1	73,3	13,6	54,3	68,7	11,7	50,2	65,2
Železitá žlutě	4,8	42,1	85,6	4,3	39,9	84,7	3,1	34,1	82,7
Železitá černě	75,5	94,4	98,8	74,7	94,6	96,0	72,6	93,7	95,8
Titanová běloba	18,8	65,3	80,3	18,1	64,6	80,2	15	60	75,9
Blanc fixe	5,3	31,4	69,3	4,8	28,0	67,1	4,4	26,7	65,4
Litopon	58,5	91,2	92,5	55,7	96,7	93,2	52,6	89,7	91,8

Tabulka 16 Naměřené hodnoty lesku testovaných organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Lesk								
		Den 1.			Den 7.			Den 28.		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°	20°	60°	85°
Sušík	Litopon	69,1	94,3	96,1	66,0	93,5	95,4	50,5	88,4	94,3
Vodní sklo		49,3	86,3	89,4	47,9	86,6	90,9	46,7	85,3	90,3
Zinkfosfát		0,9	5,9	9,3	0,9	5,8	6,4	0,8	5,8	9,0
Zinková běloba		7,9	47,3	79,9	8,1	47,7	79,9	8,6	48,9	79,8
Sušík	Vápenec	71,2	95,2	97,0	68,6	94,6	96,6	47,9	87,4	94,1
Vodní sklo		57,6	91,2	94,5	60,5	91,5	94,2	53,0	89,1	93,3
Zinkfosfát		5,1	31,7	55,1	4,6	29,4	52,4	4,3	28,4	52,2
Zinková běloba		13,8	58,6	79,4	13,8	58,4	79,6	14,0	59,2	79,9
Sušík	Wollastonit	43,7	80,8	85,9	45,2	82,0	86,8	36,3	75,8	83,8
Vodní sklo		51,3	87,5	82,8	51,2	88,6	83,6	49,6	87,6	83,3
Zinkfosfát		1,5	10,2	9,6	1,5	10,2	9,4	1,5	10,0	9,3
Zinková běloba		19,5	65,5	79,6	19,8	65,3	77,9	20,6	66,3	77,4

4.2.4 MEK test

Výsledky odolnosti vůči působení methylethylketonu u organických povlaků s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 17. Výsledky odolnosti vůči působení methylethylketonu u organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou pak uvedeny v Tabulce 18.

Tabulka 17 Výsledky MEK testu pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Den 1.		Den 2.		Den 3.		Den 14.		Den 28.	
	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]
Mastek	3	79	4	189	4	253	4	256	4	143
Steopac A	0	-	3	158	4	206	4	149	3	115
Plastorit	4	83	4	143	4	176	4	208	4	210
Kaolín 155V	3	86	4	88	4	123	4	117	4	87
Filemon P05	4	117	4	223	4	265	4	236	4	158
Vápenec	4	85	4	134	4	196	4	169	4	150
Wollastonit	2	82	4	119	4	229	4	195	4	191
Železitá červen	0	-	4	123	4	154	4	137	3	124
Železitá žlut	0	-	1	58	3	81	4	75	1	57
Železitá čern	0	-	3	75	4	176	4	133	4	135
Titanová běloba	1	68	2	94	3	176	4	166	4	110
Blanc fixe	0	-	2	75	2	96	4	81	2	65
Litopon	3	79	4	148	4	175	4	167	4	136

Tabulka 18 Výsledky MEK testu pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Den 1.		Den 2.		Den 3.		Den 14.		Den 28.	
		Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]	Stupeň v čase 50 s	Dosažení stupně 0 [s]
Sušík	Litopon	0	-	3	87	3	113	4	128	4	106
Vodní sklo		4	73	4	184	4	216	4	183	4	183
Zinkfosfát		1	59	3	89	4	131	4	128	4	124
Zinková běloba		0	-	1	64	3	111	3	89	2	83
Sušík	Vápenec	3	91	4	148	4	167	4	106	4	108
Vodní sklo		4	99	4	198	4	238	4	202	4	202
Zinkfosfát		1	77	3	118	4	165	4	202	4	150
Zinková běloba		0	-	2	71	3	109	3	98	3	86
Sušík	Wollastonit	3	86	4	126	4	167	4	131	4	118
Vodní sklo		4	92	4	181	4	231	4	212	4	207
Zinkfosfát		2	84	4	131	4	187	4	197	4	157
Zinková běloba		0	-	2	91	4	132	3	78	3	84

4.3 Vyhodnocení fyzikálně-mechanických zkoušek na ocelových panelech

4.3.1 Mřížková zkouška přilnavosti pro ocelové panely

Stupně přilnavosti organických povlaků s obsahem plniv na ocelových panelech jsou uvedeny v Tabulce 19. Stupně přilnavosti organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv na ocelových panelech jsou uvedeny v Tabulce 20.

Tabulka 19 Vyhodnocení mřížkové metody na ocelových panelech pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]			
	Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm
Mastek	0	1	0	1
Steopac A	0	1	0	1
Plastorit	0	1	0	1
Kaolín 155V	0	1	0	1
Filemon P05	0	1	0	1
Vápenec	1	1	1	1
Wollastonit	0	1	1	1
Železitá červeň	0	0	2	4
Železitá čern	2	2	3	4
Železitá žluť	0	0	0	1
Titanová běloba	1	1	1	1
Blanc fixe	2	2	2	2
Litopon	0	1	1	1

Tabulka 20 Vyhodnocení mřížkové metody na ocelových panelech pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]			
		Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
		Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm
Suřík	Litopon	1	1	1	1
Vodní sklo		1	1	1	4
Zinkfosfát		0	1	1	3
Zinková běloba		0	1	0	1
Suřík	Vápenec	1	1	1	1
Vodní sklo		1	1	1	1
Zinkfosfát		0	0	0	1
Zinková běloba		0	1	0	1
Suřík	Wollastonit	1	1	1	1
Vodní sklo		1	1	1	1
Zinkfosfát		1	1	1	4
Zinková běloba		0	1	0	1

4.3.2 Mřížkové zkouška přilnavosti pro skleněné panely:

Stupně přilnavosti organických povlaků s obsahem plniv na skleněných panelech jsou uvedeny v Tabulce 21. Stupně přilnavosti organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv na skleněných panelech jsou pak uvedeny v Tabulce 22.

Tabulka 21 Vyhodnocení mřížkové metody na skleněných panelech pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]			
	Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm
Mastek	0	0	0	0
Steopac A	0	0	0	0
Plastorit	0	0	0	0
Kaolín 155V	0	0	0	0
Filemon P05	0	0	0	1
Vápenec	0	0	0	0
Wollastonit	0	0	0	0
Železitá červeně	1	2	1	1
Železitá černě	1	1	2	2
Železitá žluť	0	0	Ztráta přilnavosti	
Titanová běloba	0	0	1	1
Blanc fixe	1	2	2	2
Litopon	0	0	1	1

Tabulka 22 Vyhodnocení mřížkové metody na skleněných panelech pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]			
		Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
		Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm	Řez 6 x 2 mm	Řez 6 x 1 mm
Suřík	Litopon	0	0	0	0
Vodní sklo		0	0	0	0
Zinkfosfát		0	0	Ztráta přilnavosti	
Zinková běloba		0	0	1	1
Suřík	Vápenec	0	0	0	0
Vodní sklo		0	0	0	0
Zinkfosfát		0	0	Ztráta přilnavosti	
Zinková běloba		0	0	1	1
Suřík	Wollastonit	0	0	0	0
Vodní sklo		0	0	0	0
Zinkfosfát		0	0	Ztráta přilnavosti	
Zinková běloba		0	0	1	1

4.3.3 Odtrhová zkouška

Výsledky odtrhové zkoušky pro organické povlaky s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 23. Výsledky odtrhové zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou uvedeny v Tabulce 24.

Tabulka 23 Výsledky odtrhové zkoušky organických povlaků s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Před zk. ponoru			Po zk. ponoru		
	Odtrhová síla [kN]	Odtrhová pevnost σ [MPa]	Typ lomu	Odtrhová síla [kN]	Odtrhová pevnost σ [MPa]	Typ lomu
Mastek	0,92	2,93	B	0,65	2,07	90 % B; 10 % A/B
Steopac A	0,63	2,01	B	0,53	1,69	B
Plastorit	0,54	1,72	95 % A/B; 5 % -/Y	0,49	1,56	90 % A/B; 10 % B
Kaolín 155V	1,14	3,63	B	0,74	2,36	90 % B; 10 % A/B
Filemon P05	0,21	0,67	A/B	0,20	0,64	A/B
Vápenec	0,35	1,11	95 % A/B; 5 % -/Y	0,28	0,89	95 % A/B; 5 % -/Y
Wollastonit	0,32	1,02	A/B	0,14	0,45	A/B
Železitá červen	0,59	1,88	95 % A/B; 5 % -/Y	0,50	1,59	90 % A/B; 10 % -/Y
Železitá čern	0,55	1,75	95 % A/B; 5 % -/Y	0,42	1,34	85 % A/B; 15 % -/Y
Železitá žlut	0,36	1,15	95 % A/B; 5 % -/Y	0,27	0,86	75 % A/B; 25 % B
Titanová běloba	0,24	0,76	95 % A/B; 5 % -/Y	0,10	0,32	95 % A/B; 5 % -/Y
Blanc fixe	0,21	0,67	95 % A/B; 5 % -/Y	0,17	0,54	95 % A/B; 5 % B
Litopon	1,03	3,28	95 % A/B; 5 % -/Y	0,58	1,85	80 % A/B; 20 % -/Y

*Vysvětlení: A/B = adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B = kohezní lom v nátěru, -/Y = adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem

Tabulka 24 Výsledky odtrhové zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Před zk. ponoru			Po zk. ponoru		
		Odtrhová síla [kN]	Odtrhová pevnost σ [MPa]	Typ lomu	Odtrhová síla [kN]	Odtrhová pevnost σ [MPa]	Typ lomu
Sušík	Litopon	0,49	1,56	95 % A/B 5 % -/Y	0,44	1,40	95 % A/B 5 % -/Y
Vodní sklo		0,64	2,04	95 % A/B 5 % -/Y	0,24	0,76	A/B
Zinkfosfát		0,92	2,93	95 % A/B 5 % -/Y	0,10	0,32	95 % A/B 5 % -/Y
Zinková běloba		0,56	1,78	95 % A/B 5 % -/Y	0,36	1,15	95 % A/B 5 % -/Y
Sušík	Vápenec	0,93	2,96	95 % A/B 5 % -/Y	0,67	2,13	95 % A/B 5 % -/Y
Vodní sklo		0,44	1,40	95 % A/B 5 % -/Y	0,09	0,29	A/B
Zinkfosfát		0,65	2,07	95 % A/B 5 % -/Y	0,13	0,41	95 % A/B 5 % -/Y
Zinková běloba		0,60	1,91	95 % A/B 5 % -/Y	0,38	1,21	95 % A/B 5 % -/Y
Sušík	Wollastonit	0,66	2,10	95 % A/B 5 % -/Y	0,58	1,85	95 % A/B 5 % B
Vodní sklo		0,65	2,07	95 % A/B 5 % -/Y	0,24	0,76	A/B
Zinkfosfát		0,55	1,75	95 % A/B 5 % -/Y	0,15	0,48	A/B
Zinková běloba		0,43	1,37	95 % A/B 5 % -/Y	0,32	1,02	95 % A/B 5 % -/Y

*Vysvětlení: A/B = adhezní lom mezi podkladem a nátěrem, B = kohezní lom v nátěru, -/Y = adhezní lom mezi nátěrem a lepidlem

4.3.4 Zkouška hloubením a úderem

Výsledky zkoušky hloubením a zkoušky úderem organických povlaků s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 25. Výsledky zkoušky hloubením a zkoušky úderem organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv jsou uvedeny v Tabulce 26.

Tabulka 25 Výsledky zkoušky hloubením a úderem pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Před zk. ponoru					Po zk. ponoru				
	Hloubení [mm]	Úder z výšky			Hloubení [mm]	Úder z výšky				
		50 cm	25 cm	10 cm		50 cm	25 cm	10 cm		
Mastek	> 10	A	A	A	> 10	A	A	A		
Steopac A	> 10	A	A	A	9,47	N	N	A		
Plastorit	> 10	A	A	A	9,71	N	N	A		
Kaolín 155V	> 10	A	A	A	7,12	A	A	A		
Filemon P05	> 10	A	A	A	> 10	N	A	A		
Vápenec	> 10	N	A	A	5,20	N	N	N		
Wollastonit	9,63	N	N	A	6,53	N	N	A		
Železitá červen	8,34	N	N	A	2,90	N	N	N		
Železitá čern	8,73	N	N	A	5,24	N	N	A		
Železitá žlut	3,08	N	N	N	2,25	N	N	N		
Titanová běloba	8,76	N	N	N	7,45	N	N	N		
Blanc fixe	8,34	N	N	N	7,93	N	N	N		
Litopon	> 10	N	N	A	> 10	N	N	A		

*Vysvětlení: N = nátěr neodolal; A = nátěr odolal

Tabulka 26 Výsledky zkoušky hloubením a úderem pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Před zk. ponoru					Po zk. ponoru				
		Hloubení [mm]	Úder z výšky			Hloubení [mm]	Úder z výšky				
			50 cm	25 cm	10 cm		50 cm	25 cm	10 cm		
Sušík	Litopon	> 10	N	N	N	9,34	N	N	N		
Vodní sklo		> 10	N	N	N	5,78	N	N	N		
Zinkfosfát		> 10	N	N	N	2,74	N	N	N		
Zinková běloba		> 10	A	A	A	> 10	N	N	N		
Sušík	Vápenec	> 10	N	N	N	> 10	N	N	N		
Vodní sklo		> 10	A	A	A	> 10	N	N	N		
Zinkfosfát		> 10	N	N	N	3,76	N	N	N		
Zinková běloba		> 10	N	A	A	9,45	N	N	N		
Sušík	Wollastonit	> 10	N	N	A	> 10	N	N	N		
Vodní sklo		> 10	N	N	A	> 10	N	N	A		
Zinkfosfát		> 10	N	N	A	3,19	N	N	N		
Zinková běloba		> 10	A	A	A	> 10	N	N	N		

*Vysvětlení: N = nátěr neodolal; A = nátěr odolal

4.3.5 Zkouška ohybem

Výsledky odolnosti organických povlaků s obsahem plniv při zkoušce ohybem jsou uvedeny v Tabulce 27. Výsledky odolnosti organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv při zkoušce ohybem jsou uvedeny v Tabulce 28.

Tabulka 27 Výsledky zkoušky ohybem pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Plnivo	Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
	Průměr ohybového trnu		Průměr ohybového trnu	
	10 mm	4 mm	10 mm	4 mm
Mastek	A	A	A	A
Steopac A	A	A	A	A
Plastorit	A	A	A	A
Kaolín 155V	A	A	A	A
Filemon P05	A	A	A	A
Vápenec	A	A	A	A
Wollastonit	A	A	N	N
Železitá červeň	A	A	A	N
Železitá čern	A	A	A	N
Železitá žlut	A	A	N	N
Titanová běloba	N	N	N	N
Blanc fixe	N	N	N	N
Litopon	A	A	A	A

*Vysvětlení: N = nátěr neodolal; A = nátěr odolal

Tabulka 28 Výsledky zkoušky ohybem pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Před zk. ponoru		Po zk. ponoru	
		Průměr ohybového trnu		Průměr ohybového trnu	
		10 mm	4 mm	10 mm	4 mm
Sušík	Litopon	A	A	N	N
Vodní sklo		A	A	N	N
Zinkfosfát		A	A	N	N
Zinková běloba		N	A	N	A
Sušík	Vápenec	A	A	A	A
Vodní sklo		A	A	A	A
Zinkfosfát		A	A	N	N
Zinková běloba		A	A	A	A
Sušík	Wollastonit	A	A	A	A
Vodní sklo		A	A	A	A
Zinkfosfát		A	A	N	N
Zinková běloba		A	A	A	A

*Vysvětlení: N = nátěr neodolal; A = nátěr odolal

4.4 Vyhodnocení korozních zkoušek

Fotografické záznamy testovaných organických povlaků po expozici korozních zkoušek jsou uvedeny v přílohách na Obrázcích 5-29.

4.4.1 Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy organických povlaků s obsahem plniv

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem plniv v neutrální solné mlze je uvedeno v Tabulce 29, v Tabulce 31 a v Tabulce 33. Vyhodnocení korozních projevů u organických povlaků s obsahem plniv a s provedeným řezem v neutrální solné mlze je uvedeno v Tabulce 30, v Tabulce 32 a v Tabulce 34.

