

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
ÚSTAV ORGANICKÉ CHEMIE A TECHNOLOGIE

VLASTNOSTI POVRCHOVĚ MODIFIKOVANÝCH SILIKÁTŮ PRO POLYMERNÍ
MATERIÁLY A FARMAKOCHEMII

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Hašková Markéta

ŠKOLITEL: Ing. Kateřina Nechvílová

ŠKOLITEL SPECIALISTA: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

2017

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL – TECHNOLOGY
INSTITUTE OF ORGANIC CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

PROPERTIES OF THE SURFACE-MODIFIED SILICATES FOR POLYMERIC MA-
TERIALS AND PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

THESIS

AUTHOR: Hašková Markéta

SUPERVISOR: Ing. Kateřina Nechvílová

LEADING SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

2017

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta Hašková**
Osobní číslo: **C13115**
Studijní program: **B2830 Farmakochemie a medicínální materiály**
Studijní obor: **Farmakochemie a medicínální materiály**
Název tématu: **Vlastnosti povrchově modifikovaných silikátů pro polymerní chemii a farmakochemii**
Zadávající katedra: **Ústav organické chemie a technologie**

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

Povrchově modifikované, barevné i nebarvené částice anorganického nebo organického charakteru mají mnoho výhod při aplikacích do polymerů, kompozitů a farmakochemických materiálů. Mezi ně patří tvar, uskupení a rozložení částic v zaschlém filmu, zpracovatelské vlastnosti, viskozitní chování, omezení sedimentace ve filmu, hydrofobní vlastnosti, perleťový afekt atd. Pro vznik barevného nebo hydrofóbního efektu je také někdy výhodné opatřit vhodné částice nosičů vrstvou aktivně působící sloučeniny přechodných kovů nebo některých silikonových aditiv. Cílem práce je zhodnotit vlastnosti povrchově upravených pigmentů v polymerním filmu při expozici mechanickým a simulovaným vlivům atmosférického prostředí.

1. Proveďte literární rešerši na téma křemičitany a jejich vlastnosti, využití přírodních křemičitanů.
2. Popište povrchovou úpravu částic využívanou v laboratorní a průmyslové praxi.
3. Charakterizujte předložené vzorky dle normovaných postupů.
4. Získané výsledky diskutujte dle vlivu korozního prostředí a mechanických vlastností nátěrů jako celku. Stručně popište nové poznatky, závěry a přínosy práce pro vědu a praxi.
5. Sepište závěrečnou zprávu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Všechna dostupná chemická literatura.

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Kateřina Nechvílová

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce:

28. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. července 2017



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Miloš Sedlák, DrSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2017

Prohlašuji:

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

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

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

V Pardubicích dne

.....
Hašková Markéta

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat své rodině, která mně vždy věřila, podporovala po dobu studia a vytvářela láskyplné prostředí.

Ráda bych poděkovala paní prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr., za ochotu a rady, které mi pomohly při vytváření mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantce Ing. Kateřině Nechvílové za odborné vedení při práci v laboratořích a také při vedení psaní mé práce. Dále bych velice chtěla poděkovat laborantce Miroslavě Přerovské za pomoc, ochotu a vstřícnost při práci v laboratořích. Děkuji také CEMNATu (Centrum materiálů a nanotechnologií) při poskytnutí snímků z elektronového mikroskopu za projekt číslo CZ.1.05./4.1.00/11.0251.

Anotace

Teoretická část bakalářské práce obsahuje základní informace o silikátech. Jsou zde uvedeny základní informace o výskytu a vzniku, povrchové úpravě pomocí zinkferitu a vodivými polymery mezi hlavní zástupce patří polyacetylen, polyanilin, polythiofen, polypyrrol a polyparafenylendiamin, dále také jsou uvedeny informace o pigmentech a pojivech na bázi silikátů. Zmíněny jsou informace o využití ve farmakochemii a polymerních materiálech.

Součástí bakalářské práce je i experimentální část, která je zaměřena na vyhodnocování vlivu anorganických pigmentů s povrchovou úpravou vodivými i nevodivými polymery na rychlost koroze, pomocí fyzikálně – mechanických a cyklické korozní zkoušky. Celkem bylo připraveno 8 pigmentů, které byly použity pro formulaci jednotlivých nátěrových hmot při hodnotách objemové koncentrace pigmentu (OKP) = 5; 15 %, včetně alkydové pryskyřice. Výsledky budou diskutovány z hlediska jednotlivých povrchových úprav na křemičitanových částicích.

Klíčová slova

Křemičitany, pigment, plnivo, oxid křemičitý, vodivé polymery, nátěrové hmoty

Annotation

The theoretical part of the thesis contains basic information about silicates. Basic information about the presence and source are presented. Also surface treatment using zincferrit and other conductive polymers are presented. The main agents include polyacetylene, polyaniline, polythiophene, polypyrrole and polyparafenyldiamin. This thesis provides information about the pigments and binders based on silicates. Information about the usage in pharmaceutical chemistry and polymer materials are discussed.

Part of the thesis is also an experimental part which is focused on evaluation of influence of inorganic pigments with surface treatment by conductive and non - conductive polymers on the rate of corrosion, using physico - mechanical tests and cyclic corrosion testing. A total of 8 pigments were prepared which were used to formulate individual coating compositions at pigment volume (PVC) values of 5; 15 %, including alkyd resin. The results will be discussed in terms of individual surface treatments on silicate particles..

Keywords

Silicates, pigments, fillers, silicon dioxide, conductive polymers, coatings

OBSAH

1. Teoretická část.....	17
1.1. Křemičitany	17
1.2. Výskyt a vznik křemičitanů.....	17
1.2.1. Fylosilikáty.....	18
1.2.2. Oxid křemičitý.....	18
1.3. Povrchová modifikace křemičitanů	20
1.3.1. Úprava pomocí zinferitu.....	21
1.3.2. Povrchová úprava pomocí vodivých polymerů.....	22
1.4. Pigmenty a anorganická plniva.....	31
1.4.1. Antikoroziční pigmenty	32
1.4.2. Vybraní zástupci anorganických pigmentů	33
1.4.3. Přírodní plniva na bázi křemíku	34
1.5. Využití v různých odvětvích průmyslu.....	40
1.5.1. Farmaceutické aplikace	40
1.5.2. Lékařské aplikace	41
1.5.3. Biomedicínské aplikace.....	42
2. Experimentální část.....	43
2.1. Charakteristika surovin.....	43
2.1.1. Použité pigmenty	43
2.1.2. Použité pojivo.....	44
2.1.3. Pomocné látky a rozpouštědla.....	44
2.2. Použité přístroje a zařízení	45
2.3. Specifikace testovaných pigmentů na základě fyzikálně-chemických veličin...	45
2.3.1. Stanovení měrné hmotnosti pigmentu	45
2.3.2. Stanovení spotřeby oleje ČSN 67 0351.....	46
2.3.3. Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu.....	46
2.4. Příprava modelových nátěrových hmot	47

2.4.1.	Formulace nátěrových hmot.....	47
2.4.2.	Postup přípravy organických povlaků.....	50
2.5.	Příprava zkušebních vzorků pro korozní a mechanické zkoušky	50
2.5.1.	Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech.....	50
2.5.2.	Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech	51
2.5.3.	Příprava zkušebních vzorků na fólie	51
2.6.	Metody hodnocení vlastností nátěrových filmů pomocí zkoušek mechanické odolnosti	51
2.6.1.	Měření tloušťky nátěru ISO 2808	51
2.6.2.	Měření relativní povrchové tvrdosti nátěrů ČSN 673076	52
2.6.3.	Stanovení změny lesku nátěru ČSN 67 3063	52
2.6.4.	Stanovení pH a měrné elektrické vodivosti vodných výluhů volných nátěrových hmot ČSN EN ISO 787-9	53
2.6.5.	Fyzikálně-mechanické zkoušky	53
2.7.	Metody hodnocení vlastností nátěrů pomocí cyklických zrychlených korozních zkoušek	56
2.7.1.	Zkouška ke stanovení odolnosti nátěru vůči 100 % relativní vlhkosti vzduchu (s urychlujícím vlivem teploty) ČSN ISO 6731	56
2.7.2.	Zrychlená cyklická korozní zkouška v atmosféře kondenzované vlhkosti s obsahem SO ₂ ČSN ISO 3231.....	57
2.7.3.	Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl ČSN ISO 9227.....	57
2.8.	Metody hodnocení korozních zkoušek	58
2.8.1.	Hodnocení korozního projevu: puchýře v ploše nátěru a puchýře v řezu nátěru	58
2.8.2.	Hodnocení korozního projevu: koroze zkušebního řezu ASTM D 1654-92.....	59
2.8.3.	Hodnocení korozního projevu: podkorodování nátěrového filmu, koroze v ploše panelu	61
2.8.4.	Celkové hodnocení korozních zkoušek.....	64
3.	<i>Výsledky a vyhodnocení</i>	65
3.1.	Vyhodnocení fyzikálně - chemických vlastností pigmentů	65

3.1.1.	Výsledky stanovení měrné hmotnosti pigmentu	65
3.1.2.	Výsledky stanovení olejového čísla	66
3.1.3.	Výsledky stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu	66
3.2.	Vyhodnocení vlastností na základě nepřímých korozních zkoušek.....	66
3.2.1.	Výsledky měření tloušťky nátěrů	66
3.2.2.	Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech.....	67
3.2.3.	Výsledky stanovení lesku nátěru.....	69
3.2.4.	Výsledné stanovení pH vodných výluh volných nátěrových filmů	70
3.2.5.	Výsledky měrné elektrické vodivosti vodných výluhů volných nátěrových filmů	71
3.2.6.	Výsledky fyzikálně – mechanických zkoušek	71
3.3.	Vyhodnocení vlastností na základě přímých korozních zkoušek.....	72
4.	<i>Diskuze výsledků</i>.....	74
4.1.	Vyhodnocení vlastností nátěrových filmů na základě nepřímých korozních zkoušek	74
4.1.1.	Vlastnosti nátěrových filmů	74
4.1.2.	Tloušťka nátěrového filmu	76
4.1.3.	Relativní povrchová tvrdost nátěrových filmů.....	76
4.1.4.	Lesk nátěrových filmů.....	77
4.1.5.	pH a měrná elektrická vodivost vodných výluhů volných nátěrových filmů ..	79
4.1.6.	Fyzikálně – mechanické zkoušky nátěrových filmů	80
4.2.	Vyhodnocení vlastností na základě přímých korozních zkoušek.....	81
5.	<i>PŘÍNOSY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</i>.....	84
6.	<i>ZÁVĚR</i>.....	85
7.	<i>POUŽITÁ LITERAURA</i>.....	86
8.	<i>Přílohy</i>.....	94
8.1.	Vzorky nátěrových filmů po expozici a po odstranění nátěrového filmu	94
	<i>Údaje pro knihovnickou databázi</i>	102

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: USPOŘADÁNÍ KŘEMIČITANŮ 1 PROSTOROVÉ, 2 PLOŠNÉ.....	17
OBRÁZEK 2: MODIFIKAČNÍ PŘEMĚNY SiO_2 V ŘADĚ KŘEMEN - TRIDYMIT - CRISTOBALIT – SKLO V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ	20
OBRÁZEK 3: STRUKTURY NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH VODIVÝCH POLYMERŮ	24
OBRÁZEK 4: POLYANILINOVÉ FORMY	27
OBRÁZEK 5: REAKCE NEVODIVÉ POLYANILINOVÉ BÁZE S KYSELINOU VEDOUcí K VODIVÉ POLYANILINOVÉ „SOLI“	27
OBRÁZEK 6: STABILNÍ KATIONTY RADIKÁLU PRODUKOVANÉ OXIDACÍ P-FENYLENDIAMINU	31
OBRÁZEK 7: VZOREK MASTKU	36
OBRÁZEK 8: STRUKTURA KAOLINU, PŘI POŘÍZENÍ MIKROSKOPEM PŘI ZVĚTŠENÍ 24000X, KONKRÉTNÍ UKÁZKA Z DOLOMITOVÝCH SKAL.....	37
OBRÁZEK 9: ČÁSTICE SLÍDY PO MLETÍ VODNÍM MLÝNKEM NA BÁZI VODNÍHO PAPRSKU (TLAK VODY 300 MPa), I PO MLETÍ ZACHOVÁNA VRSTEVNATÁ STRUKTURA, POŘÍZENÍ MIKROSKOPEM PŘI ZVĚTŠENÍ 1000X	39
OBRÁZEK 10: UKÁZKA HODNOCENÍ MŘÍŽKOVÉHO ŘEZU PODLE STUPNICE 1 - 5	55
OBRÁZEK 11: PŘEDLOHY K HODNOCENÍ KOROZNÍCH PROJEVŮ: PODKORODOVÁNÍ NÁTĚROVÉHO FILMU A KOROZE V PLOŠE PANELU	63
OBRÁZEK 12: ČÁSTICE KAOLÍNU Z ELEKTRONOVÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 3000X (VLEVO)	74
OBRÁZEK 13: ČÁSTICE MASTKU Z ELEKTRONOVÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 5000X (VPRAVO)	74
OBRÁZEK 14: ČÁSTICE KAOLÍNU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU PANI Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 5000X (VLEVO)	75
OBRÁZEK 15: ČÁSTICE MASTKU POVRCHOVOU ÚPRAVOU PANI Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 4500X (VPRAVO)	75
OBRÁZEK 16: ČÁSTICE MASTKU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU ZINKFERITU Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 1000X (VLEVO)	75
OBRÁZEK 17: ČÁSTICE MASTKU Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU, ZVĚTŠENO 3000X (VPRAVO)	75
OBRÁZEK 18: ČÁSTICE MASTKU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU PANI Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU (VLEVO)	76

OBRÁZEK 19: ČÁSTICE KAOLÍNU S POVRCHOVOU ÚPRAVOU PANI Z ELEKTRONICKÉHO MIKROSKOPU (VPRAVO)	76
OBRÁZEK 20: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ LESKU NÁTĚROVÝCH FILMŮ, 7. DEN MĚŘENÍ.....	78
OBRÁZEK 21:GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ LESKU NÁTĚROVÝCH FILMŮ, 43. DEN MĚŘENÍ.....	79
OBRÁZEK 22: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ CELKOVÉ MECHANICKÉ ODOLNOSTI.....	81
OBRÁZEK 23: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ CELKOVÉ ANTIKOROZNÍ ÚČINNOSTI	83
OBRÁZEK 24: ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	94
OBRÁZEK 25: KAOLÍN/SI OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	94
OBRÁZEK 26: KAOLÍN/SI OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	95
OBRÁZEK 27: TALEK E-60 OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE.....	95
OBRÁZEK 28: TALEK E-60 OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE.....	96
OBRÁZEK 29: FILEMON OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE.....	96
OBRÁZEK 30: MASTEK/ZINKFERIT OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE.....	97
OBRÁZEK 31: MASTEK/ZINKFERIT OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE...	97
OBRÁZEK 32: KAOLIN/PANI OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	98
OBRÁZEK 33: KAOLÍN/PANI OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	98
OBRÁZEK 34: KAOLÍN/PPY OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	99
OBRÁZEK 35: KAOLÍN/PPY OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	99
OBRÁZEK 36: MASTEK/PANI OKP 5 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	100
OBRÁZEK 37: MASTEK/PANI OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	100
OBRÁZEK 38: MASTEK/PPY OKP 15 % PO ZRYCHLENÉ KOROZNÍ CYKlickÉ ZKOUŠCE	101

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

TABULKA 1: PŘEHLED ROZDĚLENÍ KŘEMIČITANŮ	18
TABULKA 2: PŘEHLED 3 HLAVNÍCH VLASTNOSTÍ VODIVÝCH POLYMERŮ.....	24
TABULKA 3: MOŽNÉ DĚLENÍ ZÁKLADNÍCH PIGMENTŮ.....	33
TABULKA 4: FORMULACE SYSTÉMU KAOLÍN/SI : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	47
TABULKA 5: FORMULACE SYSTÉMU KAOLÍN/PANI : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	48
TABULKA 6: FORMULACE SYSTÉMU KAOLÍN/PPY : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	48
TABULKA 7: FORMULACE SYSTÉMU FILEMON : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE.....	48
TABULKA 8: FORMULACE SYSTÉMU MASTEK/ZINKFERRIT : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE.....	49
TABULKA 9: FORMULACE SYSTÉMU MASTEK/PPY : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	49
TABULKA 10: FORMULACE SYSTÉMU MASTEK/PANI : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	49
TABULKA 11: FORMULACE SYSTÉMU TALEK E-60 : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE	50
TABULKA 12: HODNOCENÍ CELKOVÉ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ODOLNOSTI.....	54
TABULKA 13: ZPŮSOB HODNOCENÍ STUPNĚ TVORBY PUCHÝŘŮ	59
TABULKA 14:- HODNOCENÍ KOROZE ŘEZU PODLE NORMY ASTM D 1654 – 92	60
TABULKA 15: PRAKTICKÉ UKÁZKY KOROZE V OKOLÍ ŘEZU.....	61
TABULKA 16: ZPŮSOB HODNOCENÍ KOROZE V PLOŠE NÁTĚRU A PLOŠE KOVOVÉHO PODKLADU	62
TABULKA 17: HUSTOTA JEDNOTLIVÝCH PIGMENTŮ	65
TABULKA 18: OLEJOVÉ ČÍSLO JEDNOTLIVÝCH PIMENTŮ.....	66
TABULKA 19: KOKP JEDNOTLIVÝCH PIGMENTŮ.....	66
TABULKA 20: RELATIVNÍ POVRCHOVÁ TVRDOST UVEDENÁ V PROCENTECH PRO DANÉ PIGMENTY	67
TABULKA 21: MŘÍŽKOVÁ ZKOUŠKA NÁTĚROVÝCH HMOT NA SKLENĚNÝCH PANELECH.....	68
TABULKA 22: MĚŘENÍ LESKU NÁTĚRU PIGMENTŮ	69
TABULKA 23: PH VODNÝCH VÝLUH PIGMENTŮ PŘI TEPLOTĚ 20 °C ±1 °C	70
TABULKA 24: MĚRNÁ ELEKTRICKÁ VODIVOST VODNÝCH VÝLUH PIGMENTŮ PŘI TEPLOTĚ 20 °C ±1 °C	71
TABULKA 25: VÝSLEDKY FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÝCH ZKOUŠEK NÁTĚRŮ DANÝCH PIGMENTŮ ..	72
TABULKA 26: VÝSLEDKY ZRYCHLENÉ KOROZNÍ ZKOUŠKY NÁTĚRŮ SE SVISLÝM ŘEZEM V ATMOSFÉŘE SE ZVÝŠENOU VLHKOSTÍ, V ATMOSFÉŘE NaCl A ATMOSFÉŘE SO ₂	73

SEZNAM ROVNIC

ROVNICE 1	19
ROVNICE 2	22

ÚVOD

Křemičitany neboli také silikáty jsou sloučeniny oxidu křemičitého (SiO_2). Tyto minerály jsou největší třídou nerostů a především jsou nejdůležitější součástí zemské kůry. V přírodě jsou rozšířené zejména jako součásti hornin. Křemičitany mohou mít velmi složitou strukturu a složení. Mají různé vlastnosti, nekovový vzhled, jsou odlišně zbarvené a v tenkých lupíncích průhledné. Většinou jsou lehké a tvrdé, kde výjimkou je mastek. V kyselinách se rozpouštějí málo nebo vůbec. Vznikají z magmatu nebo také zvětráváním jiných křemičitanů [1].

Povrchová úprava křemičitanů se provádí vodivými polymery a pomocí zinkferitu. Mezi hlavní zástupce vodivých polymerů se řadí polyacetylen, polythifen, polypyrrol, a polyanilin, polyparafenyldiamin. Povrchová úprava zinkferitem se provádí vypalovacím procesem a úpravou na mokré cestě.

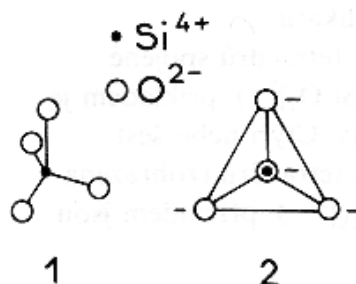
Oxid křemičitý je pevná a obtížně tavitelná látka. Vyznačuje se prostorovou strukturou, kde každý atom kyslíku je v ní vázán ke dvěma atomům křemíku a každý atom křemíku ke čtyřem uspořádaným atomům kyslíku do tetraedrické soustavy [2].

1. Teoretická část

1.1. Křemičitany

Křemičitany jsou sloučeniny křemíku, kde nejvýznamnější a nejjednodušší kyselinou je kyselina křemičitá H_2SiO_3 . Křemičitany jsou velice stabilní soli křemičitých kyselin. Jsou odvozeny od jejich slabých a nestabilních křemičitých kyselin. Kyseliny jsou za sebou řetězce-ny skupinou $[\text{SiO}_3]$.

Silikáty jsou sloučeniny, ve kterých se vyskytuje křemík v oxidačním stavu +IV. Silikáty jsou nejhojněji zastoupenou skupinou minerálů zemské kůry. Horninové silikáty a křemen tvoří 75 % zemské kůry. Sloučeniny křemíku jsou obsažené i v hydrosféře a to ve formě rozpuštěného oxidu křemičitého. Základní stavební strukturou pro silikáty je tetraedr, $[\text{SiO}_4]$, který je tvořen atomem křemíku, který je obklopen 4 atomy kyslíku $\{\text{SiO}_4\}$ (Obrázek 1) [3; 4; 5].



Obrázek 1: Uspořádání křemičitanů 1 prostorové, 2 plošné, převzato z [6]

Silikátová struktura může být monomerní anebo se tvoří polymerní. Podle způsobu vazeb kyslík-křemík je možné dělit silikáty do 6 skupin viz. tabulka 1 [3].

1.2. Výskyt a vznik křemičitanů

Křemičitany tvoří nejpočetnější skupinu. Většina křemičitanů vzniká přímým tuhnutím křemičitanové taveniny magmatu a jejich zvětráváním vznikají jiné nerosty. Zvětráváním křemičitanů vznikají druhotné nerosty neboli také nazývány vodnaté křemičitany, například živec, který se po zvětrávání přemění na kaolinit. Křemičitany lze také získat tavením alkalických oxidů s oxidem křemičitým. Oxid křemičitý se v přírodě vyskytuje nejčastěji jako krystalický křemen, který je součástí některých hornin například pískovec, granit. Částečně vykrystalizovaný oxid křemičitý se nachází v přírodě jako opál, stárnutím opálu vzniká méně

hydratovaný chalcedon a následně vzniká řada jeho modifikací jako je achát, jaspis a onyx [7].

Tabulka 1: Přehled rozdělení křemičitanů

Nesosilikáty	Olivín	$(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_4$
	Zirkon	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$
Sorosilikáty	Hemimorfit	$\text{Zn}_4[(\text{OH})_2 \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$
Cyklosilikáty	Beryl	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
Inosilikáty	Diopsid	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
	Augit	$\text{Ca}(\text{Mg,Al,Fe})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$
Fylosilikáty	Mastek	$\text{Mg}_3[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$
	Slídy	$\text{A B}_3 \text{C}_4 \text{O}_{10} (\text{OH,F})_2$ A = K, Na, Ca B = Li, Fe^{2+} , Mg, Al, Fe^{3+} C = Si, Al
Tektosilikáty	Jílové minerály	
	Živce Foidy	$(\text{K,Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$

1.2.1. Fylosilikáty

Fylosilikáty patří do skupiny minerálů, které mají vrstevnatou strukturu a splňují další kritéria, která je řadí do této skupiny. Velmi často jsou známé pod obecnějším pojmem „Jílové minerály“. Mezi tyto jílové minerály se řadí všechny fylosilikáty, ale i některé hydroxidy a oxidy, které dodávají jílové hmotě elasticitu. Jílové minerály jsou zastoupeny ve starších horninách, půdách a recentních sedimentech [8].

1.2.2. Oxid křemičitý

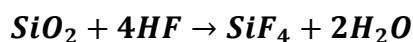
Oxid křemičitý je sloučenina ze dvou nejrozšířenějších prvků na Zemi kyslíku a křemíku, které se vyskytují v amorfní i krystalické formě. Po vodě je oxid křemičitý druhou nejvýznamnější sloučeninou [9; 10].

Když křemík a kyslík vytvoří vazbu s jinými prvky, tak vznikají spárované formace. Vědci nazývají tento jev párování křemík-kyslík (SiO) jako čtyřstěn, protože je sestaven ze čtyř atomů kyslíku a jednoho atomu křemíku. Tetraedr znamená "čtyři povrchy" a vztahuje se na

tvár sloučeniny SiO. Čtyřstěn tvoří vazby křemík-kyslík, a také tvoří vazbu se sodíkem, draslíkem, vápníkem, hořčíkem, železem a hliníkem za vzniku silikátů [11].

Křemičitany tvoří „nejhojnější“ třídu minerálů. Geologové považují křemičitany jako základní materiály, z nichž jsou vytvořeny většina skály. Oxid křemičitý se vyskytuje ve 22 fázích a 12 polymorfních formách. Díky jeho rozmanitosti a velkému praktickému využití je nejstudovanější sloučeninou. Oxid křemičitý, jehož sumární vzorec je (SiO₂), existuje ve třech krystalických formách, a to ve formě křemene, tridymitu a cristobalitu. Čistá forma oxidu křemičitého je křišťál, nečisté formy mohou být růženín, kouřový křemen, citrín [12].

Oxid křemičitý je odolný vůči kyselinám, kromě kyseliny fluorovodíkové HF. Reaguje s kyselinou fluorovodíkovou za vzniku fluoridu křemičitého (SiF₄) a vody (rovnice 1). SiO₂ je hlavní složkou ve skle, cihlách a betonu, a také tvoří izolátor v křemíkových zařízeních [12].

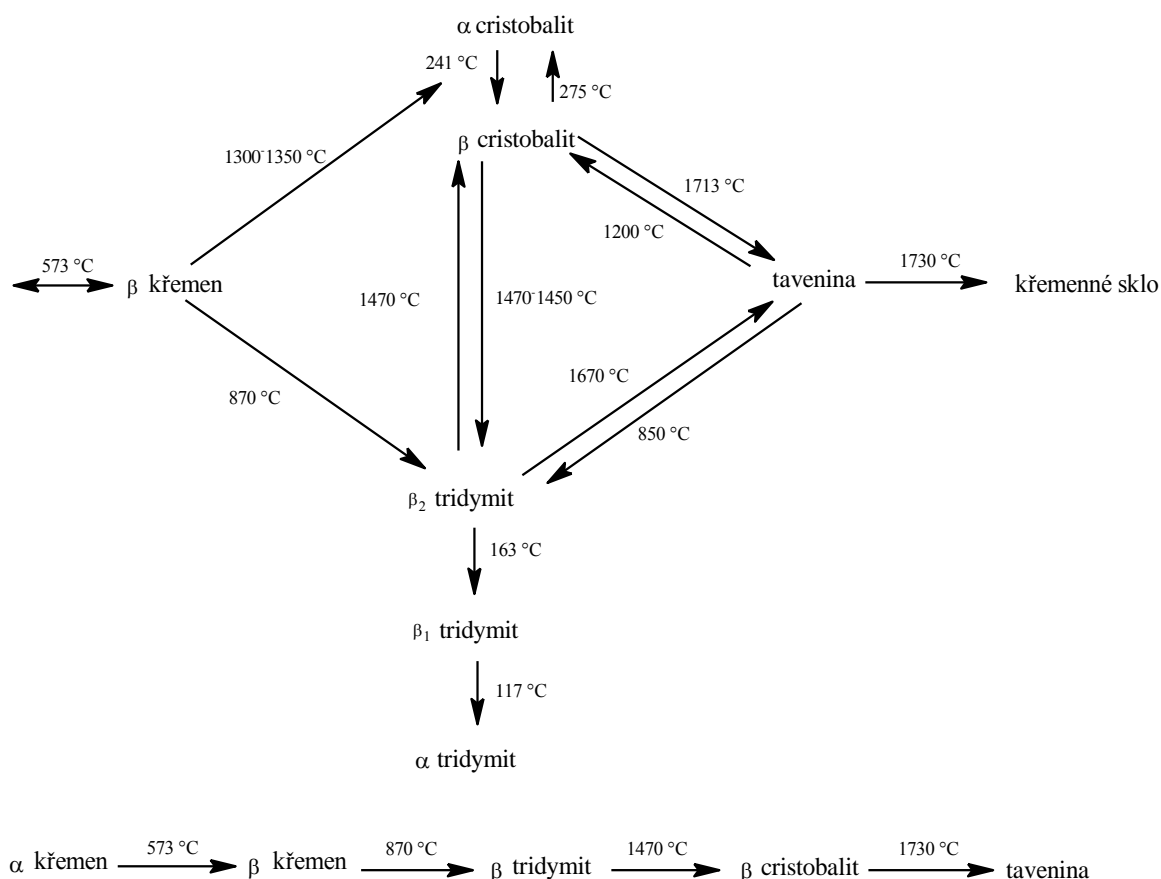


Rovnice 1

Krystalické modifikace SiO₂

Oxid křemičitý se vyskytuje v krystalickém amorfním stavu. Je složen ze seskupení tetraedrů SiO₄, které jsou všechny spojeny sdílením jednoho vrcholu. Modifikace při vysokých teplotách jsou označovány jako α-modifikace a jsou stálé. Při ochlazování přecházejí do β-modifikace. Přeměny mezi modifikacemi mohou být pomalé nebo rychlé (Obrázek 2). Pomalé přeměny křemene jsou definovány velkými strukturními změnami v krystalové mřížce. Ke změnám v krystalové mřížce dochází k porušení vazeb a vytvoření nových stabilnějších vazeb. Tyto modifikace se liší svými fyzikálními vlastnostmi v krystalové mřížce. β-křemen je nejčastější formou křemene. Do teploty 573 °C je stabilní. Při teplotě 573 °C se rychle přeměňuje na α-křemen, který se v přírodě nevyskytuje. Pokud se α-křemen zahřeje na teplotu 870 °C dochází k modifikační přeměně na α-tridymit. Tato přeměna je pomalá a probíhá při dostatečném rozemletí za přítomnosti silných mineralizátorů. Poté se α-křemen při teplotách větší než 1300 °C přeměňuje v α-tridymit přes přechodnou fázi metacristobalitu. Za nepoužití mineralizátorů se α-křemen přeměňuje při teplotách 1300 – 1400 °C přes metacristobalit v α-cristobalit. Při tomto rozmezí teplot je α-tridymit stabilní, ten se ale tvoří až dalším zahříváním takto vzniklého α-cristobalitu. Za teplot 870 °C – 1470 °C je α-tridymit stabilní. Dále vzniká pomalou přeměnou α-cristobalit při zahřívání nad teplotu 1470 °C. Ochlazením teploty na 163 °C se rychlými přeměnami α-tridymitu mění na β-tridymit a při teplotě 117 °C na γ-tridymit. V intervalech tepla 117 °C – 163 °C, kde β-tridymit je přechodná forma, která je

stabilní. Nízkoteplotná forma tridymitu se nazývá γ -tridymit, a je stabilní do teploty 110°C . Pak se rychlou přeměnou přeměňuje na β -tridymit, v přírodě se však vyskytuje velmi zřídka ve vulkanických horninách. Při teplotách od 1470°C do 1713°C je α -cristobalit stabilní a při teplotě 1713°C se přeměňuje na taveninu křemenného skla. Při ochlazení na 240°C se rychle přeměňuje na β -cristobalit, který je nízkoteplotní formou cristobalitu, v přírodě se vyskytuje velmi zřídka. Do teploty 240°C je stabilní, pak se rychle přeměňuje na α -cristobalit. Ochlazením křemičité taveniny vzniká křemenné sklo [10; 13].



Obrázek 2: Modifikační přeměny SiO_2 v řadě křemen - tridymit - cristobalit – sklo v závislosti na teplotě, převzato z [14]

1.3. Povrchová modifikace křemičitanů

Modifikace křemičitanů vytváří po své polymerizaci a adsorpci na povrchu částic omezeně propustnou vrstvu [15]. Neošetřené minerály například smektit, který patří mezi jílové minerály, je silně hydrofilní, a proto není vhodný pro adsorpci většiny organických molekul. To je výměnná reakce mezi vrstvy iontů s organofilními ionty, které modifikují a přizpůsobují vrstevnaté křemičitaný pro použití jako polymerní plniva. Klíčovým parametrem pro změnu

vrstevnatého křemičitanu je jeho hustota náboje, který určuje koncentraci výměnnými iontů v systému [16]. Modifikace povrchu anorganických nanočástic například nanoplňiv se stávají stále více důležitými, protože povrch modifikace je nezbytným předpokladem pro dosažení zlepšení vlastností konstrukčních materiálů s novými vlastnostmi. Modifikovaný vrstevnatý silikát může být použit jako síťovací činidla pro termoplastické polymery nebo elastomerní materiály. Například s použitím konceptu výměnou kationtu sodného funkčními kationty kovů [17].

1.3.1. Úprava pomocí zinkeritu

V posledních letech se zinkerit, obecným vzorcem $ZnFe_2O_4$ začal využívat v různých oblastech, např. jako magnetický materiál, plynový senzor, absorbent pro desulfurizaci, polovodič pro fotokatalyzátor [18].

Šepelák a kol. se zabývali ve své práci Rietveldovou analýzou mechanicky práškového aktivního zinkeritu. Za použití Rietveldovy analýzy a Mössbauerovy spektroskopie byly zkoumány mechanicky vyvolané změny ve struktuře a magnetické vlastnosti feritu zinku. Tvorba uspořádání spinu v mechanicky aktivovaném feritu zinku byla spojena s redistribucí kationtů v blízké nabitě aniontové částici. Na základě Rietveldovy analýzy byl určen stupeň mechanicky indukované inverze, jakož i přesné souřadnice atomů a mřížkových parametrů v neaktivovaném a mechanicky aktivním $ZnFe_2O_4$ [19].

Vypalovací proces a úprava mokrou cestou

Vypalovací proces neboli také "kalcinace" je pouze teplotní přeměna. Kalcinace se provádí za vyšších teplot, ze suroviny se odstraňuje chemicky vázaná voda. Dochází také k termickému rozkladu některých hydrátů, karbonátů, sulfátů, síranů a jiných sloučenin, případně k odstranění těkavých složek [20].

Mokrý proces je syntetická i prášková forma. Pro tuto úpravu se používají minerální kyseliny například kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná, lučavka královská, kyselina sírová, kyselina fluorovodíková, kyselina chloristá, a také se používají hydroxidy [21].

Povrchová úprava pigmentu je možná pomocí těchto látek kyseliny sírové, hydrátem síranu železnatého, hexahdrát síranu železitého a močoviny [22].

Ginsberg a kol. se zabývali ve svém článku termochemickou charakterizací kalcinace výrobních kroků sulfátového způsobu pro výrobu oxidu titaničitého. Síranový způsob výroby oxidu titaničitého. Vycházeli ze surového materiálu ilmenitu ($FeTiO_3$), nebo titanové strusky.