Tabulka 29 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Mastek	-	-	-
Steopac A	-	-	-
Plastorit	-	-	-
Kaolín 155V	< 8F	-	-
Filemon P05	-	-	-
Vápenec	-	-	-
Wollastonit	-	-	-
Železitá červen	8F	-	30
Železitá čern	8F	3	25
Železitá žlut	6F	10	-
Titanová běloba	8F	-	35
Blanc fixe	6F	10	-
Litopon	8F	-	45

Tabulka 30 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Mastek	-	-	-	-	0,15
Steopac A	< 8F	-	-	8F	-
Plastorit	-	-	-	-	0,40
Kaolín 155V	< 8F	-	-	-	0,35
Filemon P05	-	-	-	-	0,25
Vápenec	-	-	-	-	0,55
Wollastonit	-	-	-	-	0,35
Železitá červen	N	N	N	N	3,50
Železitá čern	8F	3	35	-	0,25
Železitá žlut	8F	3	-	-	-
Titanová běloba	N	N	95	N	N
Litopon	N	N	N	N	3,25
Blanc fixe	6F	10	-	8F	-

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 31 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Mastek	-	-	-
Steopac A	8M	-	-
Plastorit	8F	-	-
Kaolín 155V	-	0,03	35
Filemon P05	8D	-	-
Vápenec	8M	-	-
Wollastonit	-	-	-
Železitá červeň	N	N	100
Železitá čern	N	N	100
Železitá žlut'	N	N	55
Titanová běloba	N	N	100
Litopon	N	N	100
Blanc fixe	-	16	40

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 32 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Mastek	8F	-	-	-	0,40
Steopac A	8MD	-	-	8F	0,25
Plastorit	8F	-	-	-	0,65
Kaolín 155V	N	N	55	N	N
Filemon P05	N	N	N	N	3,00
Vápenec	8F	-	-	-	1,85
Wollastonit	8F	-	-	-	0,70
Železitá červeň	N	N	100	N	N
Železitá žlut'	N	N	45	N	N
Blanc fixe	N	N	70	N	N

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace

Tabulka 33 Vyhodnocení organických povlaků s obsahem plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodování NF [%]
Mastek	8F	-	-	50
Steopac A	8MD	3	-	50
Plastorit	6M	16	-	50
Filemon P05	8D	3	-	33
Vápenec	8MD	0,3	-	100
Wollastonit	8F	3	-	33

Tabulka 34 Vyhodnocení organických povlaků s obsahem plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokoro. NF [%]	Ztráta přiln. NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkorodování NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Mastek	8F	1	-	-	1,80	50	0,5 – 1
Steopac A	8M	10	-	8F	0,25	50	1 – 1,5
Plastorit	N	N	100	N	N	100	0,5 – 1
Vápenec	N	N	100	N	N	100	1 – 1,5
Wollastonit	8F	3	-	-	0,85	33	0 – 0,5

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace,

4.4.2 Zrychlená korozní zkouška v neutrální solné mlze organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv v neutrální solné mlze je uvedeno v Tabulce 35, v Tabulce 37 a v Tabulce 39. Vyhodnocení korozních projevů u organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv s provedeným řezem v neutrální solné mlze je uvedeno v Tabulce 36 a v Tabulce 38.

Tabulka 35 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Sušík	Litopon	< 8F	-	-
Vodní sklo		< 8F	-	-
Zinkfosfát		8MD	0,1	-
Zinková běloba		8F	3	4
Sušík	Vápenec	-	-	-
Vodní sklo		-	-	-
Zinkfosfát		8F	-	-
Zinková běloba		8M	3	15
Sušík	Wollastonit	-	-	-
Vodní sklo		-	-	-
Zinkfosfát		8MD	0,1	-
Zinková běloba		8F	-	-

Tabulka 36 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Sušík	Litopon	< 8F	-	-	-	0,10
Vodní sklo		< 8F	-	-	-	1,50
Zinkfosfát		N	N	N	N	4,00
Zinková běloba		8F	3	5	-	-
Sušík	Vápenec	< 8F	-	-	8F	-
Vodní sklo		-	-	-	-	0,75
Zinkfosfát		N	N	N	N	3,75
Zinková běloba		8F	1	-	-	0,20
Sušík	Wollastonit	-	-	-	-	0,15
Vodní sklo		-	-	-	-	0,80
Zinkfosfát		8MD	-	-	-	0,15
Zinková běloba		8F	-	-	-	0,60

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 37 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodování NF [%]
Sušík	Litopon	5	-	1	5	3
Vodní sklo		N	6F	-	15	33
Zinkfosfát		N	-	-	80	33
Zinková běloba		N	-	10	85	33
Sušík	Vápenec	1	8F	0,3	-	0,1
Vodní sklo		1	-	-	-	-
Zinkfosfát		N	8F	0,1	35	10
Zinková běloba		N	-	10	90	33
Sušík	Wollastonit	0	-	-	-	-
Vodní sklo		1	-	-	-	-
Zinkfosfát		5	8MD	-	40	10
Zinková běloba		5	8F	0,3	-	10

Tabulka 38 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorod. NF [%]	Ztráta přiln. NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkorod. NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Sušík	Litopon	N	N	45	N	N	10	0 – 0,5
Vodní sklo		-	-	-	-	2,00	50	0,5 – 1
Zinková běloba		-	10	85	-	-	16	0,5 – 1
Sušík	Vápenec	< 8F	1	-	-	0,40	3	0 – 0,5
Vodní sklo		-	-	-	-	0,90	10	0,5 – 1
Zinková běloba		N	N	80	N	N	16	0,5 – 1
Sušík	Wollastonit	-	-	-	-	0,40	3	0 – 0,5
Vodní sklo		8F	-	-	-	1,60	16	0 – 0,5
Zinkfosfát		8MD	1	-	-	2,00	10	0,5 – 1
Zinková běloba		8F	-	-	-	1,50	10	1 – 1,5

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace

Tabulka 39 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem pigmentů a plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Pigment	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodování NF [%]
Suřík	Vápenec	8F	0,3	-	0,1
Vodní sklo		-	-	-	-
Suřík	Wollastonit	-	-	-	-
Vodní sklo		-	-	-	-

4.4.3 Zrychlená korozní zkouška ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého organických povlaků s obsahem plniv

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem plniv ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého je uvedeno v Tabulce 40 a Tabulce 42. Vyhodnocení korozních projevů u organických povlaků s obsahem plniv a s provedeným řezem ve vlhkém prostředí s obsahem s obsahem oxidu siřičitého je uvedeno v Tabulce 41 a v Tabulce 43.

Tabulka 40 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 72 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Mastek	8MD	-	-
Steopac A	8M	10	-
Plastorit	6MD	-	-
Kaolín 155V	8F	-	-
Filemon P05	8MD	-	-
Vápenec	8MD	-	-
Wollastonit	8MD	-	-
Železitá červeně	N	N	100
Železitá černě	N	100	N
Železitá žlutě	N	100	N
Titanová běloba	N	N	100
Blanc fixe	N	100	10
Litopon	N	N	70

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 41 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 72 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Mastek	8M	-	-	-	0,70
Steopac A	8M	10	-	-	-
Plastorit	N	N	50	N	2,15
Kaolín 155V	8F	-	-	-	0,25
Filemon P05	8D	-	-	-	-
Vápenec	8M	-	-	-	-
Wollastonit	8M	-	-	-	0,40
Železitá červeň	N	N	100	N	N
Železitá čern	N	100	N	N	N
Železitá žlut'	N	100	N	N	N
Titanová běloba	N	N	100	N	N
Blanc fixe	N	100	15	N	N
Litopon	N	N	85	N	N

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 42 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 120 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodování NF [%]
Mastek	8MD	0,1	-	33
Steopac A	8M	10	-	33
Plastorit	N	N	70	100
Kaolín 155V	8D	16	-	50
Filemon P05	8D	-	-	50
Vápenec	8D	-	-	50
Wollastonit	8MD	0,3	30	50

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace

Tabulka 43 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 120 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkorodování NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Mastek	8M	1	-	-	0,70	50	0,5 – 1
Steopac A	6M	16	-	-	-	50	0 – 0,5
Kaolín 155V	8MD	3	-	-	0,30	50	0 – 0,5
Filemon P05	8D	3	10	-	0,55	33	0 – 0,5
Vápenec	8MD	-	-	-	-	50	0 – 0,5
Wollastonit	8D	0,1	15	-	0,50	33	0,5 – 1

4.4.4 Zrychlená korozní zkouška ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého je uvedeno v Tabulce 44 a v Tabulce 46. Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv s provedeným řezem ve vlhkém prostředí s obsahem oxidu siřičitého je uvedeno v Tabulce 45 a v Tabulce 47.

Tabulka 44 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 96 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Sušík		-	-	4
Vodní sklo		N	N	85
Zinkfosfát	Litopon	N	N	90
Zinková běloba		-	0,1	20
Sušík		-	-	-
Vodní sklo		-	-	-
Zinkfosfát	Vápenec	8D	-	-
Zinková běloba		8MD	N	35
Sušík		-	-	-
Vodní sklo		-	-	-
Zinkfosfát	Wollastonit	-	0,03	-
Zinková běloba		6F	0,03	-

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 45 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 96 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Sušík		-	-	8	-	-
Vodní sklo		N	N	65	N	N
Zinkfosfát	Litopon	N	N	90	N	N
Zinková běloba		-	0,03	5	-	-
Sušík		-	-	-	-	-
Vodní sklo		N	N	N	N	4
Zinkfosfát	Vápenec	8D	-	30	-	-
Zinková běloba		N	N	45	N	N
Sušík		-	-	-	-	-
Vodní sklo		N	N	N	N	1,50
Zinková běloba	Wollastonit	-	0,03	-	-	0,20
Zinková běloba		6F	0,01	-	-	-

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

Tabulka 46 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 144 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Stupeň přilnavosti [st.]	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodo- vání NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodo- vání NF [%]
Sušík	Litopon	5	-	-	85	33
Zinková běloba		5	-	10	50	16
Sušík	Vápenec	2	-	0,03	-	0,3
Vodní sklo		1	-	0,03	-	1
Zinkfosfát		4	8F	0,03	-	16
Sušík	Wollastonit	2	-	0,3	4	1
Vodní sklo		0	-	1	-	10
Zinkfosfát		2	-	0,3	4	10
Zinková běloba		2	6F	1	-	16

Tabulka 47 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO₂ = 144 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokoro- dování NF [%]	Ztráta přiln. NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkoro- dování NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Sušík	Litopon	N	N	85	N	N	33	0 – 0,5
ZnO		N	16	50	-	-	33	0 – 0,5
Sušík	Vápenec	-	0,03	-	-	-	0,3	0 – 0,5
Zinkfosfát		N	N	60	N	N	50	0,5 – 1
Sušík	Wollastonit	-	0,3	-	-	0,25	1	0 – 0,5
Zinkfosfát		-	0,3	-	-	0,25	10	0 – 0,5
ZnO		6F	3	-	-	-	16	0 – 0,5

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace

4.4.5 Zrychlená korozní zkouška v atmosféře s povšechnou kondenzací organických povlaků s obsahem plniv

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem plniv v atmosféře s povšechnou kondenzací je uvedeno v Tabulce 48 a v Tabulce 50. Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem plniv a s provedeným řezem je uvedeno v Tabulce 49 a v Tabulce 51.

Tabulka 48 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Mastek	< 8F	-	-
Steopac A	8F	-	-
Plastorit	8F	-	-
Kaolín 155V	< 8F	-	-
Filemon P05	8M	-	-
Vápenec	-	-	-
Wollastonit	< 8F	-	-
Železitá červen	8F	-	-
Železitá čern	6F	-	-
Železitá žlut	4F	3	-
Titanová běloba	-	-	-
Blanc fixe	8F	3	-
Litopon	8MD	10	-

Tabulka 49 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Mastek	-	-	-	-	-
Steopac A	8F	-	-	8M	-
Plastorit	8D	-	-	-	0,60
Kaolín 155V	-	-	-	-	-
Filemon P05	8F	-	-	-	-
Vápenec	-	-	-	8F	-
Wollastonit	-	-	-	8D	-
Železitá červen	-	-	-	8MD	-
Železitá čern	6F	-	-	8M	-
Železitá žlut	4F	3	-	6F	-
Titanová běloba	-	-	-	-	-
Blanc fixe	-	1	-	-	-
Litopon	8M	3	-	8F	-

Tabulka 50 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodování NF [%]
Mastek	< 8F	-	-	1
Steopac A	< 8F	0,1	-	1
Plastorit	8F	0,03	-	1
Kaolín 155V	8F	0,03	-	1
Filemon P05	8MD	0,1	-	3
Vápenec	< 8F	-	-	0,1
Wollastonit	8F	-	-	1
Železitá červen	6F	-	2	1
Železitá čern	6F	3	-	10
Železitá žlut	4M	10	-	10
Titanová běloba	< 8F	-	10	1
Litopon	8MD	16	-	10
Blanc fixe	8F	3	-	3

Tabulka 51 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm

Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkorodování NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Mastek	< 8F	-	-	-	-	1	0 – 0,5
Steopac A	< 8F	-	-	8M	-	1	0 – 0,5
Plastorit	8F	0,3	-	-	1,65	1	0,5 – 1
Kaolín 155V	-	-	-	-	-	0,1	0 – 0,5
Filemon P05	8F	0,03	-	8F	-	3	0 – 0,5
Vápenec	< 8F	-	-	8D	-	0,1	0 – 0,5
Wollastonit	-	-	-	8D	-	1	0 – 0,5
Železitá červen	< 8F	-	9	8MD	-	1	0 – 0,5
Železitá čern	6M	3	-	8M	-	10	0 – 0,5
Železitá žlut	4F	16	-	6F	-	10	0 – 0,5
Titanová běloba	< 8F	-	14	-	-	1	0 – 0,5
Litopon	8M	10	-	6D	-	10	0 – 0,5
Blanc fixe	-	33	-	-	-	3	0 – 0,5

4.4.6 Zrychlená korozní zkouška v atmosféře s povšechnou kondenzací organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů

Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv v atmosféře s povšechnou kondenzací je uvedeno v Tabulce 52 a v Tabulce 54. Vyhodnocení korozních projevů organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv s provedeným řezem je uvedeno v Tabulce 53 a v Tabulce 55.

Tabulka 52 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]
Suřík	Litopon	< 8F	-	-
Vodní sklo		8M	-	-
Zinkfosfát		8M	-	-
Zinková běloba		8F	-	-
Suřík	Vápenec	-	-	-
Vodní sklo		8MD	-	-
Zinkfosfát		8MD	-	-
Zinková běloba		< 8F	-	-
Suřík	Wollastonit	-	-	-
Vodní sklo		8M	-	-
Zinkfosfát		8M	-	-
Zinková běloba		8F	-	-

*Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Litoponu ztratil po vyschnutí přilnavost a nebyl dále testován

Tabulka 53 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodování NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]
Suřík	Litopon	< 8F	-	-	-	-
Vodní sklo		N	N	N	N	3,00
Zinkfosfát		8M	-	-	-	0,40
Zinková běloba		8F	-	-	8M	-
Suřík	Vápenec	< 8F	-	-	8F	-
Vodní sklo		8MD	N	N	N	0,85
Zinkfosfát		8M	N	N	N	0,65
Zinková běloba		8F	-	-	8M	-
Suřík	Wollastonit	< 8F	-	-	-	-
Vodní sklo		8M	N	N	N	0,55
Zinkfosfát		8M	N	N	N	0,60
Zinková běloba		< 8F	-	-	-	0,40

*Vysvětlení: N = není možné hodnotit z důvodů ztráty přilnavosti / příliš velké delaminace, organický povlak nebyl dále testován

*Organické povlaky s obsahem Zinkfosfátu ztratily po vyschnutí přilnavost a nebyly dále testovány

Tabulka 54 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodo- vání NF [%]	Ztráta přilnavosti NF [%]	Podkorodo- vání NF [%]
Sušík	Litopon	8F	0,03	-	1
Vodní sklo		8MD	0,03	20	16
Zinková běloba		8F	0,03	-	3
Sušík	Vápenec	-	-	-	-
Vodní sklo		8D	-	-	-
Zinkfosfát		6MD	-	-	3
Zinková běloba		< 8F	-	-	0,1
Sušík	Wollastonit	-	-	-	-
Vodní sklo		8MD	-	-	-
Zinkfosfát		8MD	0,03	-	3
Zinková běloba		8F	0,03	-	0,3

Tabulka 55 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, filmy s řezem, DFT = 100 ± 10 μm

Pigment	Plnivo	Puchýře v ploše NF [st.]	Prokorodo- vání NF [%]	Ztráta přiln. NF [%]	Puchýře v řezu [st.]	Rozsah delaminace [cm]	Podkorodo- vání NF [%]	Koroze v řezu [cm]
Sušík	Litopon	8F	0,1	-	-	-	1	0 – 0,5
ZnO		8F	0,03	-	8D	-	3	0 – 0,5
Sušík	Vápenec	< 8F	-	-	8F	-	-	0 – 0,5
ZnO		8F	-	-	8MD	-	0,3	0 – 0,5
Sušík	Wollastonit	< 8F	-	-	-	0,10	-	0 – 0,5
ZnO		< 8F	-	-	-	0,70	0,3	0 – 0,5

4.4.7 Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace

Hodnoty získané při stanovení lineární polarizace pro organických povlaků s obsahem plniv jsou uvedeny v Tabulce 56, pro organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a příslušných plniv jsou pak uvedeny v Tabulce 57.