Ilmenit za působením kyseliny sírové, která poskytovala FeSO_4 a TiOSO_4 (rovnice 2) se rozštěpil. FeSO_4 a TiOSO_4 se rozpustily ve studené vodě. Poté, co se odstranilo železo jako $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vakuovou krystalizací, zbylá kapalina TiOSO_4 hydrolyzovala přidáním páry, to způsobilo vysrážení anatasových krystalitů o velikosti 5 až 15 nm. Vzhledem k tomu, že byly OH skupiny, adsorbované na povrchu krystalitů, celkové složení lze vyjádřit sumárním vzorcem $\text{TiO}(\text{OH})_2$.



$$\Delta H_{298} = -146 \text{ kJ/mol}$$

Rovnice 2

V důsledku neúplného odsíření, asi 5 až 10 hm%, byl v pevné látce stále přítomen zbytkový $\text{TiOSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a $\text{TiOSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Hydrolyzát se zbavil vody pomocí vakuových rotačních bubnových filtrů, dokud nebylo dosaženo obsahu vody přibližně 55 hm% výsledného pastovitého filtračního koláče, který byl následně minimální čas kalcinován v rotační peci, kde byla vlhkost adsorbované vody a zbývající sulfátové skupiny odstraněna dříve, než konečné fázové přechody z anatasu na rutil nastala mezi 800 a 1000 °C [23].

1.3.2. Povrchová úprava pomocí vodivých polymerů

Vodivé polymery v sobě spojují elektrické chování, které je charakteristické pro polovodiče s materiálovými vlastnostmi umožňující jednoduché zpracování. Polymery mohou měnit nejen svojí strukturu ale i své fyzikální vlastnosti [24].

Tyto polymery jsou připravované jako prášky, které mohou mít nanotubulární nebo granulární morfologii [25].

Vodivé polymery se liší od normálních polymerů vlastní elektrickou vodivostí. Vodivé polymery vedou proud i pomocí iontů, které zajišťují vhodné dopanty těchto polymerů. Srovnání vodivostí polymerů a vodivostí kovů se liší tím, že ionty jsou větší než elektrony a jsou méně vodivé, proto se nazývají vodiče II. řádu, zatímco kovy jsou vodiče I. řádu. Příklady nejdůležitějších vodivých polymerů jsou polyacetylen [26], polythiofen [27], polypyrrol [28; 29], polyanilin [28], polyfenyl [30], poly (*p*-fenylenvinylen) [31] nebo poly (*p*-fenylendiamin) (Obrázek 3).

Typickými vodivými polymery jsou polyanilin, polypyrrol, a polythiofen, jejich fyzikální a chemické vlastnosti mají využití v různých aplikacích, kde mohou nahradit vodivé pigmenty.

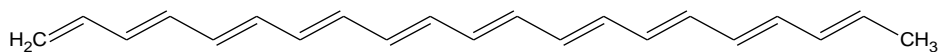
ty, které lze využít jako příměs do recyklovaných plastů, kde polymery sjednocují jejich určité zbarvení [32] i v nových překvapivých směrech v oblasti nátěrových hmot, včetně použití inhibitorů koroze, vodivých polymerů, vztahu mezi pojivky a složkami nátěrových hmot, vývoj nových účinných pigmentů a vlivu rozměru složek na vlastnosti nátěrů [25]. Základem vodivých polymerů jsou tak zvané konjugované polymery, které se vyznačují pravidelným střídáním dvojných vazeb v oblasti hlavního řetězce makromolekuly.

Konjugované polymery

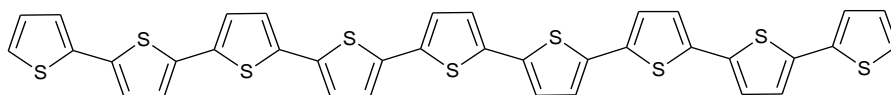
Polymery jsou obecně chápány jako organické látky, které jsou tvořené molekulami, jejichž charakteristickým znakem je mnohonásobné opakování konstitučních jednotek [33; 34]. Konjugované polymery vykazují vlastní vysokou elektrickou vodivost (tabulka 2). Vysoká elektrická vodivost je umožněna pravidelným střídáním dvojných a jednoduchých vazeb. Kromě těchto systémů vazeb je důležitá přítomnost pohyblivých nosičů náboje, které umožňují pohyb po konjugovaném řetězci. Tyto nosiče vznikají procesem, kterému se říká dopování. Dopování může probíhat pomocí anorganických i organických látek, mezi nimi je však podstatný rozdíl. U dopování anorganických látek, kde stopová koncentrace dopující látky výrazně ovlivňuje elektrické vlastnosti, zatímco u organických látek je potřeba řádově vyšších koncentrací [24; 35]. U této skupiny polymerů se elektrická vodivost pohybuje na $1 \cdot 10^{-2}$ – $3 \cdot 10^1 \text{ S cm}^{-1}$, vodivost lze srovnat s vodivostí anorganických polovodičů. Mezi anorganické dopanty patří například, kyselina chlorovodíková [36], kyselina sírová [37], kyselina fosforečná [38], kyselina fluorovodíková [39], a kyanovodíková kyselina [40]. Mezi organické dopanty patří kyselina salicylová [41], kyselina benzoová [42], kyselina mravenčí [43] a kyselina ftalová [44]. Ve srovnání s kovy je elektrická vodivost mnohonásobně nižší na druhé straně je o mnoho řádu vyšší oproti běžným polymerům [45]. Skupina polymerů, jejichž vlastní vodivost může dosahovat hodnot až o 10 i více řádů vyšších, než je vodivost běžných izolantů. A naopak o 4 až 6 řádů nižších než je vodivost kovů [46]. Příprava vodivého polymeru je analogií přípravy anorganického dopovaného polovodiče [24].

Tabulka 2: Přehled 3 hlavních vlastností vodivých polymerů

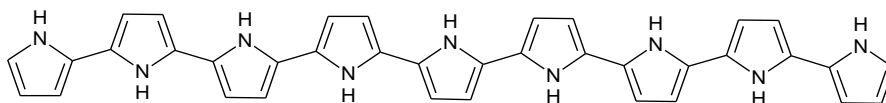
Polymer	Elektrická vodivost ($S \cdot cm^{-1}$)	Teplotní stabilita	Zpracovatelnost
Polyanilin	$1 \cdot 10^1$	Dobrá	Dobrá
Polythiofen	$1 \cdot 10^2$	Dobrá	Výborná
Polypyrrol	$1 \cdot 10^2$	Dobrá	Dobrá
Polyfenylen	$1 \cdot 10^3$	Špatná	Omezená
Polyacetylen	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$	Špatná	Omezená



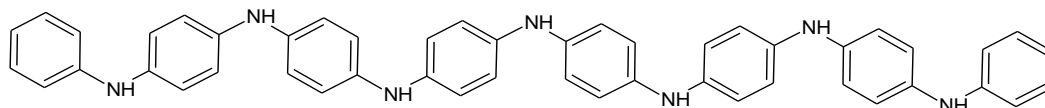
poly-trans-acetylen



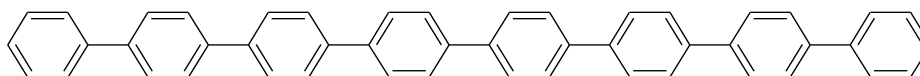
polythiofen



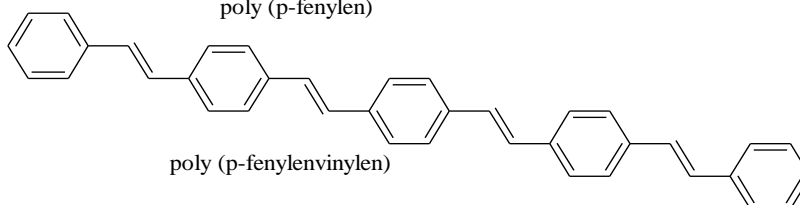
polypyrrol



polyanilin (báze)



poly (p-fenylen)



poly (p-fenylenvinyleen)

Obrázek 3: Struktury nejdůležitějších vodivých polymerů, převzato z [31]

Princip vodivých polymerů

Vysvětlení pro vodivost polymerů se používá pásová teorie pro objasnění metody elektrické vodivosti. Vychází se z principu přenosu náboje stejného jakou amorfních polovodičů. Transport je významný způsob pro ovlivnění neuspořádanosti, která způsobuje delokalizaci π -elektronů i ve vodivých polymerech. Vodivý polymer se tvoří z jednorozměrných řetězců ze stejných konstitučních jednotek. Po celé délce řetězce polymeru dochází k delokalizaci π -elektronů, tyto elektrony pak vytvářejí pásy podobným pásům v polovodičích. V ideálním případě je π -pás také nazýván HOMO z anglického překladu Highest Occupied Molecular Orbital, zcela zaplněn a π^* -pás je nazýván, LUMO z anglického překladu Lowest Unoccupied Molecular Orbital, zcela prázdný a materiál nevodivý. Ke zvýšení vodivosti dochází pomocí dopování [31] například již výše zmíněnými kyselinami [36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44]

Zástupci vodivých polymerů

Polyacetylen (PA)

PA patří také mezi vodivé polymery. Elektrické vlastnosti PA odpovídají přítomnosti dvojných vazeb zahrnující π -elektrony. Tyto uhlovodíky jsou bioaktivní látky nalezené v různých rostlinných potravinách například v mrkvi nebo celeru. Projevily se antimikrobiální aktivita, neurotoxicita, protizánětlivé a proti karcinogenní účinky [47].

Kjellenberg a kol. vytvořili studii na téma korelace koncentrace polyacetyleny mezi mrkví a různými parametry půdy.

Matsunaga a kol. se zabývali ve své práci cytotoxickou aktivitou polyacetylenových sloučenin v ženšenu pravém. Účinky tří polyacetylenových sloučenin panaxynolu, panaxydolu a panaxytriolu byly studovány na růst in vitro buněk. Tyto sloučeniny se velmi lišily v jejich rozpustnosti ve vodě. Aby se zvýšila rozpustnost ve vodě, byly připraveny pevné komplexy polyacetylenových sloučenin s α -cyklodextrinem (CD). Přesné koncentrace účinných látek v kultivačním médiu byly stanoveny plynovou chromatografií. Všechny tyto CD-komplexy inhibovaly růst různých druhů kultivovaných buněčných linií závislých na dávce. Inhibiční aktivita růstu buněk z těchto komplexů byla mnohem účinnější proti maligním buňkám a než proti „normálním“ buňkám. Kontinuální kontakt mezi sloučeninami a cílovými buňkami byl nezbytně nutný pro inhibici růstu. Inhibice byla cytotoxická při vysokých koncentracích a

cytostatika při nízkých koncentracích. Toto zjištění ukázalo, že režim těchto sloučenin polyacetylenového účinku byl závislý na dávce, než závislý na čase [48].

Polyanilin (PANI)

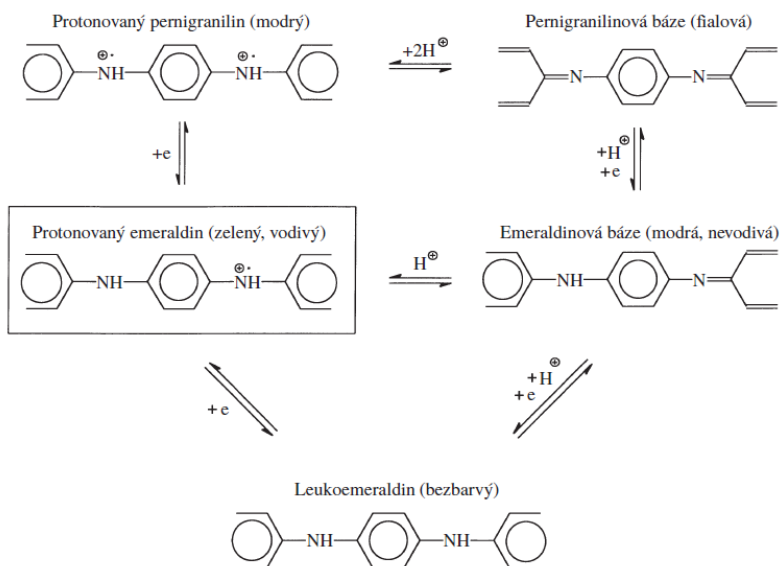
Polyanilin je nejvíce populární mezi vodivými polymery, z důvodu jeho chemické stability v kombinaci s relativně vysokou elektrickou vodivostí, nízkými náklady, vysokou životní stabilitou a v širokém uplatnění v různých oblastech. Chemická depozice polyanilinu, kde se vrstva polymeru samovolně tvoří na povrchu různých materiálů, které jsou ponořeny do roztoku, kde polymerují [49].

Polyanilin je univerzální vodivý polymer. Snadno lze zpracovávat procesem taveniny nebo roztoku, a je k životnímu prostředí šetrný a tepelně stabilní. PANI existuje ve třech stabilních oxidačních stavech. Jednotlivé oxidační formy se nazývají leukoemeraldin, emeraldin a pernigranilin. (obrázek 4), které se liší svým stupněm oxidace či protonace (obrázek 5). Dodáváním a odebíráním elektronů elektrochemickou nebo chemickou redukční či oxidační reakcí lze získat formy s různou chemickou strukturou, elektrickými vlastnostmi, zbarvením a stabilitou. Při reakci polyanilinové báze s kyselinou zůstane v polymerním řetězci zachován počet elektronů, změní se pouze jejich rozložení. Pokud je použita jako proton anorganická či organická kyselina, vzrůstá měrná elektrická vodivost. Dusíkaté báze iminů reakcí s kyselinou poskytují „sůl“ [31]. V dopované formy emeraldinových solí PANI vykazující velmi vysokou vodivostí $1 \cdot 10^2 \text{ S.cm}^{-1}$ [50]. Změna fyzikálně-chemických vlastností PANI vyskytujících se v reakci na odlišné vnější podněty se používají v různých aplikacích, například organické elektrody, senzory a jiné použití jsou založené na kombinaci elektrických vlastností typických polovodičů s materiály, jejichž parametry jsou charakteristické pro polymery, jako je například vývoj plastu mikroelektroniky, kompozitní systémy na míru z inteligentní tkaniny. Fyzikální vlastnosti PANI jsou zásadně důležité, odrážejí podmínky výroby [51].

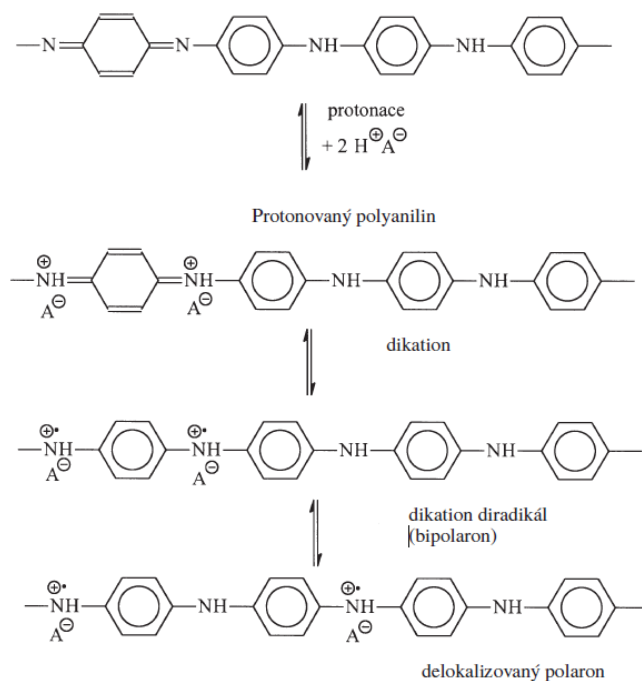
Německý chemik Unverdorben získal anilin jako produkt pyrolytické destilace indiga. Fritzsche studoval jeho chemické vlastnosti, zelené oxidační produkty, které byly nazvány jako polyanilin. Britský profesor Letheby provedl elektrochemickou oxidaci při toxikologické identifikaci anilinu, která vedla po alkalizaci k modrému zbarvení, charakteristické pro polyanilinovou bázi [31].

Polyanilin je nejatraktivnější vodivý polymer z důvodu přítomnosti reaktivní -NH- skupiny v polymerním řetězci a jeho použití je široké, například v bateriích, čidlech, elektronické zařízení, super kondenzátory a protikorozní ochrana v organické povlaky [31; 50; 52]. Vzhle-

dem ke svým fyzikálním a chemickým vlastnosti, dobrá elektrická vodivost, vysoká životní stabilita, nízká cena, nízká hmotnost, pružnost, snadná výroba a možnost chemické i elektrochemické syntézy. Měrná elektrická vodivost polyanilinu je velmi důležitým parametrem, a může být upravena přidávkem anorganických plniv. Dále elektrická vodivost polyanilinu je závislá na iontech obsažených v příměsích [52].



Obrázek 4: Polyanilinové formy, převzato z [31]



Obrázek 5: Reakce nevodivé polyanilinové báze s kyselinou vedoucí k vodivé polyanilinové „soli", převzato z [31]

Yehgambarama kol. se zabývali ve své práci antifungální aktivitou nanostrukturního polyanilinu v kombinaci s flukonazolem.

Vodivé polymery získávaly velký zájem oboru farmacie a biomedicíny. PANI je jedním z vodivých polymerů. Existuje několik možných aplikací PANI v biosenzorech, biomedicínské aplikace, pro podávání léčiv a tkáňové inženýrství, protože má vynikající stabilitu, vysokou vodivost a snadný způsob syntézy. Nanovlákná PANI v kombinaci s flukonazolem byly připraveny jednoduchou a nákladově efektivní metodou sol-gel s použitím d-10-kafrsulfonové kyseliny (d-CSA) jako dopant i jako povrchově aktivní látky a peroxodisíranu amonného jako okysličovadla. Syntetizovaný nanostrukturní materiál byl rozpuštěn v dimethylsulfoxidu při různých koncentracích. Byly testovány na své antimykotické vlastnosti proti *Candidaalbicans*, *Candidatropicalis*, a *Candidakrusei*. V tomto výzkumu byly syntetizovány. Samotný PANI a PANI s flukonazolem v průměru cca 100 - 150 nm částic nanovláken. Připravený PANI a PANI dopovaný flukonazolovými nanovlákná byla charakterizována pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu (SEM). PANI a PANI dopovaný flukonazolem v rozpouštědle peroxydisíranu za různých koncentrací byla ukázána zvýšená antifungální aktivita na různých testovaných houbách. Výsledky ukázaly, že ve srovnání s nanovlákná strukturovaně vedený PANI, PANI dopovaný s flukonazolem prokázal vyšší antimykotickou aktivitu na otestování všech druhů hub. Je velmi zřejmé, že PANI dopovaný flukonazolem měl značně zvýšenou antifungální aktivitu. *C. tropicalis* byl citlivější než *C. albicans*, a *C. krusei*. Strukturní a morfologické vlastnosti PANI s flukonazolových nanovláken byly hodnoceny pomocí SEM a infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací (FTIR). V rámci tohoto zkoumání bude mít mnoho potenciálních aplikací, kde může inteligentní nanotextilie mít dopad na náš životní styl, jako protiplísňových látek, kde polyanilin je jedna ze složek [53].

Nechvílová a kol. se zabývali ve svém článku posouzením vlastností diethylfosfitu jako nového antikoroziního pigmentu v organických povlacích.

Cílem této práce bylo poskytnout první popis chování diethylfosfitu v organických povlacích, popis jejich fyzikálně-mechanických vlastností, stejně jako antikoroziní vlastnosti na ochranu ocelových substrátů. Chování diethylfosfitu v organických povlacích záviselo na objemové koncentrace pigmentu. PANI báze byla suspenzována v diethylfosfitu jako nová čistící reakční složka. Pigment takto připravený byl použit jako inhibitor koroze v modelových nátěrových hmotách, které obsahovaly pryskyřice na bázi rozpouštědla epoxyesteru jako pojiva. Organické povlaky byly aplikovány na ocelové panely a skleněné panely a podrobeny pomocí mechanických zkoušek, testům odolnosti vůči korozi a elektrochemickým testů. Kromě toho byly vystaveny prostředí, kondenzované páry, mlhy neutrální soli, a mlhy

s obsahem oxidu uhličitého. Účinky koroze byly vyhodnoceny a celková účinnost antikorozních organických povlacích byla vypočtena z výsledků. V konečném důsledku byla koncentrace optimální množství pigmentu (OKP), při které se povlaky za předpokladu, že nejlepší ochranou proti korozi byla určena, bylo OKP = 10 %, že nejlepší mechanická odolnost byla pozorována při OKP = 5 %. Cílem práce bylo optimalizovat všechny vlastnosti při vhodné objemové koncentrace pigmentu [54].

Polythiofen (PT)

Za nejdůležitější skupinu konjugovaných polymerů jsou považovány polythiofeny. Jejich modifikace je snadná pro dosažení výborné teplotní stability, stability na vzduchu a velmi vysoké elektrické vodivosti v dopovaném stavu. Polythiofen má systém konjugovaných dvojných vazeb a heterocyklické struktury, které zajišťují stabilitu. Polymer vykazuje dobrou kombinaci vodivosti, stability a transparentnosti. Splňuje požadavky antistatických fotografických filmů a mnoho dalších. Je také používán jako elektroda v pevném elektrickém kondenzátoru [55].

Wankar a kol. se zabývali ve svém článku polythiofenem nanofilmů pro citlivou detekci fluorescence virů v pitné vodě. Molekulární otisky Tabáku Necrosis Virus (TNV), které byly vytvořeny na polythiofenových nanofilmech s přibližnou tloušťkou 200 nm. Tyto filmy byly elektrochemicky uloženy na vedení Au povrchy. Po převazbě TNV – polythiofenový komplex ovlivňoval intenzitu fluorescence nanofilmu. Intenzita fluorescence při 410 nm byla pozorována, že byla úměrná koncentraci virů s nižším vypočítaným detekčním limitem 2,29 ng L⁻¹. Intenzita fluorescenční emise nebyla ovlivněna tloušťkou polythiofenového filmu a na povaze specifického vazebného místa TNV. Data kinetické analýzy ukázala, že doba reakce nanofilmu na TNV proběhne do 2 minut, a křížové studie se selektivitou viru tabákové mozaiky vykazovaly výbornou specificitu pro cílené TNV. Tyto vazebné experimenty ukázaly potenciál fluorescenční emise pro konkrétní, štítek a rychlou detekci virů pomocí nanofilmových senzorů. Vzala se v úvahu spodní hranice detekce, snímací fluorescence. Je spolehlivá, jednoduchá na provedení, rychlá, nákladově efektivní a nabízí citlivé analytické metody pro detekci viru ve vodních zdrojích [56].

Polypyrrol (PPy)

Polypyrrol je jedním z nejvíce stabilních polymerů. Heterocyklické vodivé polymery jako je polypyrrol mají tendenci být stabilnější než polyaceton. Je také snadná jejich výroba pomo-

cí elektrochemických postupů. Polypyrrol se snadno oxiduje, je rozpustný ve vodě, komerčně dostupný, má ekologickou stabilitu a vysokou elektrickou vodivost. Využití se nachází v bateriích, kondenzátorech, elektrochemických senzorech, vodivých textilích a tkaninách. [55; 57].

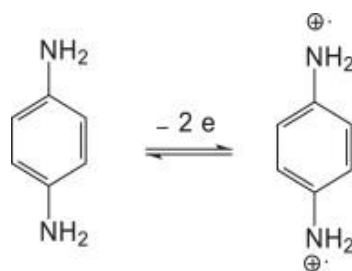
Reakcí pyrrolu v kyselém prostředí za oxidace peroxidem vodíku vzniká nerozpustná „pyrrolová čern“, publikovali Italští chemici. Mezi oxidační činidla při chemické polymeraci pyrrolu je možné použít různé druhy solí přechodných kovů, například Fe^{3+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} , Ru^{3+} , Mn^{7+} . Nejvíce používané oxidovadlo je však Fe^{3+} , kvůli vyšší měrné elektrické vodivosti připraveného polypyrrolu [31].

Mondragon-Lozano a kol. se zabývali ve svém článku zpožděným vstříkáním polypyrrolu dopovaného jodem (PPy-I) suspenzí částic po poranění míchy u krys. Zvyšuje funkční regeneraci a snížení poškození tkáně hodnoceny až o 3,0 Tesly in vivo pomocí magnetické rezonance.

Tato studie ukázala, že zpožděný implantát PPy-I po traumatickém poranění míchy (SCI) u potkanů zlepšuje funkční regeneraci až o 108 % ve srovnání se skupinou SCI. Neuroprotektivní účinek PPy dopovaného jódu bylo také pozorováno při ošetření tkáně, které se zvýšilo až na 64 % v porovnání se skupinou SCI. Ukázalo se, že zdánlivý difúzní koeficient (ADC) a frakční anizotropie (FA) mohou být použity jako biomarkery SCI, protože zachycují významnou korelaci se stupnicí funkční regenerace a s množstvím uchovaných tkání. Výsledky ukázaly, že implantace PPy-I měl významný léčebný účinek i podáním v pozdním stadiu čili 48 hodin po zranění. Zjištění uvedená v této práci může mít velkou terapeutickou hodnotu a klinickou použitelnost. [58].

Poly(p-fenylendiamin) (PPDA)

Struktura a vlastnosti PPDA jsou velmi podobné s velmi blízkým vodivým polymerem, polyanilinem. Polyfenyldiaminy se vyrábějí ve formě prášků, koloidních disperzí, tenkých vrstev, či kompozitních materiálů. Ve srovnání s PANI mají nízkou vodivost. PPDA podobně jako polyaniliny vytváření přechodné soli a jsou redoxně aktivní (Obrázek 6). Využívají se jako ochrana proti korozi kovů, katalyzátory, senzory, zotavení vzácného plynu a úprava vody. Deprotonací poly (*p*-fenylendiaminu) vede ke snížení vodivosti od $1 \cdot 10^{-10} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ do $1 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ [59].



Obrázek 6: Stabilní kationty radikálu produkované oxidací p-fenylendiaminu, převzato z [59]

Fernandez-Vozmediano a kol. se zabývali ve svém článku profesní dermatologií, zejména identifikací chemických látek u pacientů, za účelem zjištění jejich alergenních potenciálů. Popisují studium, které mělo detekovat zejména přítomnosti PPDA v barvách na vlasy, které jsou komerčně dostupné ve Španělsku. Nejdříve využili kvalitativní techniku, dříve popsanou kalorimetrickou metodu zahrnující ředění barviva s izopropylalkoholem, a poté přidáním roztoku činidla, který obsahoval 1g vanilky v 15 ml isopropylalkoholu a 7,5 ml kyseliny chlorovodíkové. Kvantitativními metodami poté byla provedena studie barviva, které se extrahuje v 96 % ethanolu a podrobí se analýze na chromatografické tenké vrstvě. Analyzováno bylo celkem 15 hnědých a 12 blond barev. Jejich výsledkem bylo zjištění, že v hnědé barvě byl PPDA obsažen ve všech vzorcích v koncentraci průměrně 3 %, u blond barvy se PPDA vyskytoval v 6 z 9 barviv. Koncentrace obsaženého PPDA byla průměrně mezi 0,1 - 0,3 %, kde bylo složení uvedeno. Studie prokázaly, že PPDA se vyskytuje spíše v tmavších barvách. Tato studie zdůrazňuje klinický a epidemiologický význam určení alergenů v dermatologii, zejména v pracovní dermatologii [60].

1.4. Pigmenty a anorganická plniva

Pigmenty jsou práškové látky, které vykazují po rozptýlení ve vhodném prostředí vybarvovací schopnosti, krycí schopnosti nebo i jsou možné obě kombinace. Prostředí, do kterého se pigmenty aplikují, se nazývá pojivo. Pigmenty se v pojivech nerozpouštějí a tvoří suspenze těchto látek. Nanášením této suspenze na kovové nebo keramické podklady vznikají ochranné vrstvy, ty prodlužují životnost materiálů. Pigmenty se používaly už v historii jako jeskynní malby [61; 62].

Kvalita záleží na fyzikálně-optických vlastnostech pigmentů (barevnost, krycí schopnost), chemických (nečistoty, reaktivita), fyzikálních (struktura) a technologických vlastnostech (velikost a tvar částic) [61].

Plniva jsou práškové látky, které mají po rozptýlení ve vhodném prostředí malou krycí a vybarvovací schopnost. Od pigmentu se pojivo liší menším indexem lomu [62].

Anorganická plniva jsou tuhé látky, které se od pigmentů liší nižším indexem lomu, který mají 1,7 (oproti vakuu), pigmenty mají větší index lomu. Dalším rozdílem mezi pigmentem a plnivem je, že tyto materiály slouží k plnění, to znamená, že tvoří podstatnou část materiálu oproti pigmentům, které se používají v malých dávkách. Hranice pro použití pigmentů a plniv není ostrá, protože i plniva se dají použít v malých dávkách, a ve vhodně zvolené matici mohou mít krycí schopnost, která se nazývá pigmentářská kryvost, která se někdy v průmyslu využívá. Úkoly plniv jsou dva. Mají zlevňovat výrobek a zlepšovat vlastnosti produktu, obojí se však nedá splnit vždy současně. Plniva se často používají také k ulehčení výrobě produktu.

Anorganická plniva se dělí na přírodní, které se získávají mechanickou anebo chemickou úpravou se mechanickou anebo chemickou úpravou v přírodě se vyskytujících nerostů, syntetickou, která se vyrábí uměle chemickými reakcemi, kde se mohou použít anorganické i anorganické suroviny [10; 63].

V poslední době se používají substráty na bázi anorganických pigmentů, které přitahují větší pozornost, kvůli jejich široké aplikaci v oblasti optických filtrů, kosmetiky, plastických hmot a tiskařských barev. Tyto substráty na bázi anorganických pigmentů se skládají z deskového substrátu potaženými oxidy kovů. Jejich příprava je typická ukládáním vrstvy oxidu kovu na substrát ve vodní suspenzi a poté následné kalcinaci. Obchodně nejdůležitějším je substrátem přírodní slída z důvodu nízké nákladnosti ve srovnání se syntetickými substráty [64; 65].

Mezi přírodní silikátová plniva patří především mastek, kaolín, slída, pyrofilit, muskovit, flogopit, vermikulit, wollastonit, perlit [66]

1.4.1. Antikorozní pigmenty

Antikorozní pigmenty, jsou pigmenty, které vykazují po aplikaci do pojiva antikorozní účinky. Rozdělení antikorozních pigmentů na základě jejich chemické povahy je možné dělit do 5 skupin [67].

Nerozpustné pigmenty

Nerozpustné pigmenty ovlivňují katodické a anodické činnosti korozních článků na povrchu kovů, reagují s olejovými pojivy za vzniku produktů inhibujících korozi na povrchu oceli například suřík [67].

Rozpustné pigmenty

Rozpustné pigmenty uvolňují pasivní ionty, které působí na katodických a anodických místech na povrchu kovu korozních článků například chromanové pigmenty [67].

Komplexotvorné pigmenty

Komplexotvorné pigmenty opouštějí povrch kovu na anodických místech korozních článků při korozi vážou ionty železa do formy koordinačních sloučenin. Dochází k vytvoření filmu při reakci se vzdušným kyslíkem, který blokuje činnost anodických míst korozních článků například fosforečnany a některé molybdeny [67].

Zásadité pigmenty

Zásadité pigmenty zvyšují koncentraci hydroxylových iontů, které s vodou difundují nátěrovým filmem až k povrchu kovu. Alkalita má příznivý vliv na odolnost proti korozi například olovičitan vápenatý, který je však ekologicky nepřijatelný, a oxid zinečnatý, který je přístupný [67].

Kovové pigmenty

Kovové pigmenty poskytují při jejich vysoké koncentraci elektrochemickou ochranu. Povrchu kovu poskytují katodickou ochranu například práškový zinek nebo hliník [67].

1.4.2. Vybraní zástupci anorganických pigmentů

Anorganické pigmenty jsou převážně oxidy, sulfidy nebo sírany, proto příprava je poměrně jednoduchá. Pokud pigmenty prostředí pouze zakalují nebo vybarvují, jedná se o základní pigmenty, které se dále člení podle barevného odstínu viz. tabulka 3 [61].

Tabulka 3: Možné dělení základních pigmentů

Bílé	Titanová běloba
Barevné	Chromová žlut'
Černé	Saze

Dále je možné pigmenty dělit na přírodní (kaolín), syntetické (saze), kovové (jemné mleté kovy). Pokud mají pigmenty kromě vybarvovacích vlastností i speciální vlastnosti, jedná se o

speciální pigmenty. Mezi speciálními vlastnostmi pigmentů jsou antikorozní schopnosti, vysoká chemická a termická stabilita, luminiscenční vlastnosti, perleťový vzhled, kovový lesk [61].

Zdrojem pigmentů jsou oxidy přechodných kovů. Mezi přechodné kovy patří měď, nikl, chrom a železo, které mají neobsazené elektronické orbitály a mají vysokou polaritu. Obecně platí, že tvorba komplexu iontů těchto přechodných kovů vzhledem k zavádění kyslíku, se posouvá absorpční pás ve viditelné oblasti elektromagnetického spektra a jsou odpovědný za širokou škálu barevných pigmentů.

Anorganické pigmenty využívají oxidy kovů v keramickém a plastikářském průmyslu. Tyto pigmenty mají lepší teplotní a světelnou stálost, odolnost vůči povětrnostním vlivům a nízké náklady [68].

Anorganické pigmenty na bázi křemičitanů

Anorganické pigmenty na bázi křemičitanů mají široké spektrum využití v různých průmyslových oblastech jako je například stavebnictví, nátěrové hmoty, plasty a kaučuk. Dostupnost a úprava většiny křemičitanů je kvalitní a většinou i křemičitanů levná, záleží však na čistotě látek. Křemičitany se využívají při výrobě keramiky, smaltových materiálů, nátěrových hmot, či dalších materiálů [62].

Kalendová a kol. zkoumali vliv kaolínu jako antikorozního pigmentu v epoxydové pryskyřici. Vlastnosti kalcinovaného kaolinu v barvách byly identifikovány ve vztahu k jejich (OKP). Studie zahrnovala tři druhy kaolinu vykazující odlišný vývoj lamelární struktury primárních částic, jakož i různého rozdělení velikosti částic. Kaoliny také zobrazují měnící obsah sklovité fáze – mullitu a křemene. Připravené modelové nátěrové hmoty byly formulovány za zvyšujícího se obsahu kaolinu, OKP rozmezí od 5 do 40 %, až do maximální kritické koncentrace pigmentu (KOKP), tj. do bodu, kdy OKP = KOKP. Vlastnosti nátěrové hmoty byly testovány pomocí laboratorní korozní zkoušky v prostředích neutrální solné mlže a kondenzované vlhkosti. Cílem studie bylo zjištění účinku kaolinu v OKP na mechanickou a korozní odolnost povlaku na bázi vodou ředitelné epoxidové pryskyřice [69].