Tabulka 56 Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace organických povlaků s obsahem plniv

Plnivo	E_{corr} [mV]	I_{corr} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	CR [mm / rok]
Mastek	-439	$4,8 \cdot 10^{-2}$	28,1	24,7	$1,2 \cdot 10^5$	$7,09 \cdot 10^{-4}$
Steopac A	-441	$5,0 \cdot 10^{-2}$	27,3	24,8	$1,1 \cdot 10^5$	$7,39 \cdot 10^{-4}$
Plastorit	-438	$5,5 \cdot 10^{-2}$	25,7	23,4	$9,7 \cdot 10^4$	$8,13 \cdot 10^{-4}$
Kaolín 155V	-442	$5,4 \cdot 10^{-2}$	26,1	25,5	$1,0 \cdot 10^5$	$7,98 \cdot 10^{-4}$
Filemon P05	-440	$4,9 \cdot 10^{-2}$	26,4	25,9	$1,2 \cdot 10^5$	$7,24 \cdot 10^{-4}$
Vápenec	-438	$4,3 \cdot 10^{-2}$	27,3	23,9	$1,3 \cdot 10^5$	$6,35 \cdot 10^{-4}$
Wollastonit	-449	$4,1 \cdot 10^{-2}$	28,0	24,5	$1,4 \cdot 10^5$	$6,06 \cdot 10^{-4}$
Železitá červeně	-438	$7,9 \cdot 10^{-2}$	26,5	27,7	$7,4 \cdot 10^4$	$1,16 \cdot 10^{-3}$
Železitá černě	-439	$4,7 \cdot 10^{-2}$	25,4	26,1	$8,3 \cdot 10^4$	$9,90 \cdot 10^{-4}$
Železitá žlutě	-440	$8,4 \cdot 10^{-2}$	26,7	27,2	$6,9 \cdot 10^4$	$1,24 \cdot 10^{-3}$
Titanová běloba	-448	$6,3 \cdot 10^{-2}$	26,4	28,2	$9,4 \cdot 10^4$	$9,31 \cdot 10^{-3}$
Litopon	-429	$9,6 \cdot 10^{-2}$	25,8	26,8	$5,9 \cdot 10^4$	$1,42 \cdot 10^{-3}$
Blanc fixe	-444	$6,0 \cdot 10^{-2}$	28,4	29,1	$1,0 \cdot 10^5$	$8,86 \cdot 10^{-4}$

Tabulka 57 Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv

Pigment	Plnivo	E_{corr} [mV]	I_{corr} [μA]	β_a [mV]	β_c [mV]	R_p [Ω]	CR [mm / rok]
Suřík	Litopon	-391	$3,5 \cdot 10^{-2}$	27,7	29,1	$1,7 \cdot 10^5$	$5,23 \cdot 10^{-4}$
Vodní sklo		-388	$3,4 \cdot 10^{-2}$	26,8	27,2	$1,7 \cdot 10^5$	$5,02 \cdot 10^{-4}$
Zinkfosfát		-389	$3,6 \cdot 10^{-2}$	25,5	26,2	$1,6 \cdot 10^5$	$5,32 \cdot 10^{-4}$
Zinková běloba		-385	$3,5 \cdot 10^{-2}$	28,1	28,7	$1,8 \cdot 10^5$	$5,17 \cdot 10^{-4}$
Suřík	Vápenec	-399	$2,4 \cdot 10^{-2}$	27,3	27,1	$2,5 \cdot 10^5$	$3,55 \cdot 10^{-4}$
Vodní sklo		-396	$2,3 \cdot 10^{-2}$	26,2	26,8	$2,5 \cdot 10^5$	$3,40 \cdot 10^{-4}$
Zinkfosfát		-387	$3,2 \cdot 10^{-2}$	27,0	27,6	$1,9 \cdot 10^5$	$4,73 \cdot 10^{-4}$
Zinková běloba		-388	$2,8 \cdot 10^{-2}$	26,4	27,5	$2,1 \cdot 10^5$	$4,14 \cdot 10^{-4}$
Suřík	Wollastonit	-401	$2,1 \cdot 10^{-2}$	26,1	26,4	$2,7 \cdot 10^5$	$3,10 \cdot 10^{-4}$
Vodní sklo		-398	$2,2 \cdot 10^{-2}$	25,7	26,6	$2,6 \cdot 10^5$	$3,25 \cdot 10^{-4}$
Zinkfosfát		-403	$3,0 \cdot 10^{-2}$	27,2	27,0	$1,9 \cdot 10^5$	$4,43 \cdot 10^{-4}$
Zinková běloba		-391	$2,7 \cdot 10^{-2}$	27,7	28,1	$2,2 \cdot 10^5$	$3,99 \cdot 10^{-4}$

5 Komentáře k výsledkům

Komentáře k výsledkům jsou řazeny ve stejném pořadí jako jsou uvedeny výsledky jednotlivých metod. Komentáře k výsledkům fyzikálně-chemických vlastností pigmentů, plniv a pojiva jsou uvedeny v kapitole 5.1, příslušné výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.1. Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na skleněných panelech jsou uvedeny v kapitole 5.2, příslušné výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.2. Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na ocelových panelech jsou uvedeny v kapitole 5.3, příslušné výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.3. Komentáře k výsledkům korozních zkoušek jsou uvedeny v kapitole 5.4 a příslušné vyhodnocení korozních projevů je uvedeno v kapitole 4.4.

5.1 Komentáře k výsledkům fyzikálně-chemických vlastností pigmentů a plniv

Pro všechny použité pigmenty a plniva byla stanovena hustota, spotřeba oleje a vypočtena hodnota kritické objemové koncentrace pigmentu. Pro charakterizované pojivo a tvrdidlo byly zjištěny hodnoty sušiny a hustoty. Nejvyšší hodnoty hustoty měřené automatickým plynovým piknometrem dosahoval Suřík s $8,79 \text{ g.cm}^{-3}$, druhé nejvyšší hodnoty hustoty dosáhla Zinková běloba ZnO $5,78 \text{ g.cm}^{-3}$. Nejnižší hustoty byly naměřeny pro Kaolín 155V ($2,69 \text{ g.cm}^{-3}$), Filemon P05 ($2,71 \text{ g.cm}^{-3}$) a Plastorit ($2,75 \text{ g.cm}^{-3}$). Vysoké hodnoty olejového čísla dosahoval Filemon P05 s $51,04 \text{ g oleje} / 100 \text{ g pigmentu}$, dále Steopac A ($46,60 \text{ g oleje} / 100 \text{ g pigmentu}$) a Železitá žlut' ($46,27 \text{ g oleje} / 100 \text{ g pigmentu}$). Nejnižší stanovená hodnota spotřeby oleje byla stanovena u Suříku, a to $4,60 \text{ g oleje} / 100 \text{ g pigmentu}$. Vypočítané hodnoty KOKP se pohybovaly v širokém intervalu mezi $32,44 - 69,70 \%$. Přičemž největší kritické objemové koncentrace pigmentu dosahoval Suřík s $69,70 \%$ a nejnižší hodnoty pak Železitá žlut' s $32,44 \%$.

5.2 Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na skleněných panelech.

Na skleněné panely byly aplikovány organické povlaky s $\text{DFT} = 50 \pm 10 \mu\text{m}$ u nichž byla měřena relativní povrchová tvrdost, Buchholzova vrypová zkouška, číslo lesku, odolnost vůči organickým rozpouštědlům. Měření probíhala vždy 1., 2., 3., 14., a 28. den. Také byla provedena zkouška přilnavosti pomocí mřížky, řeznými nástroji $6 \times 1 \text{ mm}$ a $6 \times 2 \text{ mm}$, na suchém vytvrzeném organickém povlaku a na suchém organickém povlaku, který byl vystaven

24 h zkoušce ponoru v destilované vodě a následně byl po dobu 24 hodin nechán vysychat při laboratorní teplotě.

5.2.1 Komentáře k výsledkům stanovení relativní povrchové tvrdosti pomocí útlumu kyvadla

Měření relativní povrchové tvrdosti probíhalo na kyvadlovém přístroji typu Perzös. Měření bylo možné zahájit po 24 hodinách, kdy byl povrch jednotlivých testovaných organických povlaků nelepivý. Všechny povlaky vykazovaly obdobný vývoj hodnot relativní povrchové tvrdosti, kdy docházelo od prvního ke třetímu dni k výraznému nárůstu hodnoty tvrdosti a dále k mírnému nárůstu hodnoty tvrdosti do čtrnáctého dne. Od čtrnáctého dne již u většiny organických povlaků nedocházelo ke zvyšování hodnoty relativní povrchové tvrdosti.

Z organických povlaků s obsahem plniv dosahoval první den nejvyšší naměřené hodnoty povlak s plnivem Železitá žluť, a to 35,6 %, tento povlak dosahoval také vysoké hodnoty tvrdosti i při posledním měření (28. den), sice 47,6 %. Nejnižší hodnota byla naměřena první den u povlaku s Mastkem a to 18,7 %, povlak dosahoval i druhé nejnižší tvrdosti 28. den, sice 38,2 %. Hodnoty tvrdostí testovaných organických povlaků při posledním měření (28. den) se pohybovaly v intervalu od 36,3 do 47,6 %.

Pro pigmentované organické povlaky s plnivem Litopon dosahoval nejvyšších hodnot povlak s obsahem Zinkové běloby, a to 31,9 % první den a 41,8 % v den posledního měření (28. den). U pigmentovaných organických povlaků s plnivem Vápenec dosáhl nejvyšší hodnoty tvrdosti povlak s obsahem Zinkové běloby, kdy tento povlak dosahoval hodnot 29,7 % při prvním měření a hodnoty 41 % při měření posledním (28. den). Organický povlak s obsahem Zinkové běloby dosáhl nejvyšších hodnot tvrdostí také u povlaků s plnivem Wollastonit. Tento povlak s obsahem Zinkové běloby dosahoval hodnot 31,7 % (1. den) a 41,8 % (28. den).

Shrnutí

- Nejvyšší nárůst relativní povrchové tvrdosti byl zaznamenán během prvních tří dní
- Od čtrnáctého dne nedocházelo k výrazným změnám při srovnání s posledním měřením ve dvacátý osmý den
- U pigmentovaných organických povlaků dosahoval nejvyšších hodnot povrchové tvrdosti vždy povlak pigmentovaný Zinkovou bělobou ZnO, sice s obsahem plniva Litopon 41,8 % (28. den); s obsahem plniva Vápenec 41,0 % (28. den); s obsahem plniva Wollastonit 41,8 % (28. den)

- U pigmentovaných organických povlaků dosahoval nejnižších hodnot povrchové tvrdosti vždy povlak pigmentovaný Zinkfosfátem, sice s obsahem plniva Litopon 32,9 % (28. den); s obsahem plniva Vápenec 35,0 % (28. den); s obsahem plniva Wollastonit 30,6 % (28. den)

5.2.2 Komentáře k výsledkům Buchholzovy vrypové zkoušky

Metoda spočívala v měření odolnosti organických povlaků vůči vtisku. Z výsledků zkoušky lze pozorovat obdobný nárůst odolnosti vůči vtisku jako při měření hodnot relativních povrchových tvrdostí útlumem kyvadla. Během prvních tří dnů docházelo k významnému zvýšení odolnosti vůči vtisku, od třetího do čtrnáctého dne docházelo k mírnému nárůstu odolnosti vůči vtisku a od čtrnáctého dne do dvacátého osmého již nedocházelo ke změnám odolnosti vůči vtisku.

Z organických povlaků s obsahem plniv vykazoval nejvyšší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem plniva Železité žluti, u kterého došlo k vzniku vtisku o délce 1,46 mm (1 den), zatímco naměřená délka vtisku 28 den dosahovala hodnoty 0,98 mm. Tento povlak vykázal i nejvyšší hodnotu relativní povrchové tvrdosti dvacátý osmý den. Naopak nejnižší odolnost vůči vzniku vtisku vykazoval organický povlak s obsahem Mastku, u kterého vznikl vtisk o délce 1,89 mm (1. den), zatímco naměřená délka vtisku 28 den dosahovala hodnoty 1,36 mm. Povlak s obsahem Mastku vykázal velmi nízkou hodnotu povrchové tvrdosti dvacátý osmý den.

U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litopon dosahoval první den nevyšší odolnosti vůči vtisku organický povlak s obsahem Zinkové běloby (1,55 mm) zatímco nejnižší odolnost vůči vtisku byla zaznamenána u povlaku s obsahem Draselného vodního skla (1,87 mm). Dvacátý osmý den vykázal nejvyšší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (0,85 mm) a nejnižší odolnost vůči vtisku vykazoval opět povlak s obsahem Draselného vodního skla (1,43 mm). U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec projevil první den nejnižší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (1,69 mm) a nejvyšší odolnost vůči vtisku vykázal povlak s obsahem Zinkové běloby (1,53 mm). Při posledním měření dvacátého osmého dne vykazoval nejvyšší odolnost vůči vtisku opět povlak s obsahem Zinkové běloby (1,07 mm) a nejnižší odolnost vůči vtisku vykázal povlak s obsahem Suříku (1,35 mm).

U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit vykázal nejvyšší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (1,43 mm), nejnižší odolnost vůči vtisku vykázal povlak s obsahem Zinkové běloby (1,59 mm). Dvacátý osmý den vykázal nejvyšší

odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (0,98 mm) a nejnižší odolnost vůči vtisku pak povlak s obsahem Suříku (1,20 mm).

Shrnutí

- Shodně s měřením tvrdosti pomocí útlumu kyvadla vykazovaly organické povlaky při Buchholtzově vrypové zkoušce nejvyšší odolnost vůči vtisku během prvních tří dnů, následně byl zaznamenán mírný nárůst odolnosti vůči vtisku až do čtrnáctého dne, od kterého se již odolnost vůči vtisku výrazně nezvyšovala
- Z organických povlaků s obsahem plniv dosáhl nejvyšší odolnosti vůči vtisku povlak s obsahem plniva Železité žluti (0,98 mm, 28. den), nejnižší odolnost vůči vtisku pak projevil povlak s obsahem plniva Mastek (1,36 mm, 28. den)
- U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litopon projevil nejvyšší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (0,85 mm, 28. den) a nejnižší odolnost vůči vtisku projevil povlak s obsahem Draselného vodního skla (1,43 mm, 28. den)
- U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec vykázal nejvyšší odolnost vůči vtisku povlak s obsahem Zinkové běloby (1,07 mm, 28. den), nejnižší odolnost vůči vtisku pak povlak s obsahem Suříku (1,35 mm, 28. den)
- U pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit dosáhl nejvyšší odolnosti vůči vtisku povlak s obsahem Zinkfosfátu (0,98 mm, 28. den), nejnižší odolnosti vůči vtisku dosáhl povlak s obsahem Suříku (1,20 mm, 28. den)

5.2.3 Komentáře k výsledkům měření čísla lesku

Po ukončení zkoušky měření čísla lesku lze z výsledků pozorovat mírný pokles čísel lesku u všech testovaných organických povlaků. Pro většinu povlaků je pokles hodnot čísla lesku během dvaceti osmi dní pouze mírný. U povlaků s obsahem plniva Vápenec, Kaolín 155V, Filemon P05 a Wollastonit je pokles čísla lesku nejpatrnější. Vůbec nejpatrnější pokles vykazuje povlak s obsahem Vápenec, kdy jsou hodnoty čísel lesku v první den 69,0 – 94,1 – 69,8 a dvacátý osmý den jsou hodnoty čísel lesku 45,2 – 85,6 – 93,3 (hodnoty jsou uvedeny pro 20° – 60° – 85°). Nejvyššího čísla lesku 28. den dosáhl povlak s plnivem Železité černě. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniv Litopon, Vápenec

a Wollastonit čísla lesku s časem výrazně neměnila. Výjimkou jsou povlaky obsahující Suřík, kde vždy dochází k výraznému poklesu hodnot čísel lesku.

Shrnutí

- U povlaků s obsahem plniv dochází k mírnému poklesu čísel lesku s časem
- Pro povlaky s obsahem plniv Vápenec, Kaolín 155V, Filemon P05 a Wollastonit je pokles hodnot čísel lesku výrazný
- Nejvyšších hodnot čísel lesku dosáhl povlak s obsahem plniva Železité černě (a to 72,6 – 93,7 – 95,8; pro 20° – 60° – 85°)
- Pigmentované organické povlaky s obsahem plniv Litopon, Vápenec a Wollastonit čísla lesku výrazně nemění, výjimkou jsou povlaky obsahující Suřík, kde dochází k výraznému poklesu hodnot čísel lesku s časem
- Pigmentované organické povlaky dosahovaly nejvyšších hodnot čísel lesku v povlacích s obsahem plniva Vápenec

5.2.4 Komentáře k výsledkům MEK testu

Naměřené hodnoty z této zkoušky prokázaly relativně nízkou odolnost naformulovaných nátěrových filmů vůči organickému rozpouštědлу methylethylketon. Odolnost testovaných organických povlaků výrazně rostla do třetího dne, následně se ustálila, případně došlo k mírnému poklesu chemické odolnosti vůči tomuto rozpouštědлу.

Z organických povlaků s obsahem plniv dosáhl nejvyšší hodnoty času potřebného k protření nátěrového filmu první den povlak s obsahem plniva Filemon P05, a to 117 s. Povlak s obsahem Filemonu P05 vykazoval nadprůměrnou odolnost z vybraných testovaných povlaků i dvacátý osmý den. Povlaky s obsahem plniv Blanc fixe, Steopac A, Železité červeně, Železité žluti a Železité černě vykazovaly nejnižší odolnosti vůči methylethylketonu, v první den měření došlo u těchto povlaků k protření nátěrového filmu až na podklad před dosažením 50 sekund. Nejvyšší nárůst odolnosti byl zaznamenán u povlaků s obsahem plniv Plastorit a Wollastonit, kde byl rozdíl mezi prvním a dvacátým osmým dnem větší než 100 sekund.

Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Litopon vykazovaly nejnižší odolnosti, kdy u povlaku s obsahem Suříku a Zinkové běloby došlo první den k protření až k podkladu před 50 sekundami. Povlak s obsahem Draselného vodního skla vykazoval významný nárůst v odolnosti, kdy dvacátý osmý den byla doba protření organického povlaku 183 sekund. Pigmentované organické povlaky s Vápencem jako plnivem vykazovaly dobré odolnosti v první den, kdy k protření až na podklad před 50 sekundami došlo pouze u povlaku

se Zinkovou bělobou ZnO. U povlaku s Draselným vodním sklem dosahoval organický povlak nejvyšší odolnosti, a to 202 sekund potřebných k protření na podklad ve dvacátý osmý den. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit vykazovaly nejvyšší odolnost, první den došlo k protření nátěrového filmu pod 50 sekund pouze u povlaku se Zinkovou bělobou ZnO a všechny povlaky vykazovaly dvacátý osmý den nejvyšší odolnost při srovnání s ostatními pigmentovanými povlaky s plnivem.

Shrnutí

- Nejvyšší odolnost vykazovaly z organických povlaků s obsahem plniv nátěrové filmy s Plastoritem (210 s) a Wollastonitem (191 s)
- U pigmentovaných organických povlaků vykazoval nejnižší odolnost vždy povlak s obsahem Zinkové běloby ZnO nezávisle na typu plniva
- Nejvyšší odolnost nátěrů projevily pigmentované organické povlaky s obsahem Wollastonitu

5.2.5 Komentáře k výsledkům mřížkové zkoušky na skleněných panelech

Organické povlaky s obsahem plniv dosahovaly na skleněných panelech vynikajících stupňů přilnavosti pro oba typy řezů, jak 6 x 2 mm, tak 6 x 1 mm. Organické povlaky s obsahem Železité červeně, Železité černě, Blanc fixe byly jediné povlaky s horším stupněm přilnavosti než 0. Po vystavení testovaných organických povlaků ponoru v destilované vodě došlo u povlaku s obsahem plniva Železité žluti ke ztrátě přilnavosti a u povlaků s obsahem plniv Filemon P05, Blanc fixe, Litopon, Železité černě a Titanové běloby došlo ke zhoršení stupně přilnavosti zpravidla o jeden stupeň.

Všechny pigmentované organické povlaky vykazovaly stupně přilnavosti 0, rozdíly byly však patrné po vystavení zkoušce ponoru. Povlaky s pigmentem Zinkofostát ztratily při zkoušce ponoru přilnavost a povlaky s obsahem Zinkové běloby ZnO vykazovaly zhoršení o jeden stupeň přilnavosti.

Shrnutí

- Většina organických povlaků s obsahem plniv dosahovala stupně přilnavosti 0 pro oba typy mřížek, výjimku tvoří povlaky s obsahem plniva Železité červeně, Železité černě, Blanc fixe
- zkouška ponoru ovlivnila negativně pouze povlaky s obsahem Železité žluti, Filemonu P05, Blanc fixe, Litoponu, Železité černě a Titanové běloby

- Všechny pigmentované organické povlaky dosáhly stupně přilnavosti 0 pro oba typy mřížek
- Povlaky s obsahem Zinkfosfátu ztratily po ponorové zkoušce přilnavost
- Povlaky s obsahem Zinkové běloby vykazovaly po ponorové zkoušce stupeň přilnavosti 1 pro oba typy mřížek

5.3 Komentáře k výsledkům fyzikálně-mechanických zkoušek na ocelových panelech

Organické povlaky nanesené na ocelové panely pro mechanické testy vykazovaly suchou tloušťku nátěru $DFT = 50 \pm 10 \mu\text{m}$. Organické povlaky byly testovány po 30 dnech kondicionování a také po vystavení ponorové zkoušce. Prováděné zkoušky zahrnovaly mřížkovou zkoušku přilnavosti, odtrhovou zkoušku, zkoušku hloubením a úderem a zkoušku ohybem.

5.3.1 Komentáře k výsledkům mřížkové zkoušky na ocelových panelech

Nátěrové filmy s obsahem plniv nanesené na ocelových panelech dosahovaly různých stupňů přilnavosti, kdy nejvyšší přilnavosti dosáhly organické povlaky s obsahem Železité červeně a Železité černě, kde byl stupeň přilnavosti 0 pro oba typy mřížek. Nejnižších hodnot přilnavostí dosáhly organické povlaky s obsahem Železité žluti a Blanc fixe, u kterých byl stupeň přilnavosti 2 pro oba typy mřížek. Po vystavení zkoušce ponoru dosahovaly nejnižších hodnot přilnavostí organické povlaky s obsahem plniv Železité červeně (st. 2 pro 6 x 2 mm a st. 4 pro 6 x 1 mm) a Železité žluti (st. 3 pro 6 x 2 mm a st. 4 pro 6 x 1 mm).

Pigmentované organické povlaky s plnivem Litopon vykazovaly většinou přilnavosti stupně 1 a po vystavení zkoušce ponoru zaznamenal povlak s obsahem Draselného vodního skla zhoršení na stupeň 4 pro 6 x 1 mm a povlak s obsahem Zinkfosfátu zhoršení na stupeň 3 pro 6 x 1 mm. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Vápenec dosáhly nejvyšších stupňů přilnavosti. Nejvyššího stupně přilnavosti dosáhl organický povlak s obsahem Zinkfosfátu, který měl st. přilnavosti 0 pro oba typy mřížek. Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Wollastonit dosáhl nejlepšího výsledku povlak s obsahem Zinkové běloby, který vykazoval přilnavost st. 1 pro 6 x 1 mm a st. 0 pro 6 x 2 mm.

Shrnutí

- Nejvyšší hodnoty přilnavosti z organických povlaků s obsahem plniv dosahovaly nátěrové filmy s plnivem Železité červeně a Železité černě (st. 0 pro oba typy mřížek)

- Výrazná změna ve stupních přilnavosti po vystavení zkoušce ponoru byla zaznamenána u organických povlaků s obsahem plniva Železité červeně (st. 2 pro 6 x 2 mm a st. 4 pro 6 x 1 mm) a povlak s obsahem Železité žluti (st. 3 pro 6 x 2 mm a st. 4 pro 6 x 1 mm)
- Stupně přilnavosti 0 pro oba typy mřížek dosáhl pigmentovaný organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a plniva Vápenec
- U pigmentovaných organických povlaků došlo po vystavení zkoušce ponoru ke snížení přilnavosti: nátěrových filmů s obsahem Draselné vodní sklo + Litopon (stupeň 4 pro 6 x 1 mm) a u nátěrového filmu s obsahem Zinkfosfát + Litopon (stupeň 3 pro 6 x 1 mm)

5.3.2 Komentáře k výsledkům odtrhové zkoušky

Z nátěrových filmů s obsahem plniv, nevystavených zkoušce ponoru, dosahoval nejvyšší odtrhové pevnosti organický povlak s obsahem Kaolínu 155V s pevností 3,63 MPa, dále organický povlak s obsahem Litoponu s pevností 3,28 MPa. Nejnižší odtrhová pevnost byla zaznamenána u organického povlaku s Filemonem P05 s pevností 0,67 MPa a u organického povlaku s obsahem Titanové běloby s pevností 0,76 MPa. Po vystavení zkoušce ponoru došlo k významnému snížení odtrhových pevností u všech testovaných organických povlaků.

Pigmentované organické povlaky s plnivem Litopon nevystavené zkoušce ponoru dosahovaly odtrhových pevností mezi 1,56 – 2,93 MPa, zatímco organické povlaky po vystavení zkoušce ponoru dosahovaly odtrhových pevností 0,32 – 1,40 MPa. Organický povlak s obsahem Suříku zaznamenal po vystavení zkoušce ponoru pouze mírné snížení odtrhové síly v porovnání se zbylými povlaky. U pigmentovaných organických povlaků s plnivem Vápenec dosáhl nejvyšší odtrhové pevnosti povlak s obsahem Suříku, a to 2,96 MPa nevystavený zkoušce ponoru a odtrhové pevnosti 2,13 MPa dosáhl tento organický povlak po vystavení zkoušce ponoru. Odtrhové pevnosti nátěrových filmů nevystavených zkoušce ponoru byly mezi 1,40 – 2,96 MPa a 0,41 – 2,13 MPa po vystavení testovaných organických povlaků zkoušce ponoru. Pigmentované organické povlaky s Wollastonitem jako plnivem vykazovaly obdobné výsledky, kde povlak s obsahem Suříku zaznamenal velmi malý pokles odtrhové pevnosti po zkoušce ponoru a obecně nejvyšší odtrhové pevnosti. Hodnoty odtrhových pevností těchto organických povlaků byly mezi 1,75 – 2,10 MPa pro organické povlaky nevystavené zkoušce ponoru a 0,48 – 1,85 MPa pro organické povlaky vystavené zkoušce ponoru.

Shrnutí

- Z organických povlaků s obsahem plniv dosáhl nejvyšších odtrhových pevností povlak s obsahem plniva Kaolín 155V (3,63 MPa) a povlak s obsahem Litoponu (3,28 MPa)
- Nejnižších hodnot odtrhových pevností dosáhly organické povlaky s obsahem plniva Filemon P05 (0,67 MPa) a organický povlak s obsahem plniva Titanové běloby (0,76 MPa)
- Po vystavení zkoušce ponoru došlo ke snížení odtrhové pevnosti u všech organických povlaků
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem Litoponu vykázal nejvyšší odtrhové pevnosti povlak s obsahem Zinkfosfátu (2,93 MPa) nevystavený zkoušce ponoru a povlak s obsahem Suříku (1,40 MPa) po vystavení zkoušce ponoru
- Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Vápenec dosáhl nejvyšší odtrhové pevnosti povlak s obsahem Suříku (2,96 MPa).
- U pigmentovaných organických povlaků s plnivem Wollaston dosáhl nejvyšších hodnot odtrhové pevnosti povlak s obsahem Suříku (2,10 MPa)

5.3.3 Komentáře k výsledkům zkoušky hloubením

Při zkoušce hloubením prokázaly všechny organické povlaky s obsahem plniv, až na organický povlak s obsahem plniva Železité žluti, dobrou odolnost proti poškození nátěrového filmu při hloubení. Organické povlaky s obsahem plniva Litopon, Steopac A, Vápenec, Plastorit, Kaolín 155V, Mastek a Filemon P05 dosáhly odolnosti hloubením > 10 mm. Nejnižší odolnost měl zmíněný organický povlak s obsahem plniva Železité žluti, a to do 3,08 mm. Organické povlaky, které byly vystaveny zkoušce ponoru, měly výrazně nižší odolnost, odolnosti > 10 mm dosáhly pouze organické povlaky s obsahem Litoponu, Mastku a Filemonu P05.

Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Litopon odolaly hloubení > 10 mm, po vystavení zkoušce ponoru odolal hloubení > 10 mm pouze povlak s obsahem Zinkové běloby. Nejnižší odolnost po zkoušce ponoru byla zaznamenána u povlaku s obsahem Zinkfosfátu, a to 2,74 mm. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Vápenec také odolaly hloubení > 10 mm. Po vystavení zkoušce ponoru odolal hloubení > 10 mm povlak s obsahem Suříku a povlak s obsahem Draselného vodního skla. Nejnižší odolnost po zkoušce

ponoru vykazoval povlak s obsahem Zinkfosfátu, sice do 3,76 mm. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit opět odolaly hloubení > 10 mm. Povlaky po vystavení zkoušce ponoru odolaly hloubení > 10 mm s výjimkou povlaku s obsahem Zinkfosfátu, který odolal pouze hloubení do 3,19 mm.

Shrnutí

- Organické povlaky s obsahem plniv odolávaly hloubení většímu než 8 mm, často i většímu než 10 mm, s výjimkou nátěrového filmu s obsahem Železité žluti, který odolával pouze hloubení do 3,08 mm
- Po zkoušce ponoru se snížila odolnost organických povlaků s obsahem plniv, hloubení > 10 mm odolaly pouze nátěrové filmy s obsahem Litoponu, Mastku a Filemonu P05
- Pigmentované organické povlaky s plnivem Litopon odolaly hloubení > 10 mm, po vystavení zkoušce ponoru odolal pouze povlak s obsahem Zinkové běloby
- Pigmentované organické povlaky s plnivem Vápenec také odolaly hloubení > 10 mm, po vystavení zkoušce ponoru odolaly povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla
- Pigmentované organické povlaky s plnivem Wollastonit opět odolaly hloubení > 10 mm, po vystavení zkoušce ponoru neodolal pouze povlak s obsahem Zinkfosfátu, u kterého nastalo poškození nátěru při 3,19 mm

5.3.4 Komentáře k výsledkům zkoušky úderem

Obecně lze konstatovat, že nátěrové filmy nebyly příliš odolné vůči úderům. Organické povlaky s obsahem plniv, které odolaly úderu, až z výšky 50 cm byly pouze s obsahem Steopacu A, Plastoritu, Kaolínu 155V, Filemonu P05 a Mastku. Po vystavení zkoušce ponoru odolaly pouze nátěrové filmy s obsahem Kaolínu 155V a Mastku. Nejnižší odolnost pak vykazovaly organické povlaky s obsahem Titanové běloby, Železité žluti a Blanc fixe, které neodolaly ani úderu z výšky 10 cm.

Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Litopon neodolaly úderům ani z výšky 10 cm, výjimkou je povlak s obsahem Zinkové běloby, který odolal úderům i z výšky 50 cm, avšak po vystavení zkoušce ponoru již neodolal tento povlak ani úderu z výšky 10 cm. Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec odolal úderům i z výšky 50 cm povlak s obsahem Draselného vodního skla. Povlak s obsahem Zinkové běloby pak odolal úderu z výšky 25 cm. Po vystavení zkoušce ponoru neodolal úderům z výšky 10 cm ani

jeden organický povlak. Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit odolaly všechny úderům z výšky 10 cm, povlak s obsahem Zinkové běloby pak odolal i úderům z výšky 50 cm. Po vystavení zkoušce ponoru odolal úderu z výšky 10 cm jediný povlak, a sice s obsahem Draselného vodního skla.

Shrnutí

- Organické povlaky s obsahem plniva Steopac A, Plastorit, Kaolín 155V, Filemon P05 a Mastek odolaly úderům z výšky 50 cm a vykazovaly tedy nejvyšší odolnost
- Po vystavení zkoušce ponoru odolaly úderu z výšky 50 cm pouze organické povlaky s obsahem Kaolínu 155V a Mastku
- Nejnižší odolnost pak vykazovaly nátěrové filmy s obsahem Titanové běloby, Železité žluti a Blanc fixe, které neodolali úderu z výšky 10 cm ani nevystavené zkoušce ponoru
- Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Litopon odolal úderům pouze povlak s obsahem Zinkové běloby, který odolal úderům až z výšky 50 cm
- Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Vápenec odolal povlak s obsahem Zinkové běloby úderům z výšky 25 cm, povlak s obsahem Draselného vodního skla pak odolal i úderu z výšky 50 cm.
- Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit odolaly úderům z výšky 10 cm, povlak s obsahem Zinkové běloby pak odolal i úderu z výšky 50 cm
- Žádné pigmentované organické povlaky s výjimkou povlaku s obsahem Draselného vodního skla a plnivem Wollastonit neodolaly po vystavení zkoušce ponoru ani úderu z výšky 10 cm

5.3.5 Komentáře k výsledkům zkoušky ohybem

Nátěrové filmy s obsahem plniv vykazovaly většinou dobrou odolnost vůči deformaci při ohybu. Ocelové panely s nátěrovými filmy byly ohýbány přes ohybové trny o průměru 4 mm a 10 mm.

Organické povlaky s obsahem plniv odolaly ohybu přes trn o průměru 4 mm, s výjimkou nátěrových filmů s obsahem Titanové běloby a Blanc fixe, tyto povlaky neodolaly ani ohybu přes trn o průměru 10 mm. Po vystavení zkoušce ponoru došlo u většiny nátěrů k poklesu odolnosti vůči deformaci, organické povlaky s obsahem plniva Litopon, Steopac A, Vápenec,

Plastorit, Kaolín 155V, Mastek a Filemon P05 stále vykazovaly odolnost vůči deformaci při ohybu přes trn o průměru 4 mm.

Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Litopon odolaly ohybu přes trn o průměru 4 mm, pouze povlak s obsahem Zinkové běloby odolal pouze ohybu přes trn o průměru 10 mm, avšak to i po vystavení zkoušce ponoru, zbylé povlaky neodolaly po zkoušce ponoru ani ohybu přes trn o průměru 10 mm. Všechny pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Vápenec odolaly ohybu přes trn 4 mm, po vystavení zkoušce ponoru neodolal ohybu přes trn o průměru 4 mm pouze povlak s obsahem Zinkfosfátu. Obdobných výsledků dosáhly pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit, kde všechny testované povlaky odolaly ohybu přes trn 4 mm a po vystavení zkoušce ponoru neodolal ohybu přes trn o průměru 4 mm pouze povlak s obsahem Zinkfosfátu.

Shrnutí

- Z organických povlaků s obsahem plniv neodolaly ohybu ani přes trn o průměru 10 mm pouze povlaky s obsahem plniva Titanové běloby a Blanc fixe
- Po vystavení zkoušce ponoru si organické povlaky s obsahem plniv Litopon, Steopac A, Vápenec, plastori, Kaolín 155V, Mastek a Filemon P05 zachovaly svou odolnost vůči ohybu přes trn o průměru 4 mm
- Pigmentované organické povlaky s obsahem Litoponu odolaly ohybu přes trn o průměru 4 mm, kromě povlaku s obsahem Zinkové běloby, který odolal pouze ohybu přes trn o průměru 10 mm
- Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Vápenec a Wollastonit odolaly ohybu přes trn o průměru 4 mm
- Pigmentované organické povlaky s obsahem plniva Litopon po vystavení zkoušce ponoru výrazně snížily svou odolnost při ohybu

5.4 Komentáře k výsledkům korozních zkoušek

Testované organické povlaky nanášené na ocelové panely určené pro korozní zkoušky byly vždy nanášeny ve dvou vrstvách na dva panely pro korozní zkoušku v atmosféře s obsahem solné mlhy, v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého a atmosféře s povšechnou kondenzací. Do těchto typů korozních atmosfér byl vždy jeden ze vzorků opatřen řezem o délce 8 cm, kdy řez byl proveden svisle ve středu panelu. Předmětem hodnocení korozní odolnosti testovaných organických povlaků byla tvorba puchýřků, míra prokorodování nátěrového filmu, ztráta přilnavosti nátěrového filmu, tvorba puchýřků v řezu a delaminace z řezu. Po ukončení

korozních zkoušek byly organické povlaky z ocelových panelů odstraněny a byl vyhodnocen ocelový podklad, konkrétně koroze v ploše panelu a koroze zkušebního řezu. Suché tloušťky nátěrů s obsahem plniv dosahovaly hodnot $DFT = 70 \pm 10 \mu\text{m}$ a suché tloušťky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniva dosahovaly hodnot $DFT = 100 \pm 10 \mu\text{m}$. Fotografické záznamy testovaných organických povlaků po expozici korozních zkoušek jsou uvedeny v přílohách na Obrázcích 5-29.

5.4.1 Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře neutrální solné mlhy

U organických povlaků s obsahem plniv byly vyhodnoceny změny po 96 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy. U povlaků s obsahem plniv Železité červeně, Železité černě, Litopon, a Titanové běloby došlo ke ztrátám přilnavosti organických povlaků a u povlaků s obsahem těchto plniv, které byly opatřeny řezem, docházelo ke značné delaminaci z řezu. Po 96 hodinách expozice byly povlaky s obsahem plniv Steopac A, Vápenec, Wollastonit, Plastorit, Mastek a Filemon P05 beze změny a u povlaků s obsahem těchto plniv, které byly opatřeny řezem, docházelo zpravidla k drobné delaminaci, pouze u organického povlaku s obsahem Steopac A nastal výskyt puchýřků v řezu stupně 8F. Po 144 hodinách expozice organických povlaků s obsahem plniv nastala u mnohých povlaků značná ztráta přilnavosti nátěrového filmu a nebylo možné hodnotit další typy korozních projevů. Nejvyšší korozní odolnosti po 144 h expozice dosahovaly organické povlaky s obsahem plniv Wollastonit a Mastek, kdy u těchto organických povlaků nebyly zaznamenány žádné korozní projevy. U organického povlaku s obsahem plniva Plastorit došlo pouze k tvorbě puchýřků stupně 8F, zatímco u organických povlaků s obsahem plniv Vápenec a Steopac A byl zaznamenán výskyt puchýřů stupně 8M. Povlaky s obsahem těchto plniv, které byly opatřeny řezem, dosáhly obdobné korozní odolnosti, kdy byl zaznamenán výskyt puchýřů 8F, také byla zaznamenána delaminace pohybující se v rozmezí 0,4 – 0,7 mm, pouze u organického povlaku s obsahem plniva Vápenec byla zaznamenána vyšší hodnota delaminace, sice 1,85 cm. Vybrané organické povlaky s obsahem plniva Wollastonit a Filemon P05, Steopac A, Vápenec, Plastorit a Mastek byly exponovány v tomto typu korozního prostředí po dobu 240 hodin a po odstranění nátěrových filmů vykázaly nejnižší míru podkorodování povlaky s obsahem plniva Wollastonit a Filemon P05 (33 %).

Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Litopon po 98 h expozice dosahovaly nejvyšší korozní odolnosti povlaky obsahem Suříku a Draselného vodního skla, u kterých byl zaznamenán výskyt puchýřků ($< 8F$). U těchto povlaků, které byly opatřeny řezem, nastala delaminace z řezu, která u povlaku s obsahem Draselného vodního skla dosáhla

hodnoty 1,5 cm, zatímco u povlaku s obsahem Suříku dosáhla pouze hodnoty 0,1 cm. Po expozici 144 hodin vykazoval nejvyšší korozní odolnost povlak s obsahem Suříku s mírou prokorodování nátěrového filmu 1 % a 5% ztráty přilnavosti nátěrového filmu. U povlaku s Draselným vodním sklem nastala tvorba puchýřků 6F a 15 % ztráta přilnavosti nátěrového filmu. Povlak s obsahem Suříku, který byl opatřen řezem, ztratil přilnavost nátěrového filmu ze 45 % a u povlaku s obsahem Draselného vodního skla dosáhla delaminace z řezu hodnoty 2 cm. Po stažení nátěrových filmů vykázal nejmenší míru podkorodování nátěrového filmu povlak s obsahem Suříku a sice 3 %.

Pigmentované organické povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla s obsahem Vápenec vykazovaly dobrou korozní odolnost po 98 hodinách v atmosféře neutrální solné mlhy, kdy u těchto organických povlaků nenastaly žádné korozní změny. U povlaku s obsahem Suříku, který byl opatřen řezem, byl zaznamenán výskyt puchýřků v ploše organického povlaku (< 8F) a také byl zaznamenán výskyt puchýřků v řezu (8F). U povlaku s obsahem Draselného vodního skla byla zaznamenána delaminace, která dosáhla hodnoty 0,75 cm. Po 144 h expozice testovaných organických povlaků v tomto typu korozní atmosféry vykazoval nejvyšší korozní odolnost povlak s obsahem Draselného vodního skla, u kterého nenastaly žádné změny, zatímco u tohoto povlaku opatřeného řezem byla zaznamenána delaminace, která dosahovala hodnoty 0,9 cm. Povlak s obsahem Draselného vodního skla vydržel beze změny i po 240 h expozice v tomto typu korozní atmosféry. Po odstranění nátěrových filmů vykázal nejvyšší korozní odolnost povlak s obsahem Draselného vodního skla, u kterého podkorodování nátěrového filmu nebylo zaznamenáno.

Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem Wollastonitu dosahovaly povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla vysoké korozní odolnosti, jelikož u nich nebyla zaznamenána žádná změna ani po 240 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy. U těchto povlaků opatřených řezem nastala pouze mírná delaminace, která u povlaku s obsahem Suříku dosáhla hodnoty 0,15 cm a u povlaku s obsahem Draselného vodního skla dosáhla hodnoty 0,8 cm. Po 144 h expozice nevykazovaly povlaky s obsahem Suříku a Draselného skla stále žádnou změnu. U těchto povlaků opatřených řezem nastala delaminace, která u povlaku s obsahem Suříku dosáhla hodnoty 0,40 cm a u povlaku s obsahem Draselného vodního dosáhla hodnoty 1,60 cm, kdy u tohoto povlaku byl zaznamenán i výskyt puchýřů (8F). Povlaky s obsahem Suříku a Draselného skla nevykazovaly žádnou změnu ani po 240 hodinách expozice v tomto typu korozní atmosféry. Po odstranění nátěrových filmů s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního nebylo zaznamenáno podkorodování nátěrového filmu.

Pro všechny pigmentované organické povlaky s obsahem plniv, u kterých to bylo stále možné, byla provedena po 240 h expozici také mřížková zkouška přilnavosti. Nejvyšší stupeň přilnavosti, a sice 0 vykázal organický povlak s obsahem Wollastonitu a Suříku.

Shrnutí

- Z organických povlaků s obsahem plniv dosahovaly po 144 h expozice nejvyšší korozní odolnosti povlaky s obsahem plniva Wollastonit a Mastek, u kterých nenastaly žádné změny, poté povlak s obsahem Plastoritu u kterého nastala tvorba puchýřků stupně 8F, dále povlaky s obsahem plniv Vápenec a Steopac A u kterých nastala tvorba puchýřků stupně 8M. Po 240 h expozici a následném stažení nátěrových filmů vykázaly nejnižší míru podkorodování (33 %) povlaky s obsahem plniva Wollastonit a Filemon P05
- U mnohých organických povlaků s obsahem plniv nastala po 144 h expozice ztráta přilnavosti a u panelů opatřených řezem, také značná delaminace
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litopon vykazoval nejvyšší korozní odolnost po expozici 144 hodin povlak s obsahem Suříku s mírou prokorodování nátěrového filmu 1 % a 5% ztráty přilnavosti nátěrového filmu a povlak s obsahem Draselného vodního skla s tvorbou puchýřků stupně 6F a 15 % ztráty přilnavosti.
- Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Vápenec vykázal nejvyšší korozní odolnost povlak s obsahem Draselného vodního skla, který vydržel beze změny i expozici 240 hodin. Po odstranění tohoto organického povlaku z ocelového panelu nebylo zaznamenáno žádné podkorodování.
- Z pigmentovaných organických povlaků s plnivem Wollastonit vykázaly nejvyšší korozní odolnost povlaky s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního skla, které vydržely i expozici 240 hodin. Po odstranění těchto organických povlaků z ocelových panelů nebylo zaznamenáno žádné podkorodování.
- Po finální expozici vykázal pigmentovaný organický povlak s plnivem Wollastonit a obsahem Suříku přilnavost stupně 0

5.4.2 Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého

Organické povlaky s obsahem plniv příliš neodolávaly expozici, jelikož již po 72 h expozice v tomto typu korozního prostředí došlo u povlaků s obsahem plniva Titanové běloby a Železité červeně k úplné ztrátě přilnavosti nátěrového filmu a u povlaků s obsahem plniva Železité černě, Železité žluti a Blanc fixe došlo k úplnému prokorodování nátěrového filmu. Nejvyšší odolnost po 72 hodinové expozici vykazoval povlak s obsahem plniva Kaolín 155V u kterého došlo pouze k výskytu puchýřků (8F). Srovnatelné korozní odolnosti dosáhl i tento organický povlak opatřený řezem. Po 120 hodinách expozice v tomto typu korozní atmosféry dosáhly nejvyšší korozní odolnost povlaky s obsahem Vápenec a Filemonu P05, kde došlo k tvorbě puchýřků (8D), zatímco u zbylých povlaků již došlo k prokorodování nátěrového filmu. U povlaku s obsahem plniva Vápenec opatřeného řezem došlo pouze k tvorbě puchýřků (8MD). Po odstranění organických povlaků byla nejnižší míra podkorodování nátěrového filmu (0,1 %) zaznamenána na ocelovém panelu, který byl chráněn povlakem s obsahem plniva Vápenec.

Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litopon došlo u všech povlaků ke ztrátě přilnavosti nátěrového filmu již při 96 hodinách expozice, kdy nejvyšší odolnost vykázal povlak s obsahem Suříku, kde došlo pouze k mírné ztrátě přilnavosti nátěrového filmu (4 %). Povlaky opatřené řezem dosáhly obdobné ztráty přilnavostí, kde povlak s obsahem Suříku zaznamenal ztrátu přilnavosti nátěrového filmu 8 %. Po 144 hodinách expozice vykazoval povlak s obsahem Suříku ztrátu přilnavosti 85 % a povlak s obsahem Zinkové běloby ztrátu přilnavosti nátěrového filmu 50 %. Po 144 h expozice v komoře s atmosférou SO₂ bylo nejnižšího podkorodování nátěrového filmu (16 %) zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku a Zinkové běloby.

Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec vykazaly po 96 h expozice nejvyšší korozní odolnost povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla, kde nenastala žádná změna. U povlaku s obsahem Draselného skla opatřeného řezem nastala značná delaminace, zatímco u povlaku s obsahem Suříku nebyly zaznamenány žádné změny. Po 144 h expozice dosáhly nejvyšší korozní odolnosti povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla, u kterých nastalo prokorodování nátěrového filmu 0,03 %. U povlaku s obsahem Suříku opatřeného řezem dosáhlo prokorodování nátěrového filmu pouze hodnoty 0,03 %. Po 144 h expozice povlaků v atmosféře s obsahem SO₂ bylo nejnižšího podkorodování nátěrového filmu (0,3 %) zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku.

Také u pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit byla nejvyšší korozní odolnost po 96 h expozici zaznamenána u povlaků s obsahem Suříku a u povlaků s obsahem Draselného vodního skla, u kterých nedocházelo k žádným změnám. U povlaku s obsahem Suříku opatřeného řezem také nedocházelo ke změnám, povlak s obsahem Draselného vodního skla vykázal delaminaci, která dosáhla hodnoty 1,5 cm. Po 144 h expozici vykázal nejvyšší odolnost povlak s obsahem Draselného vodního skla, u kterého došlo k 1 % prokorodování nátěrového filmu. Po 144 h expozici v komoře s atmosférou SO₂ bylo nejnižšího podkorodování nátěrového filmu (1 %) zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku.

Pro všechny pigmentované organické povlaky s obsahem plniv, u kterých to bylo stále možné, byla provedena po 144 h expozice také mřížková zkouška přilnavosti. Nejvyššího stupně přilnavosti 0 dosáhl povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu. Povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápenec vykázal také vysoký stupeň přilnavosti 1.

Shrnutí

- Z organických povlaků s obsahem plniv vykázaly nejvyšší odolnost po 120 h expozici povlaky s obsahem plniva Vápenec a Filemon P05, kde došlo pouze k tvorbě puchýřků stupně 8D. Po odstranění organických povlaků byla nejnižší míra podkorodování nátěrového filmu (0,1 %) zaznamenána na ocelovém panelu, který byl chráněn povlakem s obsahem plniva Vápenec
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litoponu došlo u všech povlaků ke značné ztrátě přilnavosti, nejvyšší odolnost po 144 hodinách expozice prokázal povlak s obsahem Zinkové běloby
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec vykázaly nejvyšší korozní odolnost po 144 h expozice povlaky s obsahem Suříku a Draselného vodního skla, u kterých nastalo prokorodování nátěrového filmu 0,03 %. Nejnižší podkorodování nátěrového filmu (0,3 %) bylo zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit vykázal nejvyšší korozní odolnost po 144 h expozice povlak s obsahem Draselného vodního skla, u kterého došlo k 1 % prokorodování nátěrového filmu. Nejnižší podkorodování nátěrového filmu (1 %) bylo zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku

- Po 144 h expozice vykázal stupeň přilnavosti 0 povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu a stupně přilnavosti 1 dosáhl povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápence

5.4.3 Komentáře k výsledkům zrychlené korozní zkoušky v kondenzační komoře s povšechnou kondenzací

Pro organické povlaky s obsahem plniv nastávaly v kondenzační komoře pouze malé změny týkající se tvorby puchýřků a při delší expozici také prokorodování nátěrového filmu. Po expozici 600 hodin dosahovaly nejvyšší korozní odolnosti povlaky s obsahem plniv Vápenec, Wollastonit a Mastek, kde byl zaznamenán výskyt puchýřů v ploše povlaků (8F). U povlaku s obsahem Vápence opatřeného řezem byl zaznamenán výskyt puchýřů v ploše organického povlaku (< 8F) i výskyt puchýřů v řezu (8D). U povlaku s obsahem Wollastonitu opatřeného řezem byl také zaznamenán výskyt puchýřů v řezu (8D), zatímco u povlaku s obsahem Mastku opatřeným řezem byl zaznamenán pouze výskyt puchýřů v ploše (< 8F)

Z pigmentovaných organických povlaku s obsahem plniva Litopon dosáhly nejvyšší korozní odolnosti po expozici 600 hodin povlak s obsahem Suříku a povlak s obsahem Zinkové běloby, u kterých byl zaznamenán výskyt puchýřků v ploše povlaku (8F) a míra prokorodování nátěrového filmu dosáhla hodnoty 0,03 %. U povlaku s obsahem Zinkové běloby opatřeným řezem byl zaznamenán výskyt puchýřů v řezu (8D). Nejnižšího podkorodování nátěrového filmu (1 %) bylo zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku.

Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec vykázal nejvyšší korozní odolnost po 600 hodinách povlak s obsahem Suříku, u kterého nebyla zaznamenána žádná změna. U povlaku s obsahem Zinkové běloby byl zaznamenán pouze výskyt puchýřů v ploše povlaku (< 8F). U povlaku se Suříkem opatřeným řezem byl zaznamenán výskyt puchýřů v řezu (8F), zatímco u povlaku s obsahem Zinkové běloby byl zaznamenán výskyt puchýřů v řezu (8MD). Po odstranění nátěrových filmů s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního nebylo zaznamenáno podkorodování nátěrového filmu.

Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit vykázal povlak s obsahem Suříku dobrou korozní odolnost, kdy nebyla u tohoto povlaku zaznamenána žádná změna. Vysokou korozní odolnost projevil také povlak s obsahem Draselného vodního skla, u kterého byl zaznamenán výskyt puchýřů v ploše povlaku (8MD). U povlaku s obsahem Draselného vodního skla opatřeného řezem byla zaznamenána delaminace, která dosáhla hodnoty 3,5 cm, zatímco u povlaku s obsahem Suříku opatřeného řezem byla zaznamenána

delaminace, která dosáhla hodnoty 0,10 cm. Po odstranění nátěrových filmů s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního nebylo zaznamenáno podkorodování nátěrového filmu.

Shrnutí

- Z organických povlaků s obsahem plniv dosáhly nejvyšší korozní odolnosti po 600 hodinách expozice povlaky s obsahem plniv Vápenec, Wollastonit a Mastek, u kterých byl zaznamenán výskyt puchýřků nejvýše 8F.
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Litopon vykázaly nejvyšší odolnosti po expozici 600 hodin povlaky s obsahem Suříku a Zinkové běloby u kterých byl zaznamenán výskyt puchýřků (8F). Nejnižšího podkorodování nátěrového filmu (1 %) bylo zaznamenáno po odstranění organického povlaku s obsahem Suříku.
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Vápenec dosáhl nejvyšší korozní odolnosti po expozici 600 hodin povlak s obsahem Suříku, u kterého nebyla zaznamenána žádná změna. Po odstranění nátěrových filmů s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního nebylo zaznamenáno podkorodování nátěrového filmu.
- Z pigmentovaných organických povlaků s obsahem plniva Wollastonit dosáhl nejvyšší korozní odolnosti povlak s obsahem Suříku, u kterého nenastala žádná změna. Po odstranění nátěrových filmů s obsahem Suříku a s obsahem Draselného vodního nebylo zaznamenáno podkorodování nátěrového filmu.

5.4.4 Komentáře k výsledkům elektrochemické lineární polarizace

U organických povlaků s obsahem plniv dosáhl nejvyšší hodnoty polarizačního odporu organický povlak s obsahem plniva Vápenec a organický povlak s obsahem plniva Wollastonit, sice $1,3 \cdot 10^5 \Omega$ pro povlak s obsahem Vápence a $1,4 \cdot 10^5 \Omega$ pro povlak s obsahem Wollastonitu. Tyto povlaky také dosáhly nejnižší hodnoty rychlosti koroze, sice $6,35 \cdot 10^{-4}$ mm / rok u povlaku s obsahem Vápence a $6,06 \cdot 10^{-4}$ mm / rok u povlaku s obsahem Wollastonitu. Naopak nejnižší hodnoty polarizačního odporu vykázal povlak s obsahem plniva Litopon, a to $5,9 \cdot 10^4 \Omega$, který vykázal také nejvyšší hodnotu korozní rychlosti, a to $1,42 \cdot 10^{-3}$ mm / rok.

Všechny organické povlaky s obsahem antikoročních pigmentů a plniv dosahovaly dobrých hodnot, zcela nejvyšší hodnoty polarizačního odporu dosáhly povlak s obsahem Suříku a Wollastonitu ($2,7 \cdot 10^5 \Omega$) a povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu ($2,6 \cdot 10^5 \Omega$), dále povlak s obsahem Suříku a Vápence ($2,5 \cdot 10^5 \Omega$) a povlak s obsahem

Draselného vodního skla a Vápence ($2,5 \cdot 10^5 \Omega$). Tyto povlaky opět dosáhly nejnižších hodnot korozní rychlosti, sice $3,10 \cdot 10^{-4}$ mm / rok u povlaku s obsahem Suříku a Wollastonitu a $3,25 \cdot 10^{-4}$ mm / rok u povlaku s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu.

5.4.5 Komentáře ke stanovení životnosti organických povlaků

Předpokládaná životnost pro testované organické povlaky byla hodnocena podle normy ČSN ISO 12944-6 po vyhodnocení korozní odolnosti těchto organických povlaků v atmosféře neutrální solné mlhy, kdy tento stupeň byl určen pro organické povlaky vykazující nejvyšší korozní odolnost, sice povlaky, u kterých nebyly pozorovány žádné korozní projevy.

Z organických povlaků s obsahem plniv lze doporučit do korozního prostředí s životností C3 (předpokládaná životnost nízká) organický povlak s obsahem plniva Wollastonit a organický povlak s obsahem plniva Mastek. Tyto povlaky dosáhly nejvyšší korozní odolnosti v atmosféře neutrální solné mlhy při srovnání s ostatními organickými povlaky s obsahem plniv. Tento závěr lze vyvodit ze skutečnosti, že u těchto organických povlaků nebyly zaznamenány žádné korozní projevy ani po 144 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy.

Z organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů a plniv lze doporučit do korozního prostředí s životností C3 (předpokládaná životnost střední) organický povlak s obsahem Suříku a Wollastonitu, organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu a organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápence. Tyto povlaky dosáhly nejvyšší korozní odolnosti při srovnání se všemi ostatními testovanými organickými povlaky. Tento závěr lze vyvodit ze skutečnosti, že u těchto organických povlaků nebyly pozorovány žádné korozní projevy ani po 240 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy.

6 Přínosy bakalářské práce

Mechanická odolnost testovaných organických povlaků s obsahem plniv:

Z testovaných organických povlaků s obsahem plniv vykázaly nejlepší výsledky při testování mechanických vlastností organické povlaky s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) a tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit). Za zmínku stojí také organické povlaky s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu (Filemon P05), vápence CaCO_3 , metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit), dvojkomponentního plniva s obsahem mastku a slídy (Steopac A) a mastek $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})]$, u kterých bylo dosaženo mírně nižší mechanické odolnosti. Dobré mechanické vlastnosti těchto povlaků si lze odůvodnit tvarem částic příslušných plniv. Plniva kalcinovaný kaolín s povrchovou úpravou (Kaolín 155V) a tří komponentní plnivo obsahující mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) mají lamelární tvar částic, který znatelně zlepšuje technologické vlastnosti nátěrových hmot. Vyztužujícím efektem zajištěným právě lamelárními částicemi lze vysvětlit vyšší mechanickou odolnost organických povlaků s obsahem těchto plniv. Vyztužovací efekt je v kompozitních materiálech odlišný dle tvaru částic použitého plniva. Lamelární částice mají největší plochu povrchu při stejném objemu ve srovnání s pravidelnými a jehlicovitými částicemi, jejich vyztužovací efekt je nejsilnější, i adhezní síly působící mezi částicemi a matricí jsou vyšší v porovnání s jinými tvary

Při měření relativní povrchové tvrdosti pomocí útlumu kyvadla a odolnosti vůči vtisku při Buchholzově zkoušce měřených 28. den se organický povlak s obsahem tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) jevil jako měkký povlak s tvrdostí 36,3 % vůči skleněnému standardu a délkou vtisku 1,36 mm při Buchholzově zkoušce, povlak s obsahem kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) se jevil naopak jako tvrdý s relativní povrchovou tvrdostí 47,3 % a délkou vtisku 1,01 mm při Buchholzově zkoušce. Při testování organického povlaku vůči působení organického rozpouštědla methylethylketonu vykázal povlak s obsahem tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) dobrou odolnost, kdy byl potřeba čas 210 s k obnažení podkladu (28. den), povlak s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) dosáhl poslední den (28. den) odolnosti 87 s. Při mřížkové zkoušce přilnavosti organických povlaků na ocelových panelech vykázaly tyto povlaky i po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky) nejvyšší přilnavost u těchto organických povlaků bylo shodně dosaženo stupně přilnavosti 0 pro řezy 6 x 2 mm a stupně přilnavosti 1 pro řezy 6 x 1 mm. U odtrhové zkoušky

vykázaly tyto povlaky velmi dobré hodnoty odtrhových pevností, a to i po zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky), a sice povlak s obsahem tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) 1,56 MPa, povlak s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) 2,36 MPa. Při zkoušce hloubením a úderem odolaly oba povlaky hloubení > 10 mm a úderům až z výšky 50 cm. Po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky) odolal povlak s obsahem tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) hloubení 9,71 mm a úderu z výšky 10 cm, povlak s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) pak odolal hloubení 7,12 mm a úderu z výšky 50 cm. U zkoušky odolnosti organického povlaku při ohybu odolaly oba nátěry ohybu přes trn o průměru 4 mm i po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky).

Bariérová odolnost testovaných organických povlaků s obsahem plniv:

Podle výsledků všech korozních zkoušek lze říct, že organický povlak s obsahem plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a povlak s obsahem plniva mastek $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})]$ vykázaly nejvyšší odolnost. U těchto povlaků nedošlo k výskytu korozních projevů ani po 144 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy, proto lze tyto organické povlaky doporučit do korozního prostředí s životností C3 (předpokládaná životnost nízká). Tyto povlaky prokázaly ve srovnání s ostatními testovanými organickými povlaky také dobrou odolnost v prostředí s obsahem oxidu siřičitého, kdy po 72 h expozice došlo u těchto organických povlaků pouze k tvorbě puchýřků v ploše stupně 8MD. V atmosféře s povšechnou kondenzací došlo po finální expozici (600 hodin) u obou organických povlaků pouze k tvorbě puchýřků v ploše stupně 8F.

Mechanická odolnost testovaných organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a vybraných plniv:

U organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv vykázaly dobré mechanické vlastnosti organický povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit). Nepatrně nižší mechanickou odolnost vykázal organický povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápence CaCO_3 a organický povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva vápence CaCO_3 . Plnivo

na bázi vápence CaCO_3 je běžně používaným plnivem zlepšujícím rázovou houževnatost organických povlaků, čímž si lze odůvodnit dobrou mechanickou odolnost povlaků s obsahem antikoročních pigmentů doplněných o plnivo vápenec CaCO_3 , kdy povlak s obsahem samotného plniva vápenec CaCO_3 také vykázal dobré mechanické vlastnosti. Mechanickou odolnost organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů doplněných o plnivo metakřemičitan vápenatý CaSiO_3 (Wollastonit) pak lze odvodit z jehlicovitého tvaru částic tohoto plniva. Jehlicovité částice mají při stejném objemu částic znatelně větší plochu při srovnání s kuličkovitými, pravidelnými částicemi. Vyztužovací efekt těchto částic je silný ve směru orientace jehlic, avšak slabší ve směru kolmém ke směru orientace částic. Dobré mechanické vlastnosti organických povlaků s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO doplněných o příslušná plniva vápenec CaCO_3 a metakřemičitan vápenatý CaSiO_3 (Wollastonit) lze podtrhnout nano velikostí částic zinkové běloby ZnO , kdy menší částice mají větší plochu při stejném objemu oproti větším částicím a způsobují vynikající spojení částice-matrice, což znatelně zlepšuje mechanické vlastnosti těchto organických povlaků.

Při měření relativní povrchové tvrdosti útlumem kyvadla a při stanovení odolnosti vůči vtisku Buchholzovou zkouškou byla pro povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápence CaCO_3 naměřena tvrdost vůči skleněnému standardu (28. den) 41,0 % a délka vtisku (28. den) 1,07 mm, pro povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) pak byla naměřena tvrdost (28. den) 41,8 % a délka vtisku (28. den) 1,11 mm. Při stanovení přilnavosti na ocelovém panelu mřížkovou metodou dosáhly oba organické povlaky shodně stupně přilnavosti 0 pro řezy 6 x 2 mm a stupně přilnavosti 1 pro řezy 6 x 1 mm, a to i po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky). U odtrhové zkoušky byla naměřena odtrhová pevnost 1,21 MPa pro povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápenec CaCO_3 a 1,02 MPa pro povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého (Wollastonit). Při zkoušce hloubením odolaly oba povlaky hloubení > 10 mm, po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky) odolal povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) hloubení > 10 mm a povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápenec CaCO_3 odolal hloubení 9,45 mm. Povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) odolal úderu z výšky 50 cm, po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky),

již nedolal ani úderu z výšky 10 cm. Povlak s obsahem antikorozičního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápenec CaCO_3 odolal úderu z výšky 25 cm, po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky) již také nedolal ani úderu z výšky 10 cm. Při zkoušce odolnosti povlaku při ohybu odolaly tyto organické povlaky ohybu přes trn o průměru 4 mm i po vystavení zkoušce ponoru (kdy byly povlaky 24 h sušeny před provedením zkoušky).

Korozní odolnost testovaných organických povlaků s obsahem antikorozičních pigmentů a vybraných plniv:

Dle výsledků všech korozních zkoušek lze konstatovat, že organický povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva vápenec CaCO_3 , organický povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a organický povlak s obsahem antikorozičního pigmentu Suříku a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) vykázaly nejvyšší korozní odolnost. Po 240 h expozici těchto povlaků v atmosféře neutrální solné mlhy nedošlo k výskytu korozních projevů, z tohoto důvodu lze tyto organické povlaky doporučit do korozního prostředí C3 (předpokládaná životnost střední). Na ocelových panelech po odstranění těchto organických povlaků nebylo zaznamenáno žádné podkorodování nátěrového filmu. Při expozici organických povlaků v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého po 96 h rovněž nedošlo u těchto povlaků k výskytu korozních projevů. Při finální expozici (600 hodin) v atmosféře s povšechnou kondenzací došlo u organického povlaku s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva vápenec CaCO_3 k výskytu puchýřků v ploše stupně 8D, u povlaku s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) došlo k výskytu puchýřků v ploše stupně 8MD a u povlaku s obsahem antikorozičního pigmentu Suříku a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) nedošlo k výskytu korozních projevů, získané výsledky korozních odolností těchto povlaků jsou při srovnání s ostatními testovanými povlaky nejlepší.

7 Závěr

V této bakalářské práci byl studován vliv vybraných funkčních plniv a antikoročních pigmentů na vlastnosti vodou ředitelného dvousložkového epoxidového pojiva CHS-EPOXY 200v55. Mezi vybraná plniva patřil oxid železitý – hematit (Železitá červeň), oxid železnatoželezitý – magnetit, (Železitá čern), oxid hydroxid železnatý – goethit (Železitá žlut'), titanová běloba TiO_2 – anatas, mastek – jedno komponentní plnivo, dvoj komponentní plnivo s obsahem mastku a slídy (Steopac A), tři komponentní plnivo s obsahem mastku chloritu a oxidu křemičitého (Plastorit), vápenec CaCO_3 – kalcit, metakřemičitan vápenatý CaSiO_3 (Wollastonit), silanem povrchově upravený kalcinovaný kaolín (Kaolín 155V), kalcinovaný kaolín (Filemon P05), síran barnatý (Blanc fixe), směsný pigment ZnS a BaSO_4 (Litopon). Plniva vápenec CaCO_3 , směsný pigment ZnS a BaSO_4 (Litopon) a metakřemičitan vápenatý CaSiO_3 (Wollastonit) sloužila dále k doplnění nátěrových hmot s obsahem vybraných antikoročních pigmentů Suříku, fosforečnanu zinečnatého (zinkfosfátu), zinkové běloby ZnO a $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo). V této práci byly studovány fyzikálně-chemické, fyzikálně-mechanické a korozní vlastnosti organických povlaků připravených nátěrových hmot s obsahem vybraných plniv a antikoročních pigmentů.

Z výsledků je patrné, že nejvyšší mechanické odolnosti dosáhl z organických povlaků s obsahem plniv povlak s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) a povlak s obsahem tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) a nepatrně nižší mechanické odolnosti dosáhly organické povlaky s obsahem plniv kalcinovaného kaolínu (Filemon P05), vápence CaCO_3 , metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit), dvojkomponentní plnivo s obsahem mastku a slídy (Steopac A) a mastek. Organické povlaky s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu s povrchovou úpravou silanem (Kaolín 155V) a tří komponentního plniva obsahujícího mastek, chlorit a oxid křemičitý (Plastorit) dosahovaly nejvyšších hodnot mechanické odolnosti po provedení jednotlivých mechanických zkoušek. U organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv vykázal nejvyšší mechanickou odolnost organický povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit). Nepatrně nižších hodnot mechanické odolnosti dosáhl organický povlak s obsahem antikoročního pigmentu zinkové běloby ZnO a plniva vápence CaCO_3 a povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva vápence CaCO_3 , tyto povlaky vykázaly také dobré mechanické vlastnosti.

Po vyhodnocení korozních zkoušek prokázal nevyšší korozní odolnost z testovaných povlaků s obsahem plniv povlak s obsahem plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a povlak s obsahem plniva mastek, které lze díky výsledkům korozní odolnosti v atmosféře neutrální solné mlhy doporučit do korozního prostředí C3 (předpokládaná životnost nízká). Z výsledků je patrné, že povlaky s obsahem plniva vápenec CaCO_3 a s obsahem plniva kalcinovaného kaolínu (Filemon P05) dosahovaly také dobrých výsledků korozní odolnosti, kdy byl u těchto organických povlaků po 144 h expozice zaznamenán výskyt puchýřů v ploše stupně 8F u povlaku s obsahem kalcinovaného kaolínu (Filemon P05) a výskyt puchýřků stupně 8M u povlaku s obsahem plniva vápenec CaCO_3 .

U organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv dosáhly nejvyšší korozní odolnosti organický povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva vápence CaCO_3 , organický povlak s obsahem inhibitoru koroze $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Draselné vodní sklo) a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit) a organický povlak s obsahem antikoročního pigmentu suříku a plniva metakřemičitanu vápenatého CaSiO_3 (Wollastonit), kdy tyto povlaky lze na základě výsledků po 240 h expozice v atmosféře neutrální solné mlhy doporučit do korozního prostředí C3 (předpokládaná životnost střední). Tyto povlaky dosáhly nejvyšších hodnot korozních odolností ve srovnání s ostatními testovanými povlaky.

8 Použitá literatura

- [1] J. Mleziva a J. Šňupárek, *Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití*, Praha: Sobotáles, 2000, pp. 134, 136-139, 486, 487. ISBN 80-85920-72-7
- [2] X. Zhou, H. Huang, R. Zhu, X. Sheng, D. Xie a Y. Mei, „Facile modification of graphene oxide with Lysine for improving anti-corrosion performances of water-borne epoxy coatings,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 136, November 2019.
- [3] M. Ulbrich a A. Kalendová, „Studium antikoročních vlastností pigmentů v nátěrech na bázi vodou ředitelné epoxidové emulze,“ v *42nd International Conference of Coatings Technology*, Pardubice, 2011.
- [4] J. Křivánek a M. Šenkeřík, „Vodou ředitelné epoxidové nátěry,“ v *40th International Conference on Coatings Technology*, Pardubice, 2009.
- [5] D. Song, Z. Yin, F. Liu, H. Wan, J. Gao, D. Zhang a X. Li, „Effect of carbon nanotubes on the corrosion resistance of water-borne acrylic coatings,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 110, pp. 182-186, September 2017.
- [6] M. Liu, X. Mao, H. Zhu, A. Lin a D. Wang, „Water and corrosion resistance of epoxy–acrylic–amine waterborne coatings: Effects of resin molecular weight, polar group and hydrophobic segment,“ *Corrosion Science*, č. 75, pp. 106-113, 2013.
- [7] M. Šulc, „Nátěry z nátěrových hmot ředitelných vodou,“ *Koroze a ochrana materiálů*, sv. 3, č. 43, pp. 55-58, 1999.
- [8] T. Mikulíčka, *Vodou ředitelné nátěrové hmoty, Bakalářská práce*, Pardubice: Univerzita Pardubice Fakulta chemicko-technologická, 2012.
- [9] S. N. Roselli, R. Romagnoli a C. Deyá, „The anti-corrosion performance of water-borne paints in long term tests,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 109, pp. 172-178, 2017.

- [10] N. S. Roselli, G. Lendvay-Görík, G. Mészáros a C. Deyá, „Anticorrosive water borne paints free from zinc and with reduced phosphate content,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 112, pp. 27-36, 2017.
- [11] A. Kalendová, *Technologie nátěrových hmot I.: Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004, ISBN 80-7194-691-5
- [12] B. Biegańska, M. Zubielewicz a E. Śmieszek, „Anticorrosive water-borne paints,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 15, pp. 33-56, 1987.
- [13] Ö. Topcuoglu, A. S. Altinkaya a D. Balköse, „Characterization of waterborne acrylic based paint films and measurement of their water vapor permeabilities,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 56, pp. 269-278, 2006.
- [14] X. Zhu, Z. Ni, L. Dong, Z. Yang, L. Cheng a X. Zhou, „In-situ modulation of interactions between polyaniline and graphene oxide films to develop waterborne epoxy anticorrosion coatings,“ *Progress in Organic Coatings*, č. 133, pp. 106-116, 2019.
- [15] W. S. Tait, "Corrosion prevention and control," in *Handbook of Environmental Degradation of Materials (Second Edition)*, Norwich, William Andrew Publishing, 2012, pp. 565-581. ISBN 0-8155-1500-6
- [16] L. Hamadi, S. Mansouri, K. Oulmi a A. Kareche, „The use of amino acids as corrosion inhibitors for metals: A review,“ *Egyptian Journal of Petroleum*, sv. 27, č. 4, pp. 1157-1165, 2018.
- [17] R. Bartoníček a N. J., „Ochrana proti korozi úpravou prostředí a inhibitory,“ v *Koroze a protikorozi ochrana kovů*, Praha, Academia, 1966, pp. 658-677.
- [18] G. Palanisamy, „Corrosion Inhibitors,“ 23 July 2019. [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/books/corrosion-inhibitors/corrosion-inhibitors>.
- [19] P. Roberge, „Corrosion Inhibitors,“ v *Handbook of Corrosion Engineering*, Martinsburg, McGraw-Hill, 2000, pp. 833-861. ISBN 0-07-076516-2

- [20] S. Vepřeková, *Inhibitory korozie pro vodu ředitelná pojiva, Diplomová práce*, Pardubice: Univerzita Pardubice Fakulta chemicko-technologická, 2014.
- [21] S. V. Sastry, „Corrosion Inhibition: Theory and Practice,“ v *Green Corrosion Inhibitors*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2011, pp. 139-167. ISBN 978-0-470-45210-3
- [22] P. Kudryavtsev a O. Figovsky, *Nanomaterials based on soluble silicates*, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, pp. 11 - 14. ISBN 978-3-659-63556-4
- [23] „<http://www.vodnisklo.cz/cz/clanky/zakladni-informace-o-vodnim-skle>,“ [Online].
- [24] A. Kalendová, *Technologie nátěrových hmot I.: Pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-576-5
- [25] A. Kalendová, „Perspectives of the further development of anticorrosive pigments,“ v *Antikorozní pigmenty a nátěrové hmoty*, Pardubice, 2002. ISBN 80-7194-502-1
- [26] E. Bardal, „Corrosion Prevention,“ v *Corrosion and Protection*, London, Springer-Verlag, 2004, pp. 237-309. ISBN 978-1-85233-758-2
- [27] H. Kukackova, A. Vrastilova a A. Kalendova, „Non-toxic Anticorrosive Pigments Intended for Applications in High-solids and Waterborne Paints,“ *Physics Procedia*, č. 44, pp. 238-246, 2013.
- [28] P. de Lima-Neto a d. Araújo, „Study of the anticorrosive behaviour of epoxy binders containing non-toxic inorganic corrosion inhibitor pigments,“ *Progres in Organic Coatings*, pp. 344-350, 2008.
- [29] P. Benda a A. Kalendová, „Anticorrosion Properties of Pigments based on Ferrite Coated Zinc Particles,“ *Physics Procedia*, sv. 44, pp. 185-194, 2013.
- [30] M. Trojan, P. Kalenda a Z. Šolc, *Technologie anorganických pigmentů*, Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. ISBN 80-85113-39-2

- [31] C. F. Klingshirn, B. K. Meyer, A. Waag, A. Hoffmann a J. Geurts, *Zinc Oxide: From Fundamental Properties Towards Novel Applications*, Berlin: Springer-Verlag, 2010, pp. 325-338. ISBN 978-3-642-10576-0
- [32] G. Buxbaum, *Industrial Inorganic Pigments*, Weinheim: WILEY-VCH, 1998, pp. 77-82. ISBN 3-527-28878-3
- [33] K. Zetková, J. Švrček a V. Štengl, „Aplikační možnosti nanočástic oxidu zinečnatého především v segmentu nátěrových hmot,“ v *VII. KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA*, Seč, 2014.
- [34] W. Büchner, R. Schliebs, G. Winter a K. H. Büchel, *Průmyslová anorganická chemie: Důležité suroviny a meziprodukty*, Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1991, pp. 231, 232, 487, 488. ISBN 80-03-00638-4
- [35] J. Machotová, A. Kalendová a M. Pejchalová, „Self-crosslinking latex coating binders with embedded nanoparticles of ZnO and/or MgO,“ *SBORNÍK XI. KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA*, p. 90, 5-6 11 2018.
- [36] *Hodnocení vlastností nátěrových hmot*, Univerzita Pardubice, 2001-2002.
- [37] A. Kalendová, *Metody testování vlastností organických povlaků díl 1.: Korozně-inhibiční účinnost organických povlaků*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001.
- [38] A. A. Pilarska, L. Klapiszewski a T. Jesionowski, „Recent development in the synthesis, modification and application of Mg(OH)₂ and MgO: A review,“ *Powder Technology*, č. 319, pp. 373-407, 2017.
- [39] K. S. Shukla, K. G. Parashar, P. A. Mishra, P. Misra, C. B. Yadav, K. R. Shukla, M. L. Bali a C. G. Dubey, „Nano-like magnesium oxide films and its significance in optical fiber humidity sensor,“ *Sensors and Actuators*, č. 98, 1 March 2004.

9 Přílohy

Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam testovaných antikorozních pigmentů a plniv, jejich složení, tvar částic a funkce	34
Tabulka 2 Formulace modelových nátěrových hmot při OKP = 20 % pro jednotlivá testovaná plniva	38
Tabulka 3 Formulace modelových nátěrových hmot s obsahem antikorozních pigmentů při OKP = 10 %, doplněných o jednotlivá plniva při OKP / KOKP = konst. = 0,35	39
Tabulka 4 Formulace modelových nátěrových hmot s obsahem 1 g Draselného vodního skla, doplněných o příslušná plniva s OKP / KOKP = konst. = 0,35	39
Tabulka 5 Stupně hodnocení MEK testu dle ASTM D 4752-10.....	41
Tabulka 6 Typ lomu při odtrhové zkoušce podle ČSN EN ISO 4624	43
Tabulka 7 Stanovení životnosti nátěru v prostředí neutrální solné mlhy podle normy ČSN EN ISO 12944-6.....	47
Tabulka 8 Stupně korozní agresivity prostředí dle normy ČSN EN ISO 12944-2.....	48
Tabulka 9 Fyzikálně chemické vlastnosti pigmentů a plniv	49
Tabulka 10 Hodnoty sušiny a hustoty pro pojivo a tvrdidlo	49
Tabulka 11 Výsledky relativní povrchové tvrdosti pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm	50
Tabulka 12 Výsledky relativní povrchové tvrdosti pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	50
Tabulka 13 Výsledky Buchholzovy vrypové zkoušky pro testované organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm	51
Tabulka 14 Výsledky Buchholzovy vrypové zkoušky pro testované organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	51
Tabulka 15 Naměřené hodnoty lesku testovaných organických povlaků s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm...	52
Tabulka 16 Naměřené hodnoty lesku testovaných organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	52
Tabulka 17 Výsledky MEK testu pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm	53
Tabulka 18 Výsledky MEK testu pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	53
Tabulka 19 Vyhodnocení mřížkové metody na ocelových panelech pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	54
Tabulka 20 Vyhodnocení mřížkové metody na ocelových panelech pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	54
Tabulka 21 Vyhodnocení mřížkové metody na skleněných panelech pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	55
Tabulka 22 Vyhodnocení mřížkové metody na skleněných panelech pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	55
Tabulka 23 Výsledky odtrhové zkoušky organických povlaků s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	56
Tabulka 24 Výsledky odtrhové zkoušky organických povlaků s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	57
Tabulka 25 Výsledky zkoušky hloubením a úderem pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm	58
Tabulka 26 Výsledky zkoušky hloubením a úderem pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	58
Tabulka 27 Výsledky zkoušky ohybem pro organické povlaky s obsahem plniv, DFT = 50 ± 10 μm.....	59
Tabulka 28 Výsledky zkoušky ohybem pro organické povlaky s obsahem antikorozních pigmentů a plniv, DFT = 50 ± 10 μm	59
Tabulka 29 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, DFT = 70 ± 10 μm.....	60
Tabulka 30 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, filmy s řezem, DFT = 70 ± 10 μm.....	60

Tabulka 31 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	61
Tabulka 32 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	61
Tabulka 33 Vyhodnocení organických povlaků s obsahem plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	61
Tabulka 34 Vyhodnocení organických povlaků s obsahem plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	62
Tabulka 35 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	62
Tabulka 36 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 96 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	63
Tabulka 37 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	63
Tabulka 38 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 144 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	63
Tabulka 39 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem pigmentů a plniv ("favoritů") po expozici v atmosféře neutrální solné mlhy = 240 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	64
Tabulka 40 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 72 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	64
Tabulka 41 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 72 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	65
Tabulka 42 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 120 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	65
Tabulka 43 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 120 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	65
Tabulka 44 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 96 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	66
Tabulka 45 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 96 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	66
Tabulka 46 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 144 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	67
Tabulka 47 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atmosféře s obsahem SO ₂ = 144 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	67
Tabulka 48 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	68
Tabulka 49 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	68
Tabulka 50 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	69
Tabulka 51 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, filmy s řezem, DFT = $70 \pm 10 \mu\text{m}$	69
Tabulka 52 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	70
Tabulka 53 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 240 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	70
Tabulka 54 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	71
Tabulka 55 Vyhodnocení korozní zkoušky organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv po expozici v atm. s povšechnou kondenzací = 600 h, filmy s řezem, DFT = $100 \pm 10 \mu\text{m}$	71
Tabulka 56 Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace organických povlaků s obsahem plniv .	72
Tabulka 57 Výsledky elektrochemického stanovení lineární polarizace organických povlaků s obsahem antikoročních pigmentů a plniv.....	72

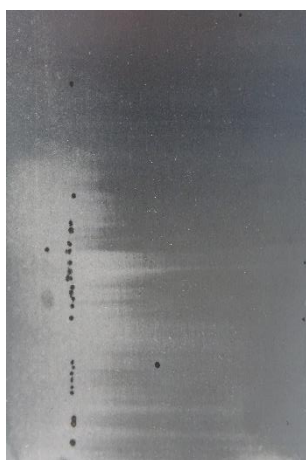
Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma výroby ZnO suchým, nepřímým, procesem	28
Obrázek 2 Klasifikace stupňů přilnavosti dle ČSN ISO 2409	42
Obrázek 3 Fotografické standardy pro hodnocení tvorby puchýřků podle ASTM D 714-87	45
Obrázek 4 Standardy pro vyhodnocení stupně prokorodování podle ASTM D 610-85	46
Obrázek 5 Organický povlak s obsahem plniva Mastek (stav po expozici korozních testů)	104
Obrázek 6 Organický povlak s obsahem plniva Steopac A (stav po expozici korozních testů).....	104
Obrázek 7 Organický povlak s obsahem plniva Plastorit (stav po expozici korozních testů)	104
Obrázek 8 Organický povlak s obsahem plniva Vápence (stav po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 9 Organický povlak s obsahem plniva Blanc fixe (stav po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 10 Organický povlak s obsahem plniva Wollastonit (stav po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 11 Organický povlak s obsahem plniva Litopon (stav po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 12 Organický povlak s obsahem plniva Titanové běloby (stav po expozici korozních zkoušek).....	104
Obrázek 13 Organický povlak s obsahem plniva Železitě červeně (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 14 Organický povlak s obsahem plniva Železitě žluti (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 15 Organický povlak s obsahem plniva Železitě černi (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 16 Organický povlak s obsahem plniva Kaolín 155V (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 17 Organický povlak s obsahem plniva Filemon (po expozici korozních zkoušek).....	104
Obrázek 18 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Litoponu (po expozici korozních zkoušek).....	104
Obrázek 19 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 20 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 21 Organický povlak s obsahem Suříku a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 22 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Vápence (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 23 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápence (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 24 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Vápence (po expozici korozních zkoušek).....	104
Obrázek 25 Organický povlak s obsahem Suříku a Vápence (po expozici korozních zkoušek).....	104
Obrázek 26 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)....	104
Obrázek 27 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 28 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)	104
Obrázek 29 Organický povlak s obsahem Suříku a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)	104

Fotografické záznamy

Organický povlak s obsahem plniva Mastek

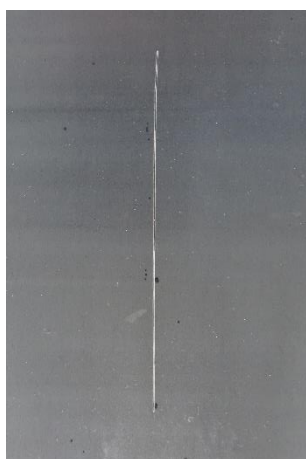
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



240 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



Po stažení



120 h expozice



Po stažení

Obrázek 5 Organický povlak s obsahem plniva Mastek (stav po expozici korozních testů)

Organický povlak s obsahem plniva Steopac A

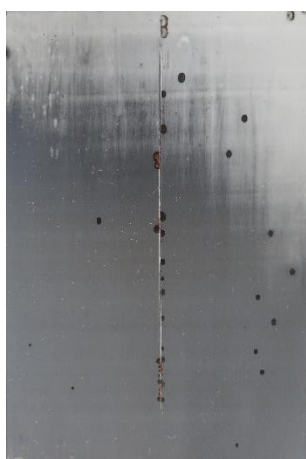
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



Po stažení



120 h expozice



Po satažení

Obrázek 6 Organický povlak s obsahem plniva Steopac A (stav po expozici korozních testů)