1.4.3. Přírodní plniva na bázi křemíku

Přírodní plniva na základě křemíku je možné rozdělit na kyselinu křemičitou, eventuálně oxid křemičitý a křemičitany. Přesné dělení není možné určit, protože kyselina křemičitá se nevyskytuje v přírodě jen v čisté formě, a ani není v tomto stavu používána. Hlavní podíl však

připadá na oxid křemičitý. V přírodě se oxid křemičitý vyskytuje hlavně jako křemen, a odrůdami křemene.

Přírodní plniva s hlavní součástí oxidu křemičitého jsou křemen, cristobalit, tripoli, novaculit, křemelina, Kieselerde [66].

Mastek

Mastek nebo také křemičitan hořečnatý vzorcem $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$, někdy též zvaný talek nebo klouzek. Je hydrofobní, velmi měkký, na dotek mastný, je odolný kyselinám. Částice mastku jsou destičkové, lístkové, mikrovláknité (Obrázek 7). Jeho největší těžební ložiska se nacházejí v Číně, Brazílii, USA, Karpatech.

Úprava mastku se provádí hlubinnými nebo povrchovými procesy. Mastek se upravuje drčením, tříděním, mletím, magnetickou separací, flotací a kapalinovou gravitační separací.

Použití mastku je významné při výrobě keramiky a vyzdívek pecí, žáruvzdorných materiálů, je obsažen v kosmetice jako jemně mletý v pudrech, mýdlech a líčidlech, zubních pastách, mazivech, leštidel, a mýdel, druhou oblastí použití je mastek jako plnivo v nátěrových hmotách [62; 70].

Mastek jako plnivo

Mastek se používá v nátěrových hmotách pro zlepšení přilnavosti, pevnosti v ohybu, kde lamelární typy mastku se používají do základních nátěrů s antikorozními vlastnostmi. Jako náhrada mastku se používá pyrofylyt, který má podobné vlastnosti jako mastek. Používá se i jako plnivo do plastů, nejčastěji do polystyrenu, polypropylenu, polyethylenu. Mastek zvyšuje stabilitu, tepelnou odolnost, barevnou stálost, rozměrovou stabilitu. Nátěrové hmoty se neodbarvují a ani při styku s vodou netvoří skvrny. Používá se i jako plnivo do pryže, či kvalitní prostředek pro plnění papírů [62; 70].



Obrázek 7: Vzorek mastku, převzato z [71]

Dias a kol. se zabývali ve svém článku porovnáváním různých syntetických mastků jako plnivo pro polyuretanové nanokompozity. Tato práce uvádí syntézu polyuretanových (PU) nanokompozitů, polymerační technikou, za použití různých syntetických mastků jako anorganického plniva. Plniva byla získána ze dvou různých hydrotermálních ošetření a složení mastku-Mg a mastku-Ni. Pro nanokompozitní syntézy 3 % syntetického mastku byla přidána ve vztahu k hmotnosti čistého polymeru. Vzorky byly charakterizovány FTIR, rentgenovou diffrakcí (XRD), SEM, transmisní elektronové mikroskopie (TEM), diferenciální skenovací kalorimetrie (DSC) a termogravimetrickou analýzou (TGA). V nanokompozitech byly zjištěny tepelné vlastnosti, morfologické složení a vlivy plniv syntéz. Když byl pojednáván mastek-Ni jako plnivo, mastek-Mg byl expandovaný do polyuretanové matrice. Obě plniva splňovala zvýšené tepelné vlastnosti polymeru. Za předpokladu, že expandovaný nanokompozit, byl vyšší tepelné stability [72].

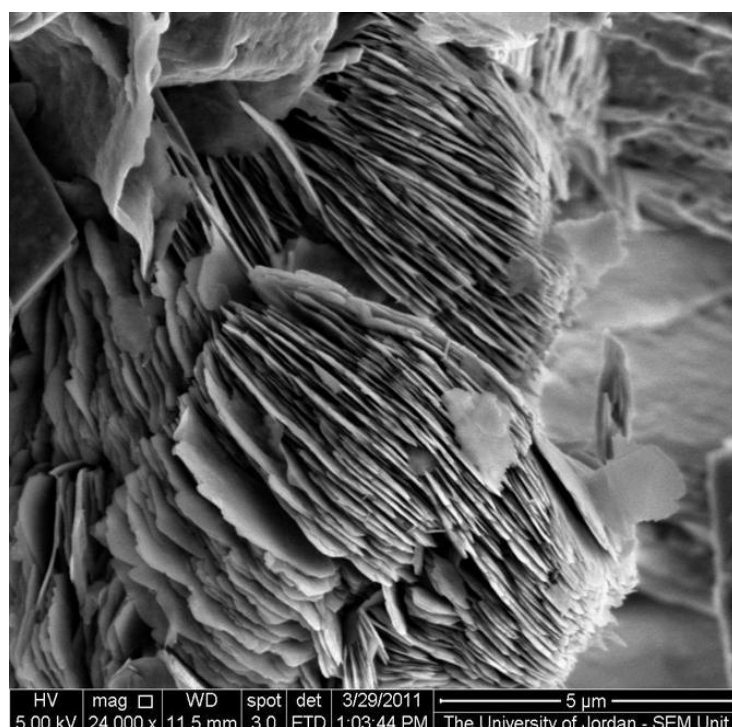
Kaolín

Skupina kaolínu lze zapsat strukturální vzorec $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (73). Kaolín je tvořen krystalky, které jsou drobně šupinaté, a celek tvoří zemitou hmotu (Obrázek 8). Krystalky mají většinou pseudo hexagonální tvar, často se vyskytují krystalky červovitého vzhledu s příčnou štěpností, tzv. bacillarites. Kaolín je přirozeně světle zbarvený jíl vyskytující se téměř po celém světě, proto je levnou surovinou. Upravuje se tak, aby byl zbaven co nejvíce příměsí, to znamená rozplavováním, gravitačními metodami, flotací, magnetickou separací, chemickým a fyzikálním bělením, odvodněním, sušením a mletím. Výskyt kaolínu je v západních a jižních

Čechách. Při použití kaolínu v nátěrových hmotách se využívá jeho vlastností jako bělost, žáruvzdornost, chemická inertnost, plasticita, nízká elektrická a tepelná vodivost, nízká abrazivita, vysoká krycí schopnost, a používá se i jako změkčovadlo k vyhlazení povrchů. Kaolín se používá v keramice, při výrobě žáruvzdorných materiálů, plnivo do papírů, pryže, plastů, nátěrových hmot [62; 68].

Kaolín jako plnivo

Kaolín se používá také jako nastavovací plnivo v nátěrových hmotách, a to do vodorozpustných hmot a do alkydových pryskyřic [62]. Používá se také do polypropylenu, a pryskyřic. Po použití kalcinace kaolínu se změní krystalová mřížka, pevnost částic, spotřeba oleje a transparentnost. Pokud se použije kaolín jako plnivo do pryže, dělí se na měkký a na tvrdý. Měkký kaolín se používá jako dobré inertní plnivo, a tvrdý kaolín se používá jako ztužovací plnivo. Dále se používá ve farmaceutické chemii, kosmetice, asfaltových emulzích. Nejvýznamnější použití tohoto plniva je v papírenském průmyslu. Používá se buď jako plnivo do papírů nebo do nátěrových hmot na papír. Zvyšuje bělost a jas, hygienickou nezávadnost, chemickou inertnost a snižuje cenovou náročnost [62].



Obrázek 8: Struktura kaolínu, při pořízení mikroskopem při zvětšení 24000x, konkrétní ukázka z dolomitových skal, převzato z [74]

Zeolit

Zeolity patří mezi hydratované hlinito – křemičitany alkalických kovů a kovů alkalických zemin. Obecný vzorec zeolitů je $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ [75]. Vznikly převážně ve vodném prostředí přeměnou vulkanického skla. Nálezna ložiska se nacházejí v Japonsku, USA, Mexiku, Itálii a Maďarsku, také na středním a východním Slovensku, kde se těží pro vývoz i spotřebu. Zeolity se těží převážně povrchovým způsobem. Použití zeolitů je velice rozsáhlé. Používají se jako sorbenty a katalyzátory v energetice, přísady v agrochemii, ekologii, v zemědělství jako přísady do krmiv a do hnojiv, půdní kondicionéry, také jako čističe koberců, zubní pasty, retardéry hoření, bílý pigment v papíru, konstrukční materiály a především jako plniva. [62; 75].

Zeolit jako plnivo

V plnivářském průmyslu se zeolity používají při výrobě plastů, papíru, pryže a do nátěrových hmot. Zeolity jsou charakterizovány schopností výměny iontů a vysokou sorpční kapacitou. Sorpční vlastnosti přírodních zeolitů lze využít v mnoha oblastech, zejména při ochraně životního prostředí. Jako velmi zajímavé se jeví i jejich aplikace při detoxikaci kalu z čistíren odpadních vod. Zeolity jsou známé při plnění pryskyřic, polystyrenových plastů, polypropylenových a polyalkyl amidových plastů a k plnění pryže. Zeolity se dají také použít jako levnější náhrada za kaolín, který se vyskytuje častěji a je více dostupný, také lze použít jako plnivo při plnění papírů [62].

Slídy

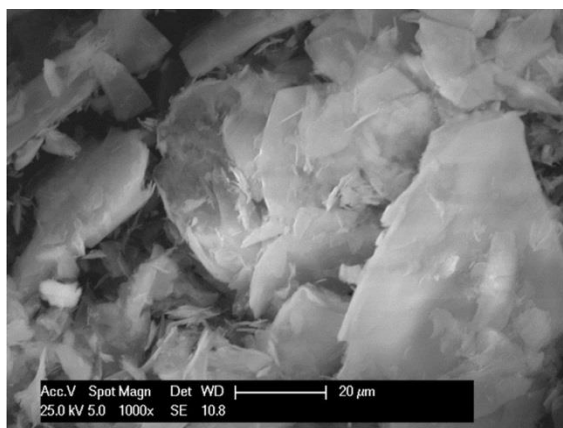
Z chemického složení lze slídy zařadit mezi hlinitodraselné křemičitany. V přírodě se vyskytují ve formě minerálů. Nejvýznamnější slídou je muskovit, jehož vzorec je $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Průmyslově významná slída je flogopit.

Slídy vznikají štěpením lupenitých částí, a mají vrstevnatou strukturu (obrázek 9), která je umožňuje snadno štěpit na lístky a velmi dobře ovlivňuje mechanické vlastnosti nátěrů [62].

Wijenayakea a kol. se zabývali ve své článku roli herbometalických přípravků v tradiční medicíně.

Biotit slída obohacena Fe^{2+} ionty, byla široce používána jako hlavní minerální složka v tradiční farmaceutické vědě alchymie (Rasashastra). Abhrakbhasma (slída popel), farmaceutický produkt, obsahující ošetřené slídy, se používá, například v Ájurvédské léčby onemocně-

ní, jako je gastritida, onemocnění ledvin, onemocnění kůže, a zejména k omlazení. Nicméně, neošetřené slídové minerály, mohou být škodlivé při použití přímo, protože nesou značně vysoké množství stopových prvků, které mohou způsobit nežádoucí účinky v lidském těle. Za účelem odstranění toxických faktorů a produkcí snadno vstřebatelných materiálů, které mají vysokou kapacitu živin, měrné tepelné a chemické ošetření jako je čištění, detoxikace, snižování velikosti částic a spalování jsou prováděny během přípravy Rasashastra. Tento přehled hodnotí chemické a farmakologické aspekty slídy popela, jakož i technologické aspekty výroby slídy popela [76].



Obrázek 9: Částice slídy po mletí vodním mlýnkem na bázi vodního paprsku (tlak vody 300 MPa), i po mletí zachována vrstevnatá struktura, pořízeno mikroskopem při zvětšení 1000x, převzato z [77]

Slída vznikla jako výsledek posledního kroku krystalizace ve vyvřelých horninách. Největšími nalezišti jsou Jižní Korea, Indie, Kanada, USA a Francie. Česká republika je závislá na dovozu z jiných zemí [62]. Její dobré fyzikální a chemické vlastnosti souvisejí úzce s její strukturou například snadná štěpnost ve formě tabulek a pružnost, kde po ohnutí se lupínek narovná zpět. Využití je založené na jejich dobré štípatelnosti, průsvitnosti, jejich lístečkovi-tého tvaru částic, inertnosti, odolnosti vůči vysokým teplotám, elektrické vodivosti a nízké tepelné vodivosti. Slída se podle štěpitelnosti částic dá dělit na deskový, střípkový, vločkový a odpadní tvar [62].

Slída-titanium je především používána v kosmetice. Je používána jako syntetický perleťový pigment s vysokou kvalitou barevných, perleťových a analogických efektů. Její barevný efekt pochází z propustnosti světla od vnitřní slídy k vnějšímu hraničnímu povrchu TiO_2 , což vede k rušení vícenásobných odrazů. Z tohoto důvodu je tato slída používána k dekorativním účelům, jako je kosmetika, výroba plastů, tiskárenské výrobky, průmyslové nátěry, automobi-

lové nátěrové hmoty. Dále také zejména nehořlavost, a ne samovznítivost neškodnosti pro lidské zdraví. Tato slída se využívá pro bezpečnostní ochranné prvky bankovek [65; 64].

Slída jako plnivo

Slída je nejvíce známá svou lístečkovou strukturou plochých částic, které tvoří rovnoběžné vrstvy s nátěrovým filmem. Částice jsou tvrdé, ale nejsou křehké, a po jejich rozemletí zvyšují kvalitu ochranného nátěru. Slída se používá jako plnivo, kde zvyšuje trvanlivost a odolnost vůči pronikání vlhkosti, korozi, chemikáliím a kontroly tepla, dále také proti tření, nečistotám, mastnotám a porušení. Pomáhá předcházet vzniku trhlin v exteriéru architektonických nátěrů, to zabraňuje praskání a prohýbání v texturovaných nátěrech [78].

Do nátěrových hmot se používá nejrozšířenější slída muskovit, který má strukturu lístkového tvaru. Přidáním do nátěrových hmot zvyšuje lesk, mechanickou pevnost nátěrů, odolnost okolním vlivům především atmosférickým. Slídy jsou vhodné i pro použití do elektroizolačních nátěrů. Používají se i jako plnivo do plastů, do polypropylenu, polyethylenu, polystyrenů a pryskyřic [62; 79].

1.5. Využití v různých odvětvích průmyslu

1.5.1. Farmaceutické aplikace

Polymery hrají hlavní úlohu při rozvoji podání léčiva z hlediska techniky tím, že poskytují řízené uvolňování terapeutických činidel v konstantních dávkách po dlouhou dobu, opakovaných dávkách a laditelné uvolnění jak hydrofilního a hydrofobního léčiva. Použití polymerních materiálů pro lékařské účely rychle roste. Polymery byly použity v aplikacích v různých biomedicínských oblastech, jako jsou systémy podávání léků, rozvojových struktur v tkáňovém inženýrství, implantaci lékařských přístrojů a umělých orgánů, protézy, oftalmologie, stomatologie, udržování kostí a mnoho dalších lékařských oblastí. Technologie polymerního léčiva neboli dávky byla podrobně studována za posledních 30 let. Od začátku použití materiálů se oblasti technologie rozrostly ohromně, byly částečně způsobeny inovací v oblasti chemického inženýrství. Moderní pokroky v podávání léků jsou nyní založeny na racionální konstrukci polymerů na míru pro specifické náklady a zkonstruovány tak, aby vykonávaly odlišné biologické funkce [80].

Většina léčiv, musí být rozpuštěna ve vodném fyziologickém prostředí pacienta a volně pronikají do tohoto média před tím, než nastává jejich farmakologický účinek. Polymerní lé-

kové formy, které dosahují pomocí difúzí řízeného uvolňování, chrání molekuly léčiva z tohoto vodného fyziologického prostředí předem naprogramovaných časových období. Tato ochrana může zahrnovat zpoždění rozpouštění léčiva, inhibovat difúzi léčiva ze zařízení, nebo řízení léků, například tím, že vytvoří osmotický potenciál [80].

Po celá desetiletí byl mastek široce používán v běžných lékových formách, jako jsou tablety, pilulky a kapsle jako farmaceutická pomocná látka vzhledem k jeho fyzikálně-chemické, fyziologické inertní a levné povaze. Mastek demonstruje vysokou funkčnost více pomocných látek, proto byl použit jako plnivo, mazivo a kluzná látka ve farmaceutických přípravcích, jakož i v kosmetických přípravcích poskytující ochranu kůže, jako činidla působícího proti spékání, abrazivní, absorpční, kalící činidlo. Použití takové vysoko funkční pomocné látky poskytuje lepší výrobky s nižšími náklady, zkrácenou dobou uvedení na trh a prodlouženou životností produktu. Nicméně, je široce používán jako rozpouštěcí zpomalovač v produktech s řízeným uvolňováním. A jako nové práškové barvy pro výrobu pelet s prodlouženým uvolňováním. K překonání problému špatné pevnosti, a rozšiřování z kulovitého tvaru na granule mastku byla provedena mokrá kulová aglomerace a pelety byly zkoumány jako substrát pro povlak. Je nerozpustný ve vodné fázi, fyzikálně-chemicky a fyziologicky inertní, to bylo použité jako ředidlo Crystallo-Co-Aglomeration CCA. Má tendenci aglomerovat, a také deaglomerovat částice, upravuje rozpouštěcí kinetiku hydrofobních léčiv například fenacetin. Prostředky mastku jsou široce distribuovány v celém světě, jeho rezervy jsou malé ve srovnání s dalšími minerály. I když mastkové produkty jsou široce distribuovány v celém světě, obě rezervy a výstup z vysoce čistého bílého mastku jsou omezené. Tím, že má své rozsáhlé aplikace ve farmaceutickém oboru a jiných oblastech díky své multifunkční povaze, s cílem uspokojit nadměrnou poptávku po vysoce čistém mastku. Je zamýšleno, že zásadní význam by měl být kladen na těžbu mastku z hornin. Takže současné přezkoumání je pokus, aby se podrobně zabýval mastkem s ohledem na extrakci z dolů, čištění, jeho farmaceutické a další aplikace a posouzení bezpečnosti [81].

1.5.2. Lékařské aplikace

Silikony nebo také polysiloxany mají se svými jedinečnými vlastnostmi materiálu, rozšířená uplatnění ve zdravotnictví. Vlastnosti materiálů se využívají v oboru lékařství, biologie a umělých orgánů. Základní vlastnosti silikonů jsou biokompatibilita a biodurabilita, která může být vyjádřena z hlediska jiných vlastností materiálu, jako je hydrofobicita, nízké povrchové napětí, a chemická a teplotní stabilita. Tyto vlastnosti jsou základem pro silikonové užití. Po-

lymerní lineární polysiloxany s vysokým polymeračním stupněm jsou kaučukového charakteru a po vulkanizaci poskytují silikonovou pryž. Silikony jsou chemicky stabilní a mají pružnou povahu, která je prospěšná pro mnoho aplikací týkajících se dlouhodobé implantace. Silikonové implantáty jsou široce používány v prsu, šourku, brady, nosu, tváře, lýtek a hýždí. Nejvýznamnější ortopedické aplikace silikonu jsou ruka a noha kloubní implantáty. Pomocí vlastností silikonových elastomerů se také mohou silikony aplikovat na četné katétry, zkratky, kanalizace. Patřily mezi ně zařízení vyrobené silikonem extruvením, stejně jako zařízení s nesilikonovými substráty, které musely být potaženy silikonem, aby byla menší reakce hostitele. Například byly využívány silikonové urologické katétry Silastic Foley, latexový katétr, jehož vnitřní a vnější část byla potažena silikonovým elastomerem [82].

Použití silikonů v medicíně je všestranné, používají se jako urologické cévky, kojenecké savičky, kojenecké dudlíky, urologické jímací nádobky, silikonové ortézy, kocheární implantáty, šlachové implantáty, dermatologové a plastičtí chirurgové používají silikonový gel pro léčbu jizev, kosmetická čistící maska, silikonové implantáty a podkožní antikoncepční implantát. Dále také mají použití v dýchacích maskách a zařízeních a drobné náhrady lidského oka [83].

1.5.3. Biomedicínské aplikace

Technologie sol-gel je současný pokrok v oblasti vědy. Jedná se o proces přípravy krystalických a amorfních materiálů při relativně nízké teplotě, která umožňuje dopování různými anorganickými i organickými biomolekulami během tvorby amorfni nebo více uspořádané matice. Mezi maticové sítě a systémy na bázi oxidu křemičitého a jeho kombinace s modifikátory v biokompatibilní ionizovaném zdroji kategorií získaly největší atrakce v biomedicínských oborech. Tato třída materiálů, známá na bázi oxidu křemičitého sol-gel bioaktivních skel (BGS) má jedinečné zásluhy jako BGS vyrobených konvenčních metod taveniny. Jednou z oblastí hlubokého dopadu bioskla (BG) týkajících se kostních štěpů. Kostní štěpy se používají pro augmentaci nebo stimulaci tvorby nové kosti v případech, jako je hojení kostních zlomenin, nebo mezi dvě kosti přes nemocný kloub, na výměnu a regeneraci kosti ztracené v důsledku traumatu, infekce, onemocnění nebo zlepšení odezvy hojení kosti a regeneraci tkání po chirurgickém implantovaném zařízení [84].

2. Experimentální část

2.1. Charakteristika surovin

2.1.1. Použité pigmenty

Kaolín s povrchovou úpravou silanolu

Hustota: 2,569 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 39,78 g/100g pigmentu

Povrchově upravovaný kaolín polyanilinem

Hustota: 2,472 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 70,51 g/100g pigmentu

Povrchově upravovaný kaolín polypyrolem

Hustota: 2,272 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 64, 58 g/100g pigmentu

Filemon P05

Hustota: 2,674 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 58,98 g/100g pigmentu

Povrchově upravovaný mastek E-60 zinkferitem

Hustota: 2,962 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 50,32 g/100g pigmentu

Povrchově upravovaný mastek polyanilinem

Hustota: 2,399 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 75,29 g/100g pigmentu

Povrchově upravovaný mastek polypyrolem

Hustota: 2,499 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 63,60g/100g pigmentu

Mastek E-60

Hustota: 2,730 g.cm⁻³

Spotřeba oleje: 30,39 g/100g pigmentu

2.1.2. Použité pojivo**CHS-ALKYD SU 621 W 60**

Výrobce: Spolchemie

Složení: uretanizovaná alkydová pryskyřice dlouhé olejové délky na bázi rostlinných vysychavých olejů

Funkce: Rychleschnoucí uretanizované pojivo pro rozpouštědlové nátěrové hmoty

Číslo kyselosti (mg KOH/g) : max. 1

Sušina: 60 %

Rozpouštědlo: v xylenu, toluenu, butylacetátu a lakovém benzínu.

2.1.3. Pomocné látky a rozpouštědla**Xylen**

Výrobce: Lach-Ner s. r. o, Česká republika

Sumární vzorec: C₈H₁₀

Složení: směs izomerů *o*-, *p*-, *m*- xylen

Hustota: 0,87 g.cm⁻³

Funkce: ředidlo

Chloroform

Výrobce: Penta s.r.o., ČR

Sumární vzorec: CHCl₃

Složení: Trichlormethan

Hustota: 1,474 – 1,480 g/cm³

Funkce: odmašťovadlo

Destilovaná voda

Výrobce: Univerzita Pardubice

Hustota: 1,00g/mol

Lovogen C35

Hustota: směs Co^{2+} (0,5%), Ca^{2+} (0,2%) a Zr^{4+} (0,3%) solí

Výrobce: Aniveg ECO s.r.o., Lovosice

Funkce: sikařivum

2.2. Použité přístroje a zařízení

Seznam použitých přístrojů a laboratorního zařízení k charakterizaci pigmentů a provedení jednotlivých testů.

Pro specifikaci testovaných pigmentů na základě fyzikálně- chemických veličin:

Autopyknometr Micromerics AutoPyknometr 1320, Analytické váhy Explorer Pro, firma OHAUS,

Pro přípravu nátěrových povlaků: DisolverDispermat CV, Německo; nanášecí krabicevé pravítko se šterbinou 250 μm

Pro stanovení mechanické odolnosti nátěrových filmů: Kyvadlový přístroj elcometer, Persoz; Leskoměr micro-TRI-gloss, firma Byk-Gardner Německo; Tloušťkoměr byko – test 8500 premium ,Německo; Kondenzační komora; Solná komora, SO_2 komora, nůž Elcometer SPRL s čepelí 0,5 mm

2.3. Specifikace testovaných pigmentů na základě fyzikálně-chemických veličin**2.3.1. Stanovení měrné hmotnosti pigmentu**

Měrná hmotnost (hustota) patří mezi základní specifické vlastnosti práškových materiálů a je důležitým ukazatelem jejich použitelnosti v nátěrových hmotách. Na rozdíl hustoty pigmentu a pojiva závisí stabilita suspenze. Ke stanovení hustoty byl použit autopyknometr Micromerics Auto Pyknometr 1320. Plynový pyknometr měří objem vzorku na základě měření objemu plynu (helium) vytěsněného měřeným vzorkem. Na základě tohoto měření autopyknometr vypočte měrnou hmotnost předloženého vzorku s přesností na $1 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ za teploty s rozdílem 1 $^\circ\text{C}$ a za pomoci zadané navážené hmotnosti tohoto vzorku

2.3.2. Stanovení spotřeby oleje**ČSN 67 0351**

Spotřeba oleje je množství lněného oleje v gramech, které ze 100g pigmentu utvoří pastu definovaných vlastností. Stanovení bylo provedeno dle ČSN 67 0351 metodou tlouček-miska. Do třecí misky bylo naváženo určité množství pigmentu. Z byrety byl postupně přikapáván do misky lněný olej za současného tření pigmentu tloučkem. Stanovení bylo ukončeno ve chvíli, kdy byl veškerý pigment nabalen na tlouček a třecí miska zůstala čistá. Na stupnici byrety se odečetla hodnota objemu spotřebovaného lněného oleje, pomocí které se vypočte spotřeba oleje pro příslušný pigment (vzorec 1).

Vzorec 1

$$\text{spotřeba oleje} = \frac{\rho_1 \cdot V \cdot 100}{b}$$

Kde: V...objem spotřebovaného oleje [ml]
 b...hmotnost navážky pigmentu [g]
 ρ_1 ...hustota lněného oleje [0,93 g.cm⁻³]

2.3.3. Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu

Hodnota kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP) ovlivňuje chování celého systému, funkční vlastnosti i vzhled výsledného filmu. KOKP je takové OKP, při kterém se prudce mění vlastnosti nátěrového filmu. Mezi tyto vlastnosti patří tvrdost, lesk, tvorba puchýřků a propustnost pro vodní páru. Při OKP = KOKP jsou prostory mezi částicemi pigmentu a plniv právě vyplněny pojivem.

Hodnota KOKP byla vypočtena za pomoci stanovených hustot a olejového čísla dle vzorce 2:

$$KOKP = \frac{\frac{10\,000}{\rho_{\text{pigmentu}}}}{\left(\frac{100}{\rho_{\text{pigmentu}}} + \frac{o.č.}{\rho_{\text{ln.oleje}}}\right)}$$

Kde: KOKP...kritická objemová koncentrace pigmentu

o.č.....olejové číslo

$\rho_{\text{ln.oleje}}$...hustota lněného oleje: 0,93 [g.cm⁻³]

ρ_{pigmentu} ...hustota pigmentu [g.cm⁻³]

2.4. Příprava modelových nátěrových hmot

2.4.1. Formulace nátěrových hmot

Formulování modelových nátěrových hmot bylo provedeno v programu „Formulace nátěrových hmot“. Jako pojivo pro jednotlivé modelové nátěrové hmoty byla zvolena alkydová pryskyřice CHS-ALKYD SU 621W60. Při přípravě jednotlivých modelových nátěrových hmot byl do toho pojiva přidán pigment, při OKP_{pigmentů} = 5; 15%. V programu bylo formulováno na 100 g celku a pro laboratorní účely bylo dostačující množství 70 g celku nátěrové hmoty. Tabulky 4 - 11 uvádí formulace nátěrových hmot.

Tabulka 4: Formulace systému Kaolín/Si : Alkydová pryskyřice

Pigment KAOLÍN/ Si : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Kaolín/Si [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,73	64,27
15	16,11	53,89

Tabulka 5: Formulace systému Kaolín/PANI : Alkydová pryskyřice

Pigment KAOLÍN/PANI : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Kaolín/PANI [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,53	64,47
15	15,63	54,37

Tabulka 6: Formulace systému Kaolín/PPY : Alkydová pryskyřice

Pigment KAOLÍN/PPY : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Kaolín/PPY [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,11	64,89
15	14,63	55,37

Tabulka 7: Formulace systému Filemon : Alkydová pryskyřice

Pigment FILEMON PO5 : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Filemon PO5 [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,94	64,06
15	16,59	53,41

Tabulka 8: Formulace systému Mastek/Zinkferit : Alkydová pryskyřice

Pigment MASTEK/ZINKFERRIT : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Mastek/Zinkferit [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	6,52	63,48
15	17,93	52,07

Tabulka 9: Formulace systému Mastek/PPY : Alkydová pryskyřice

Pigment MASTEK/PPY : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Mastek/PPY [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,59	64,41
15	15,77	54,23

Tabulka 10: Formulace systému Mastek/PANI : Alkydová pryskyřice

Pigment MASTEK/PANI : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Mastek/PANI [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	5,38	64,62
15	15,28	54,72

Tabulka 11: Formulace systému Talek E-60 : Alkydová pryskyřice

Pigment TALEK E-60 : ALKYDOVÁ PRYSKYŘICE NA 70g		
OKP [%]	Talek E-60 [hm%]	Alkydová pryskyřice [hm%]
5	6,06	63,94
15	16,88	53,12

2.4.2. Postup přípravy organických povlaků

Dispergace nátěrových hmot byla prováděna na zařízení typu Disolver. Nejprve bylo do míchadlem míchané nádoby naváženo příslušné množství alkydové pryskyřice. Otáčky Disolveru byly nejprve nastaveny na 500 ot.min^{-1} pro samotnou pryskyřici, dále bylo přidáno rozpouštědlo (xylen) a docházelo k dávkování příslušných pigmentů, poté byly otáčky nastaveny na 2000 ot.min^{-1} . Při této rychlosti byl vzorek míchán po dobu 30 minut. V průběhu dispergace byla podle potřeby upravována viskozita připravované nátěrové hmoty přidávkem rozpouštědla xylenu. Takto připravené nátěrové hmoty byly po dobu 24 hodin odstaveny, aby vypěnily.

2.5. Příprava zkušebních vzorků pro korozní a mechanické zkoušky

2.5.1. Příprava zkušebních vzorků na ocelových panelech

Nátěrové hmoty byly nanášeny na ocelové panely třídy 11 o rozměrech $150 \times 100 \times 0,9 \text{ mm}$ pro korozní zkoušky. Pro mechanické zkoušky byly použity ocelové panely třídy 11 o rozměrech $200 \times 60 \times 0,9 \text{ mm}$. Před nanášením nátěrových hmot byl povrch panelů řádně odmaštěn chloroformem. Na takto připravené panely byly krabicovým štěrbinovým pravítkem se štěrbinou $250 \text{ }\mu\text{m}$ nanášeny připravené nátěrové hmoty, do kterých před nanášením bylo přidáno sikativum Lovogen C35 na bázi kobaltu. Po zaschnutí první vrstvy nátěrového filmu byly ocelové panely o rozměrech $200 \times 60 \times 0,9 \text{ mm}$ odděleny od ostatních panelů. Na ostatní panely byla nanášena druhá vrstva nátěru, kde tloušťka filmu byla nejméně $100 \text{ }\mu\text{m}$. Po za-

schnutí nátěrového filmu byly hrany a zadní strany všech panelů určených pro korozní zkoušky oblepeny těsnící samolepící páskou, čímž bylo zabráněno nežádoucímu podkorodování zkušebních filmů.

2.5.2. Příprava zkušebních vzorků na skleněných panelech

Zkušební nátěry pro stanovení tvrdosti, lesku a přilnavosti nátěrového filmu, byly zhotoveny na skle o rozměrech 150 x 100 x 5 mm. Tyto skleněné panely byly před nanesením nátěrových hmot řádně odmaštěny chloroformem. Nátěrové filmy jednotlivých nátěrových hmot byly připraveny krabicovým nanášecím pravítkem se štěrbinou 250 μm .

2.5.3. Příprava zkušebních vzorků na fólie

Nátěrové filmy byly zhotoveny rozetřením připraveného nátěru na polyethylenovou folii o rozměru 210x300 mm. Po zaschnutí byl nátěrový film z folie sejmuto a nastříhán na kousky o rozměrech 5x5 mm. Tento postup slouží k získání volných nátěrových filmů.

2.6. Metody hodnocení vlastností nátěrových filmů pomocí zkoušek mechanické odolnosti

Tato část se zabývá mechanickými zkouškami, které měří veličiny související s postupnou degradací organických povlaků. Výsledky těchto zkoušek poskytují informace o pružnosti, elasticitě či pevnosti nátěrového filmu. Tyto zkoušky jsou považovány za nezbytný doplněk ke zkouškám korozním a poskytují podklady pro studium mechanismu ochranného působení organických povlaků.

Tyto zkoušky slouží k vyhodnocení degradace pojiva vzniklé například mechanickým namáháním, či teplotních výkyvů v korozním prostředí, nikoliv k hodnocení korozních projevů vzniklých expozicí v agresivním prostředí laboratorních korozních testů.

2.6.1. Měření tloušťky nátěru

ISO 2808

Životnost nátěru s tím související ochranná schopnost nátěru je přímo úměrná tloušťce nátěrového filmu. Tloušťka nátěru má vliv na chemické i antikorozi odolnosti a také na výsledky mechanických zkoušek. Nátěry vystavené vnějšímu ovzduší by měli mít tloušťku vyšší než 100 μm . U příliš vysoké tloušťky nátěru (nad 250 μm) se začíná uplatňovat vnitřní pnutí,

což vede k narušení celistvosti povlaku. Měření tloušťky filmů na skle bylo provedeno tříbodovým tloušťkoměrem podle ČSN 67 3061. Tloušťka nátěru na kovovém podkladu byla měřena magnetickým tloušťkoměrem byko-test 8500 dle ISO 2808. Před vlastním měřením byla provedena kalibrace na kovovém podkladu, který odpovídal podkladu zkoumaného vzorku. Na pěti různých místech bylo provedeno měření a jako výsledná tloušťka nátěru byl brán aritmetický průměr naměřených hodnot.