Organický povlak s obsahem plniva Plastorit

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení

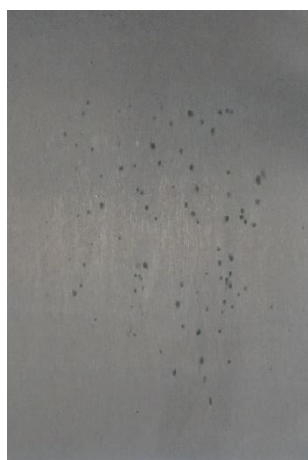


600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



72 h expozice

Obrázek 7 Organický povlak s obsahem plniva Plastorit (stav po expozici korozních testů)

Organický povlak s obsahem plniva Vápenec

Expozice v atmosféře s povšchnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení

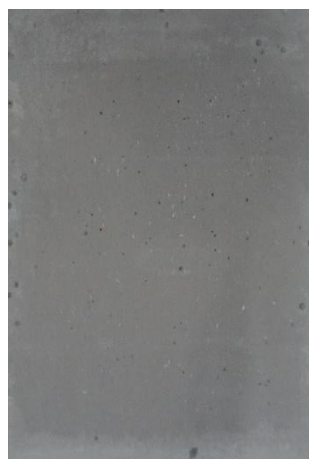


600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení



96 h expozice



240 h expozice

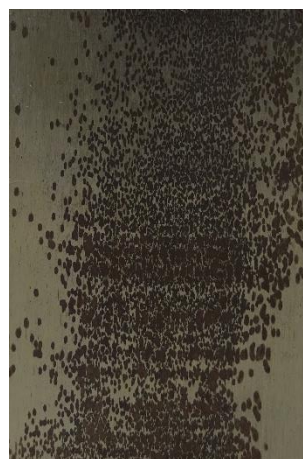


Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



Po stažení



120 h expozice



Po stažení

Obrázek 8 Organický povlak s obsahem plniva Vápenec (stav po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Blanc fixe

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



96 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice



72 h expozice

Obrázek 9 Organický povlak s obsahem plniva Blanc fixe (stav po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Wollastonit

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice

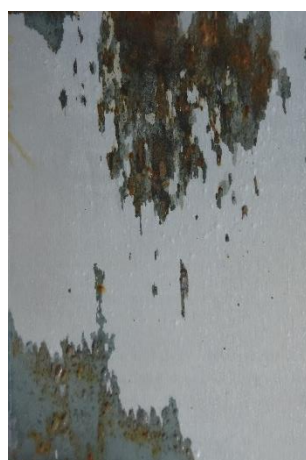


Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



240 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



Po stažení



120 h expozice

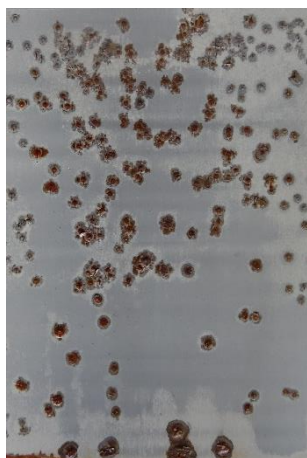


Po stažení

Obrázek 10 Organický povlak s obsahem plniva Wollastonit (stav po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Litopon

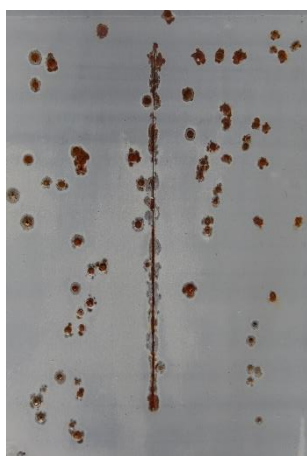
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení

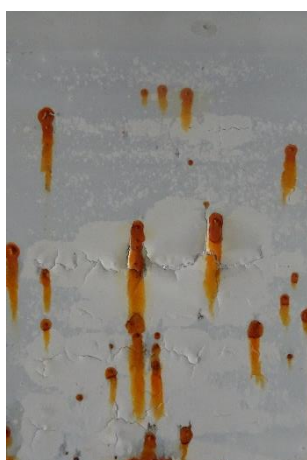


600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice

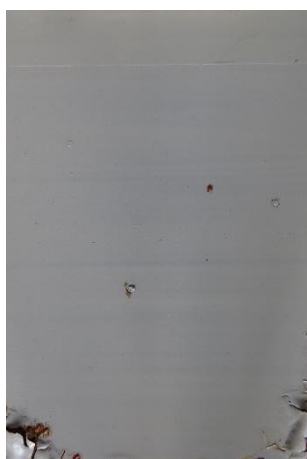


72 h expozice

Obrázek 11 Organický povlak s obsahem plniva Litopon (stav po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Titanové běloby

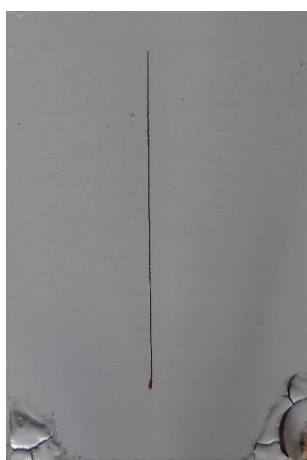
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



96 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice



72 h expozice

Obrázek 12 Organický povlak s obsahem plniva Titanové běloby (stav po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Železitě červeně

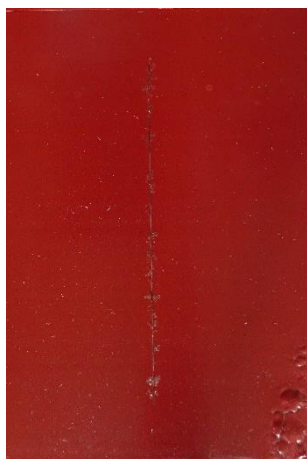
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



96 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice



72 h expozice

Obrázek 13 Organický povlak s obsahem plniva Železitě červeně (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Železité žlutí

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



144 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice



72 h expozice

Obrázek 14 Organický povlak s obsahem plniva Železitě žluti (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Železitě černi

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



144 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



72 h expozice



72 h expozice

Obrázek 15 Organický povlak s obsahem plniva Železitě černí (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Kaolín 155V

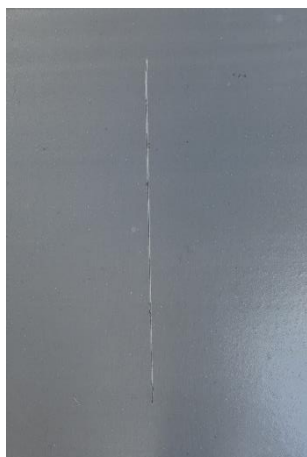
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



144 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice



Po stažení



120 h expozice

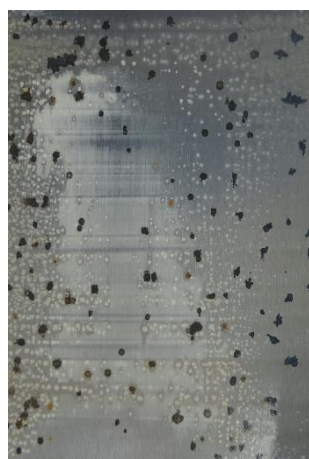


Po stažení

Obrázek 16 Organický povlak s obsahem plniva Kaolín 155V (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem plniva Filemon

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



96 h expozice



240 h expozice



Po stažení



96 h expozice



144 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



120 h expozice

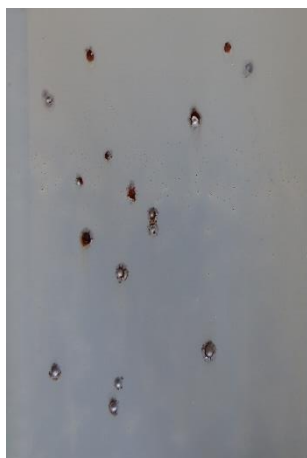


120 h expozice

Obrázek 17 Organický povlak s obsahem plniva Filemon (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Litoponu

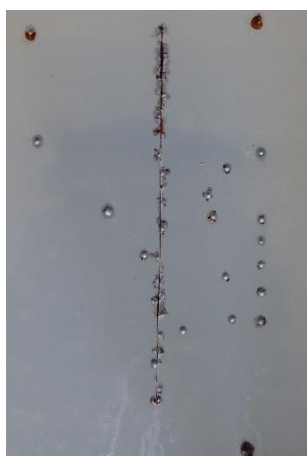
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Obrázek 18 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Litoponu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



96 h expozice



96 h expozice

Obrázek 19 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Litoponu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



240 h expozice



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



96 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



96 h expozice

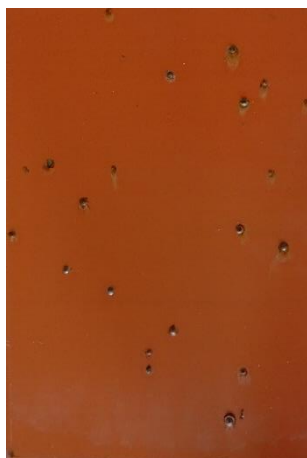


96 h expozice

Obrázek 20 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Suříku a Litoponu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



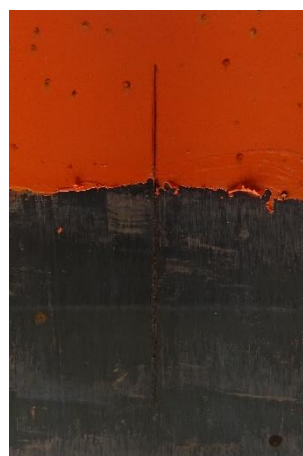
600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



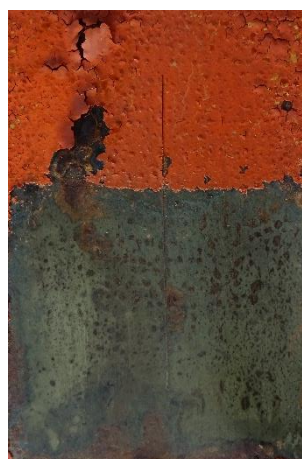
144 h expozice



Po stažení



144 h expozice

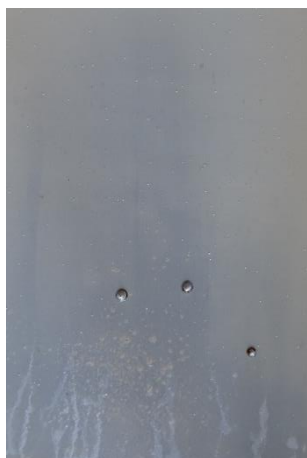


Po stažení

Obrázek 21 Organický povlak s obsahem Suříku a Litoponu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Vápence

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



96 h expozice



96 h expozice

Obrázek 22 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Vápence (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápence

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice

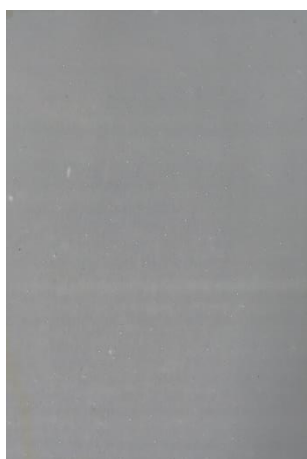


Po stažení



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice

Obrázek 23 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Vápence (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Vápence

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice

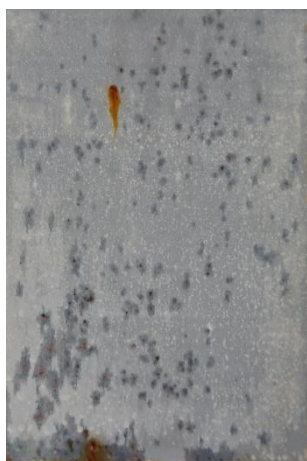


Po stažení



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



144 h expozice



96 h expozice

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



140 h expozice



144 h expozice



144 h expozice

Obrázek 24 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Vápence (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Suříku a Vápence

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



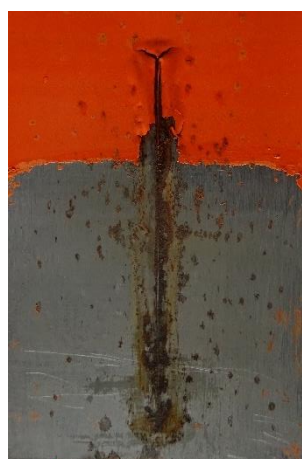
240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice

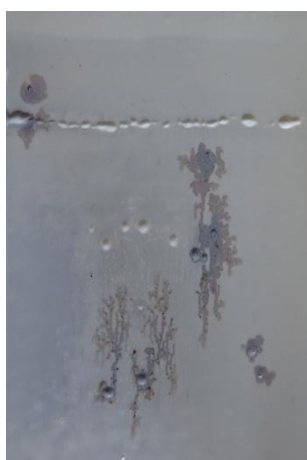


Po stažení

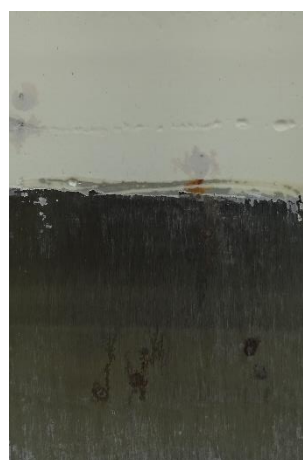
Obrázek 25 Organický povlak s obsahem Suříku a Vápence (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Wollastonitu

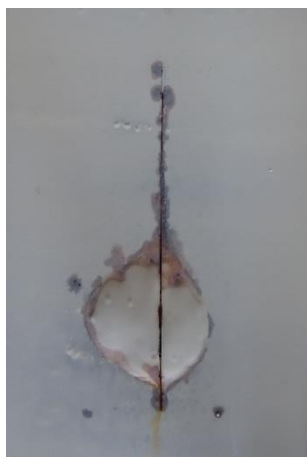
Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení

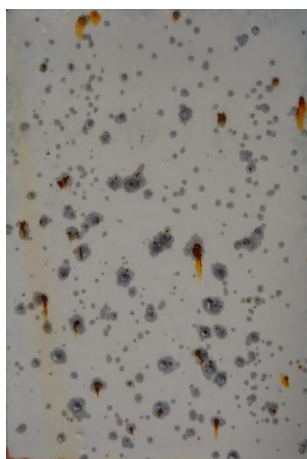


600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



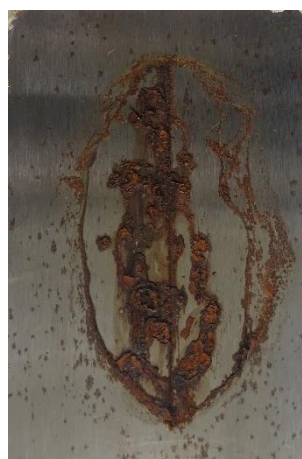
144 h expozice



Po stažení

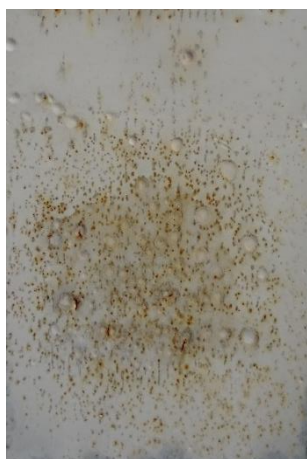


144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Obrázek 26 Organický povlak s obsahem Zinkové běloby a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení

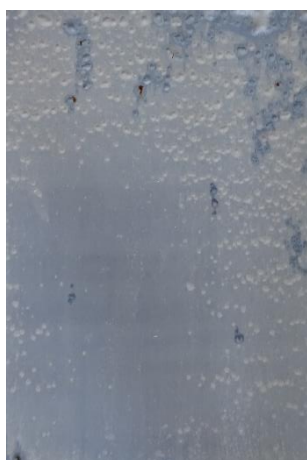


96 h expozice

Obrázek 27 Organický povlak s obsahem Draselného vodního skla a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Wollastonitu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



240 h expozice

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Obrázek 28 Organický povlak s obsahem Zinkfosfátu a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)

Organický povlak s obsahem Suříku a Wollastonitu

Expozice v atmosféře s povšechnou kondenzací



600 h expozice



Po stažení



600 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s neutrální solnou mlhou



240 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Expozice v atmosféře s obsahem oxidu siřičitého



144 h expozice



Po stažení



144 h expozice



Po stažení

Obrázek 29 Organický povlak s obsahem Suříku a Wollastonitu (po expozici korozních zkoušek)

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce:	Vodou ředitelné nátěrové hmoty s korozně inhibičními vlastnostmi
Autor práce:	Petr Kuchta
Obor:	Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Rok obhajoby:	2020
Vedoucí práce:	prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
Anotace:	Obsahem této bakalářské práce je studium naformulovaných vodou ředitelných nátěrových hmot na bázi dvousložkové vodou ředitelné epoxidové pryskyřice CHS-EPOXY 200v55 s obsahem různých typů plniv či antikoročních pigmentů a vybraných plniv. Cílem práce je vyhodnocení fyzikálně-mechanických a antikoročních vlastností připravených organických povlaků
Klíčová slova:	vodou ředitelná nátěrová hmota, epoxidová pryskyřice, inhibitor koroze, antikoroční pigment