2.6.2. Měření relativní povrchové tvrdosti nátěrů ČSN 673076

Stanovení tvrdosti nátěrového filmu bylo provedeno pomocí kyvadlového přístroje Persoz s dobou útlumu standardu od amplitudy 12 na amplitudu 4 dle normy ČSN 673076. Podstatou zkoušky je měření doby útlumu kyvadla vychýleného při startu o 6° na hodnotu 3°. Kyvadlo dosedá na nátěrový film dvěma ocelovými kuličkami. Počet kmitů je závislý na tvrdosti nátěru. Na začátku a konci měření je proměřen skleněný standard, jehož tvrdost je rovna 100 %. Získané hodnoty musí být stejné. Jako výsledná jednotka tvrdosti zkoumaných nátěrových filmů jsou procenta vztažena ke tvrdosti skleněného standardu. Výpočet tvrdosti nátěru se vypočítá podle vzorce 3:

Vzorec 3

$$T = \frac{t_1}{t_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

Kde: T... tvrdost nátěrového filmu (rel. %)
 t_1 ... doba útlumu kyvadla na nátěrovém filmu (s)
 t_2 ... doba útlumu kyvadla na standardu (s)

2.6.3. Stanovení změny lesku nátěru ČSN 67 3063

Lesk je optická vlastnost povrchu materiálu, která se projevuje pravidelným odrazem světelných paprsků. Lesk je funkcí struktury povrchu, typem povrchu, a také velikosti úhlu, pod kterým dopadá záření na měřený povrch. Záření spektrofotometru dopadá pod předepsaným úhlem (20°, 60°, 85°) a pod stejným úhlem je hodnota lesku měřena. Změny lesku v nátěrových filmech indikují destruktivní pochody v nátěrovém povlaku. K vlastnímu měření lesku zasklých filmech byl použit leskoměr typu micro-TRI-gloss, který byl před měřením kalibrován na výrobcem daný standard. Standard je černé sklo s definovaným indexem refrakce 1,567. Po kalibraci byl lesk každého nátěru změněn třikrát a výsledná hodnota lesku, jako

průměr těchto tří hodnot, je udávána jako číslo lesku vztažené ke standardu. Stanovení bylo provedeno dle ČSN 67 3063.

2.6.4. Stanovení pH a měrné elektrické vodivosti vodných výluhů volných nátěrových hmot ČSN EN ISO 787-9

Hodnota pH a měrné elektrické vodivosti vodných výluhů volných nátěrových filmů byly stanoveny dle normy ČSN EN ISO 787-9. Byl připraven 10% výluh nátěrové hmoty v redestilované vodě. Jako slepý pokus sloužily vzorky redestilované vody a destilované vody. První hodnota byla odečtena po 24 hodinách. Další měření probíhalo v týdenních intervalech po dobu 4 týdnů. K měření pH byl použit pH-metr WTW 320.

2.6.5. Fyzikálně-mechanické zkoušky

Fyzikálně - mechanické vlastnosti jsou nezbytné pro zjištění primární funkce nátěru, projevující se určitými hodnotami adhezně-bariérovými a fyzikálními. Ty jsou závislé jak na typu, tak na odolnosti nátěrového filmu a na působení vnějších povětrnostních a korozních činitelů. Takovými veličinami jsou přilnavost nátěrového filmu, měřená mřížková zkouška, odolnost nátěrového filmu vůči hloubení na Erichsonově přístroji a vůči ohybu přes válcové trny a odolnost vůči volnému pádu závaží. Jednotlivým výsledkům odolnosti zkušebních nátěrů byl přiřazen stupeň odpovídající odolnosti nátěrového filmu při mechanickém namáhání. Tabulka 12 uvádí hodnoty pro výpočet celkové fyzikálně-mechanické účinnosti (CFÚ), což je aritmetický průměr hodnot dle následujícího vzorce 4. Hodnocení celkové fyzikálně – mechanické odolnosti se v udávané tabulce odečítá o 5 jednotek.

Vzorec 4

$$CFÚ = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}{4}$$

Kde: Y_1 ...stupeň odolnosti nátěru při ohybu na válcovém trnu

Y_2 ...stupeň odolnosti nátěru při úderu

Y_3 ...stupeň odolnosti nátěru při hloubení

Y_4 ...stupeň přilnavosti nátěru

Tabulka 12: Hodnocení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti

Ohyb přes válcové trny	Volný pád závaží o hmotnosti	Hloubení v Erichsonově přístroji	Přilnavost mřížkovou metodou	Hodnocení celk. fyzikálně mechanické odolnosti
[mm]	[cm]	[mm]	[st.]	
4	100	10	0	100
6	80	8	1	90
8	60	6	2	75
10	40	4	3	55
12	20	2	4	30
16	0	0	5	5

2.6.5.1. Stanovení odolnosti nátěru při deformaci úderem ČSN ISO 6272

Při této zkoušce byla hodnocena přilnavost nátěrového filmu při deformaci podkladu. Zkouška poskytuje informaci o mechanických vlastnostech nátěru. Metoda spočívá ve stanovení výšky volného pádu 1000 gramového závaží, při kterém ještě nedochází k viditelnému mechanickému porušení povrchu zkoušeného nátěru. Vlastní provedení zkoušky spočívá v upevnění panelu se zkoumaným nátěrovým filmem mezi kovadlinu a závaží. Závaží bylo spuštěno nejdříve z nižších výšek, a po jeho dopadu na místo, na které závaží dopadlo, byl zkontrolován panel. V případě, že nebylo zjištěno poškození nátěru, byla zkouška opakována pouze s tím rozdílem, že se závaží spouštělo z výšky volného pádu závaží 100 cm. Zkouška byla prováděna z lícové i rubové strany plechu s nátěrem dle ČSN ISO 6272. Výsledek získaný touto zkouškou je udáván v cm.

2.6.5.2. Stanovení odolnosti nátěru při ohybu ČSN ISO 1519

Odolnost nátěrového filmu při ohybu je jeho schopnost odolávat deformaci, netvořit trhlinky a neodlupovat se. Tato zkouška je často vyžadována u nátěrů, které jsou ještě po nanesení na předmět vystaveny mechanickému namáhání. Vlastní provedení zkoušky spočívalo v ohýbání plechu opatřeného zkoumaným filmem přes tzv. válcové trny předepsaných průměrů. Plech se zkoumaným filmem byl ohýbán na válcových trnech od nejvyšších průměrů až do průměru 4 mm. Případné poškození filmu v místě ohybu bylo pozorováno. Výsledkem této

zkoušky je průměr trnu v mm, u kterého ještě nedošlo k poškození zkoumaného filmu. Stanovení bylo prováděno dle ČSN ISO 1519.

2.6.5.3. Stanovení odolnosti hloubením

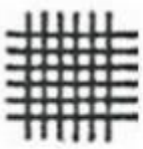
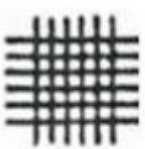
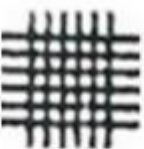
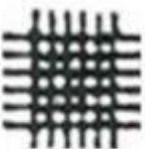
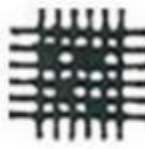
ČSN ISO 1520

Tato zkouška udává míru tažnosti nátěru. Byla prováděna na Erichsonově přístroji. Účelem této zkoušky je zjištění odolnosti nátěru při plynulé deformaci panelu s nátěrem. Deformace je zajištěna ocelovou koulí o průměru 20 mm. Zkoumaným parametrem je hloubka vtlačení ocelové koule do rubové strany panelu, při které dojde ke znatelnému porušení soudržnosti nátěrového filmu. V místě deformace je nátěr pozorován. Hloubka vtlačení koule v mm je výsledkem této zkoušky, která byla provedena dle ČSN ISO 1520. Maximální hloubka vtlačení koule bylo 10 mm.

2.6.5.4. Stanovení přilnavosti nátěrů mřížkovou metodou

ČSN ISO 2409

Přilnavost nátěru je souhrnem sil, kterými je nátěr zakotven k povrchu natřeného podkladu. Přilnavost nátěru se hodnotí pomocí stupňů přilnavosti (obrázek 10). Tato zkouška byla provedena speciálním řezným nožem opatřeným 6 ostřími, které mají rozestupy 2 mm. Tloušťka zkoušených nátěrů, na kterých byla přilnavost měřena, se pohybovala v rozmezí 60-120 μm . Z tohoto důvodu byl použit nůž se vzdáleností čepelí 2 mm. Řezacím nožem byly zhotoveny řezy ve tvaru mřížky, které tvořily mřížku o definované ploše. Stanovení bylo provedeno dle ČSN ISO 2409.

Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4	Stupeň 5
				

Obrázek 10: Ukázka hodnocení mřížkového řezu podle stupnice 1 - 5

2.7. Metody hodnocení vlastností nátěrů pomocí cyklických zrychlených korozních zkoušek

K hodnocení ochranných vlastností nátěrů se používají laboratorní metody, které jsou založené na zintenzivnění těch faktorů, které v přírodních podmínkách určují živostnost nátěrů. Jsou to sluneční záření, teplota a vlhkost, ale i znečištění z ovzduší průmyslového prostředí chemickými látkami – oxid siřičitý (SO_2), přímořské prostředí (rozpuštěné chloridy NaCl) hrají významnou roli. Odolnost k působení prostředí a tedy živostnost systému povrchové úpravy, je dána v první řadě odolností organického povlaku. Ochranný účinek organických povlaků je založen především na bariérových vlastnostech a hlavním kritériem ochranné schopnosti je propustnost povlaků pro složky prostředí. Vyhodnocení korozních projevů po provedení jednotlivých urychlených korozních zkoušek bylo prováděno do jisté míry subjektivními metodami. Výsledky získané z urychlených korozních zkoušek byly zpracovány dle norem ASTM D 714-87, ASTM D 610-85 a ASTM D 1654-92. Byly provedeny zrychlené zkoušky ve 3 cyklech, které byly provedeny za sebou. Nejprve byl proveden 1. cyklus kdy se plechy dávaly do kondenzační komory se 100% vlhkostí, v této komoře byly plechy 192 hodin. Poté byly plechy vloženy v 2. cyklu do komory s kondenzovanou vlhkostí a obsahem SO_2 , kde byly plechy ponechány 72 hodin. Ve 3. cyklu byly vloženy do solné komory zde zůstaly 96 hodin.

2.7.1. Zkouška ke stanovení odolnosti nátěru vůči 100 % relativní vlhkosti vzduchu (s urychlujícím vlivem teploty) ČSN ISO 6731

Zkouška podle ČSN ISO 6731 se užívá k exponování vzorků vůči 100% relativní vlhkosti vzduchu ke zjištění odolnosti vůči působení vody. Provádí se v atmosféře, která vykazuje 100% relativní vlhkost, čímž nastává na vzorcích tzv. „povšechná“ kondenzace.. Zkušební komory, které jsou nádrží s ohřívanou vodou a z prvků regulační techniky. Páry jsou generovány z ohřáté vody ve dně komory, přičemž vytvořená směs nasycená vzduchem stoupá, a chladne a při ochlazení pod teplotu rosného bodu zkondenzuje na vzorcích zavěšených nad hladinou vody. Vyhodnocují se fyzikálně-mechanické vlastnosti jako ztráta adheze, měknutí nebo zkřehnutí nátěrových filmů, dále změny barvy a lesku. Zároveň se sleduje tvorba puchů, podkorodování nátěrových filmů. Vzorky byly zde ponechány 192 hodin.

2.7.2. Zrychlená cyklická korozní zkouška v atmosféře kondenzované vlhkosti s obsahem SO₂ ČSN ISO 3231

Zkouška se používá k exponování vzorků v atmosféře obsahující oxid siřičitý s 100% relativní vlhkostí vzduchu, kde se v komoře napodobují a urychlují účinky průmyslově znečištěné atmosféry, kde se zjišťuje odolnost organického povlaku. Zkouška byla provedena dle ČSN ISO 3231. Cyklus trvající 24 hodin je rozdělen na dvě části. První část obsahuje expozici vzorku po dobu 8 hodin, při které probíhá kondenzace vlhkosti a oxidu siřičitého za teploty 35 ± 1 °C při 100% relativní vlhkosti. Druhá část spočívá v sušení vzorku v okolní atmosféře při teplotě 23 ± 1 °C při relativní vlhkosti menší než 75 %. Zkouška byla ukončena po 72 hodinách. Po vyhodnocení korozních projevů na nátěru, byl nátěrový film odstraněn v 20% roztoku hydroxidu sodného. Po jeho odstranění následovalo vyhodnocení korozních projevů v ploše kovových panelů. Nakonec byla vypočítána hodnota celkové antikoroziční účinnosti jednotlivých nátěrů dle vzorce 7.

2.7.3. Zrychlená korozní zkouška v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl ČSN ISO 9227

Zkouška v umělé atmosféře mlhy NaCl v solné komoře simuluje prostředí se zvýšeným obsahem chloridů – přímořské oblasti či zimním prostředím zasolených silnic. Zkouška využívá urychlujícího korozního vlivu NaCl, zvýšené vlhkosti vzduchu a zvýšené teploty. Zkouška byla provedena dle ČSN ISO 9227. Stojany se vzorky byly umístěny do solné komory, kde byly vystaveny působení mlhy 5% NaCl za teploty 37 ± 1 °C. Zkouška probíhá ve 24 hodinových cyklech, kdy dochází ke střídání expozice vzorku v 5% mlhy NaCl po dobu 10 hodin. Následuje 24 hodinové sušení vzorků při teplotě 28 °C. Poté proběhla expozice při zvýšené teplotě 37°C. Zkouška byla ukončena po 96hodinách. Po vyhodnocení korozních projevů na nátěru, byl nátěrový film odstraněn v 20% roztoku hydroxidu sodného. Po jeho odstranění následovalo vyhodnocení korozních projevů v ploše kovových panelů. Nakonec byla vypočítána hodnota dle celkové antikoroziční účinnosti jednotlivých nátěrů.

2.8. Metody hodnocení korozních zkoušek

Po provedených zrychlených zkouškách bylo provedeno subjektivní vyhodnocení stavu povrchu nátěru a po odstranění nátěru i povrchu kovového panelu. Vyhodnocení korozních projevů bylo provedeno dle norem ASTM. K získaným údajům byla přiřazena odpovídající hodnotící čísla.

2.8.1. Hodnocení korozního projevu: puchýře v ploše nátěru a puchýře v řezu nátěru

Tato zkouška slouží k vyhodnocování odolnosti organického povlaku ke tvorbě defektů, které vznikají při difúzi okolního prostředí nátěrovým filmem k podkladovému kovu, podle fotografických standardů (pomocí ISO 4628-2). Tvorba puchýřků je známkou porušení ochranné funkce organického povlaku a lze je definovat jako lokální oblasti, ve kterých film ztratil adhezi ke kovovému podkladu. Okamžitě po ukončení expozice v korozním prostředí byly vzorky subjektivně vyhodnoceny metodou podle ASTM D 714-87. Vyhodnocované povrchy nátěrů byly pozorovány s fotografiemi vzorových příkladů, které jsou součástí norem ASTM D 1654-92 (obrázek). Vzorové příklady puchýřků jsou rozděleny do čtyř skupin seřazených podle velikosti od největších po nejmenší puchýřky, označenými čísly 2, 4, 6 a 8 (8-nejmenší, 2-největší). K tomuto číslu označujícímu velikost puchýřků je přiřazena informace i o jejich hustotě. Písmeno D (Dense) označuje největší hustotu, následuje MD (Medium Dense), poté M (Medium), nejmenší hustotu označuje písmeno F (Few)

Po subjektivním přiřazení stupně puchýřování povrchu nátěru je každému vzorku přiřazeno hodnotící číslo uvedené v tabulce 12, které bylo následně dosazeno do rovnice 7 pro výpočet celkové antikoroziční účinnosti.

Tabulka 13: způsob hodnocení stupně tvorby puchýřů

Stupeň puchýřovatění			
ASTM	Hodnotící číslo	ASTM	Hodnotící číslo
8 F	90	8 MD	25
6 F	80	6 MD	20
4 F	70	4 MD	15
2 F	60	2 MD	10
8 M	50	8 D	5
6 M	40	6 D	0
4 M	35	4 D	0
2 M	30	2 MD	0

2.8.2. Hodnocení korozního projevu: koroze zkušebnímu řezu







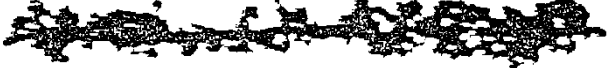
ASTM D 1654-92

Cílem tohoto hodnocení je posouzení schopnosti aktivních složek nátěru bránit šíření koroze pod nátěrem od místa jeho mechanického poškození. Údaj o elektrochemickém působení použitého antikoročního pigmentu v nátěru poskytuje vzdálenost koroze od řezu. Jestliže v okolí řezu nedochází ke korozi, je možné prohlásit, že antikoroční pigment působí aktivně v katodické či anodické oblasti koroze. Hodnocení korozních projevů: koroze zkušebnímu řezu bylo provedeno dle ASTM D 1654-92. Nátěry byly mechanicky odstraněny po 24 hodinové expozici vzorků v 20% roztoku NaOH. Následně byly panely opláchnuty destilovanou vodou. Při vyhodnocování byla měřena vzdálenost průniku koroze od zkušebnímu řezu. Každé zjištění vzdálenosti v mm bylo přiřazeno hodnotící číslo uvedené v tabulce 14, které bylo následně dosazeno do rovnice 7 pro výpočet celkové antikorozní účinnosti. Pomocí obrázků uvedené v tabulce 15 proběhlo vizuální hodnocení koroze v řezu před i po odstranění nátěrového filmu.

Tabulka 14:- Hodnocení koroze řezu podle normy ASTM D 1654 – 92

Hodnotící číslo[-]	Vzdálenost v [mm]
100	0
90	0-0.5
80	0.5-1.0
70	1.0-2.0
60	2.0-3.0
50	3.0-5.0
40	5.0-7.0
30	7.0-10.0
20	10.0-13.0
10	13.0-16.0
0	více než 16.0

Tabulka 15: Praktické ukázky koroze v okolí řezu

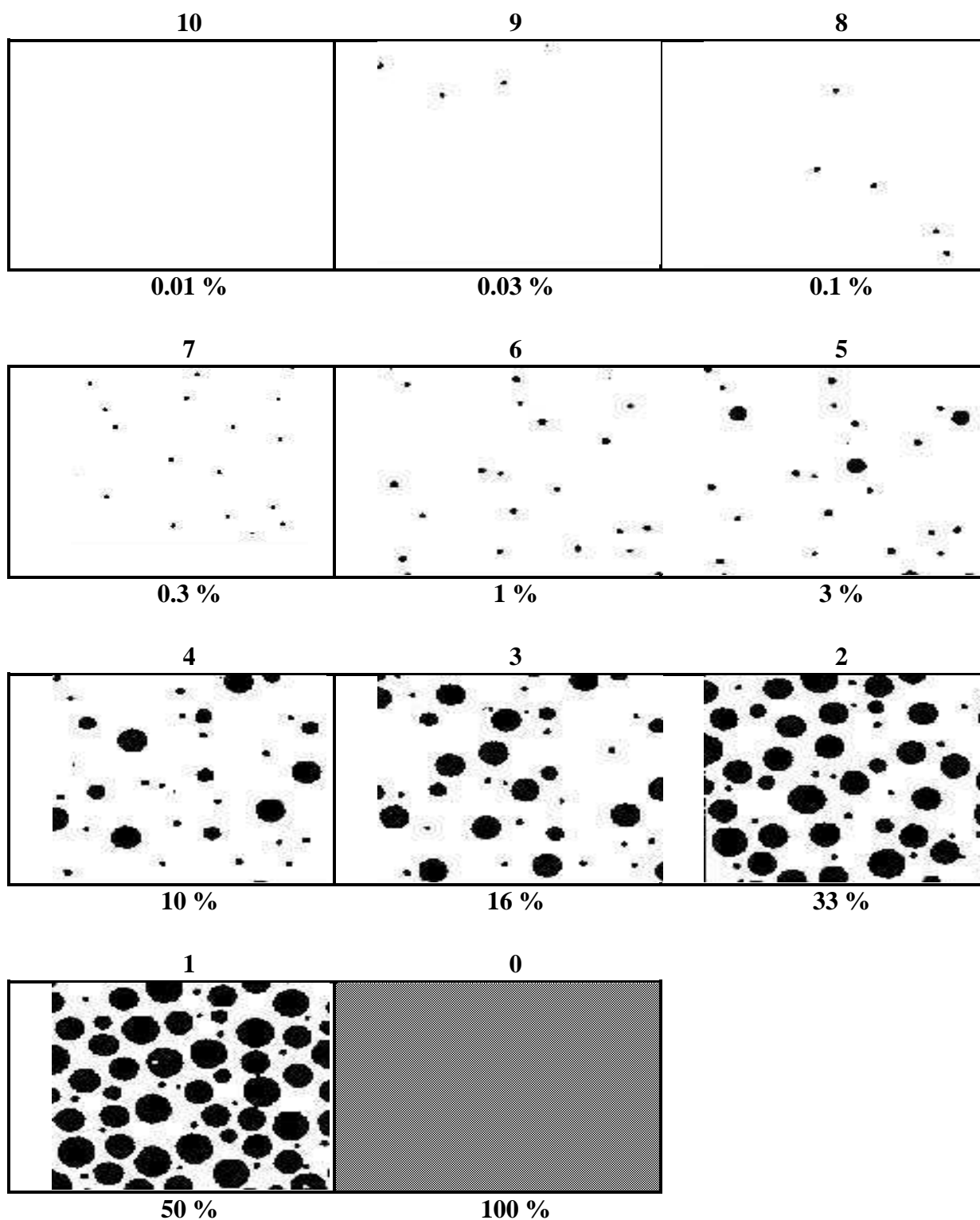
Stupeň	Plocha koroze
1 (velmi malé)	
2 (malé)	
3 a (střední)	
3 b (střední)	
4 a (značné)	
4 b (značné)	
5 (velmi značné)	

2.8.3. Hodnocení korozního projevu: podkorodování nátěrového filmu, koroze v ploše panelu

Těchto korozních projevů se využívá při hodnocení ochranné funkce organického povlaku. Korozní projev prokorodování nátěrového filmu je vyhodnocováno podle fotografických standardů (obrázek 11). Po vyhodnocení koroze v ploše nátěru byly nátěry po 24 hodinové expozici v 20% roztoku NaOH z panelů odstraněny. Panely byly opláchnuty destilovanou vodou. Následně proběhlo subjektivní vyhodnocení podle obrázku dle normy ASTM D 610-85. K získaným stupňům koroze, v procentech, z hodnocení podkorodování nátěrového filmu a z hodnocení koroze v ploše panelu, bylo přiřazeno hodnotící číslo uvedené v tabulce 16, které bylo následně dosazeno do rovnice 7 pro výpočet celkové antikoroziční účinnosti.

Tabulka 16: Způsob hodnocení koroze v ploše nátěru a ploše kovového podkladu

Korozní změny ocelového podkladu [%]	
ASTM	Hodnotící číslo
0,01	100
0,03	90
0,1	80
0,3	70
1	60
3	50
10	40
16	30
33	20
50	10
100	5



Obrázek 11: Předlohy k hodnocení korozních projevů: podkorodování nátěrového filmu a koroze v ploše panelu

2.8.4. Celkové hodnocení korozních zkoušek

Všechny dříve zmíněné hodnotící projevy korozního napadení podkladu i samotného ochranného filmu po expozici zrychlené cyklické zkoušky byly shrnuty dohromady. Výsledkem je jediná číselná hodnota označená jako antikorozní účinnost. Pro její výpočet byly sestaveny následující rovnice 7. Pro výpočet komplexní účinnosti byla sestavena rovnice 8.

2.8.4.1. Antikorozní účinnost nátěrových filmů při zrychlené cyklické zkoušce

Rovnice 7 uvádí vztah pro výpočet antikorozní účinnosti (AÚ), což je aritmetický průměr hodnot

Vzorec 7

$$AÚ = \frac{A + B + C + D + E}{5}$$

- Kde
- A...hodnotící číslo stupně přilnavosti
 - B...hodnotící číslo prokorodování nátěrového filmu
 - C...hodnotící číslo koroze v ploše panelu
 - D...hodnotící číslo koroze zkušebnímu řezu
 - E...hodnotící číslo koroze podkladu

3. Výsledky a vyhodnocení

V této kapitole jsou všechny výsledky uvedeny v tabulkách, které jsou vždy přiřazeny k metodě, kterou byly stanoveny.

3.1. Vyhodnocení fyzikálně - chemických vlastností pigmentů

Fyzikálně – chemické vlastnosti pigmentů byly zjišťovány podle metod, které jsou uvedeny v kapitole 2.3. Vlastnosti, které byly zkoumány, převážně ovlivňují aplikovatelnost daných pigmentů do nátěrových hmot.

3.1.1. Výsledky stanovení měrné hmotnosti pigmentu

Tabulka 17: Hustota jednotlivých pigmentů

Pigment	Hustota [g.cm ⁻³]
Kaolín/ Si	2,569
Kaolín/PANI	2,472
Kaolín/PPY	2,271
Filemon PO5	2,674
Mastek/Zinkferit	2,962
Mastek/PPY	2,499
Mastek/PANI	2,399
Talek E-60	2,730

3.1.2. Výsledky stanovení olejového čísla

Tabulka 18: Olejové číslo jednotlivých pigmentů

Pigment	Olejové číslo [g/ 100g] pigmentu
Kaolín/ Si	39,78
Kaolín/PANI	70,51
Kaolín/PPY	64,58
Filemon PO5	58,98
Mastek/Zinkferit	50,32
Mastek/PPY	63,60
Mastek/PANI	75,29
Talek E-60	30,39

3.1.3. Výsledky stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu

Tabulka 19: KOKP jednotlivých pigmentů

Pigment	KOKP
Kaolín/ Si	48
Kaolín/PANI	35
Kaolín/PPY	39
Filemon PO5	37
Mastek/Zinkferit	38
Mastek/PPY	37
Mastek/PANI	34
Talek E-60	53

3.2. Vyhodnocení vlastností na základě nepřímých korozních zkoušek

3.2.1. Výsledky měření tloušťky nátěrů

Z hodnot tlouštěk jednotlivých nátěrových filmů byly vypočítány aritmetické průměry z pěti naměřených hodnot. Výsledky měření tloušťkového filmu jsou vždy uvedeny v jednotlivých kapitolách u výsledků korozních zkoušek.

3.2.2. Výsledky relativní povrchové tvrdosti nátěrových filmů na skleněných panelech

Tabulka 20: Relativní povrchová tvrdost uvedená v procentech pro dané pigmenty

Pigment	OKP	Relativní povrchová tvrdost [%]							
	[%]	2. den	3. den	8. den	15. den	23. den	29. den	38. den	44. den
Kaolín/Si	5	10	14	20	23	27	30	29	27
	15	11	13	21	24	27	30	30	28
Kaolín/PANI	5	10	12	19	22	25	27	27	25
	15	11	12	19	22	26	27	28	26
Kaolín/PPY	5	11	12	19	22	25	27	27	25
	15	10	11	18	22	26	28	28	26
Filemon PO5	5	11	14	21	25	29	31	30	29
	15	11	13	19	25	30	30	32	29
Mastek/Zinkferit	5	11	13	19	20	22	24	23	22
	15	12	13	19	23	24	28	27	27
Mastek/PPY	5	9	10	17	20	25	26	27	25
	15	10	11	18	21	26	29	29	27
Mastek/PANI	5	11	13	18	22	25	27	26	25
	15	13	15	18	23	25	28	28	25
Talek E-60	5	10	13	20	22	25	27	27	26
	15	11	13	19	22	25	28	27	25
Alkyd	0	10	13	19	22	26	29	28	26

Tabulka 21: Mřížková zkouška nátěrových hmot na skleněných panelech

Mřížková zkouška			
pigment	OKP [%]	Přilnavost [st]	DFT [um]
Kaolín/Si	5	0	60
	15	0	60
Kaolín/PANI	5	0	70
	15	0	70
Kaolín/PPY	5	0	70
	15	0	70
Filemon PO5	5	0	50
	15	0	70
Mastek/Zinkferit	5	0	70
	15	0	70
Mastek/PPY	5	0	80
	15	0	70
Mastek/PANI	5	0	60
	15	0	70
Talek E-60	5	0	60
	15	0	60
Alkyd	0	0	60

3.2.3. Výsledky stanovení lesku nátěru

Tabulka 22: Měření lesku nátěru pigmentů

Pigment	OKP [%]	Začátek měření 7. den			Konec měření 43. den		
		20°	60°	85°	20°	60°	85°
Kaolín/Si	5	39,5	81,2	75,7	36,8	79,9	75,4
	15	3,8	24,2	54,9	3	20,9	53,1
Kaolín/PANI	5	2,7	22	35	2,7	20,2	33,6
	15	1,1	10,1	20	1	8,6	17,9
Kaolín/PPY	5	2,5	20,4	29,2	2,7	19,4	27,5
	15	2,5	20,1	35,3	2	17,1	32,7
Filemon PO5	5	10,8	38,5	46,7	11	38,3	48,2
	15	2,7	18,5	42,3	2,6	16,5	42,5
Mastek/Zinkferit	5	1,2	11,3	16	1,2	10,7	14,4
	15	1,1	9,5	15,2	0,8	7,4	11,2
Mastek/PPY	5	6	37,8	50,6	5,7	33,1	47,8
	15	1,9	16,9	29,5	1,6	14,7	26,4
Mastek/PANI	5	3,4	26,4	36	3,3	23,7	34,6
	15	1,2	12,7	27,2	1,2	11,2	25,8
Talek E-60	5	10,8	37,8	34,1	10,5	37,3	33,4
	15	4,3	20,7	20,8	4,3	19,6	18,6
Alkyd	0	135	145	101	129	144	100

3.2.4. Výsledné stanovení pH vodných výluh volných nátěrových filmů

Tabulka 23: pH vodných výluh pigmentů při teplotě 20 °C ±1 °C

Pigment	OKP [%]	pH ± 0,05			
		1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
Kaolín/Si	5	3,94	3,07	3,00	2,96
	15	4,18	3,22	3,15	3,10
Kaolín/PANI	5	3,67	2,95	3,00	2,89
	15	3,61	2,91	2,98	2,85
Kaolín/PPY	5	3,60	2,89	2,95	2,85
	15	3,54	2,92	2,98	2,88
Filemon PO5	5	3,72	2,98	3,00	2,93
	15	3,74	3,01	3,04	2,99
Mastek/Zinkferit	5	4,35	3,28	2,97	2,95
	15	4,10	3,35	3,15	3,19
Mastek/PPY	5	3,72	2,96	3,01	2,92
	15	3,55	2,94	2,98	2,91
Mastek/PANI	5	3,48	2,83	2,88	2,78
	15	3,99	2,99	2,96	2,88
Talek E-60	5	3,80	3,11	2,99	2,97
	15	3,89	3,30	3,21	3,15
Alkyd	0	4,19	3,23	3,07	3,02
Redestilovaná voda		6,59	7,19	7,90	7,82
Destilovaná voda		7,69	7,78	8,19	8,09

3.2.5. Výsledky měrné elektrické vodivosti vodných výluhů volných ná- těrových filmů

Tabulka 24: Měrná elektrická vodivost vodných výluh pigmentů při teplotě 20 °C ±1 °C

Pigment	OKP [%]	Měrná elektrická vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]			
		1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
Kaolín/Si	5	7,2	44,1	52,2	49,3
	15	4,1	27,9	32,8	40,0
Kaolín/PANI	5	13,3	48,0	56,6	67,6
	15	12,4	52,2	61,1	72,3
Kaolín/PPY	5	12,7	55,6	64,7	75,7
	15	13,1	57,9	65,5	76,0
Filemon PO5	5	9,7	46,8	55,4	66,0
	15	9,5	44,2	51,5	61,5
Mastek/Zinkferit	5	12,8	47,4	55,9	66,8
	15	5,6	30,5	34,6	35,9
Mastek/PPY	5	8,5	47,0	46,6	65,6
	15	12,6	58,0	64,7	74,3
Mastek/PANI	5	15,7	71,5	81,9	93,8
	15	6,7	48,4	69,0	77,3
Talek E-60	5	9,1	43,9	51,7	61,9
	15	6,4	27,1	31,5	37,9
Alkyd	0	4,7	34,5	41,3	49,6
Redestilovaná voda		0,7	0,5	0,6	0,6
Destilovaná voda		1,7	2,8	4,4	5,4

3.2.6. Výsledky fyzikálně – mechanických zkoušek

V této kapitole jsou uvedeny výsledky získané metodami, které jsou popsány v kapitolách 2.5.6 – 2.6.9. Pro celkovou fyzikálně – mechanickou odolnost byla použita zkratka CFÚ.

Tabulka 25: Výsledky fyzikálně - chemických zkoušek nátěrů daných pigmentů

Pigment	OKP [%]	DFT [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Přilnavost [st.]	Ohyb [mm]	CFÚ
Kaolín/Si	5	69	>10	>100	1	4<	98
	15	79	8,12	>100	1	4<	96,25
Kaolín/PANI	5	80	>10	>100	0	4<	100
	15	78	9,36	>100	0	4<	98,75
Kaolín/PPY	5	72	9,67	>100	0	4<	98,75
	15	86	9,83	>100	0	4<	98,75
Filemon PO5	5	74	>10	>100	0	4<	100
	15	87	9,49	>100	1	4<	96,25
Mastek/Zinkferit	5	88	>10	>100	0	4<	100
	15	82	7,56	>100	0	4<	97,5
Mastek/PPY	5	76	>10	>100	0	4<	100
	15	80	9,87	>100	0	4<	98,75
Mastek/PANI	5	76	9,64	>100	0	4<	98,75
	15	74	>10	>100	0	4<	100
Talek E-60	5	85	>10	>100	0	4<	100
	15	76	9,02	>100	1	4<	96,25
Alkyd	0	70	>10	>100	0	4<	100

3.3. Vyhodnocení vlastností na základě přímých korozních zkoušek

Tato kapitola zobrazuje výsledky a vyhodnocení korozních zkoušek v komoře se 100% relativní vlhkostí vzduchu, v atmosféře kondenzované vlhkosti s obsahem SO_2 a v atmosféře neutrální solné mlhy NaCl.

Tabulka 26: Výsledky zrychlené korozní zkoušky nátěrů se svislým řezem v atmosféře se zvýšenou vlhkostí, v atmosféře NaCl a atmosféře SO₂

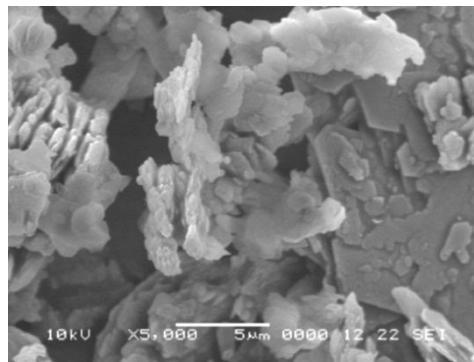
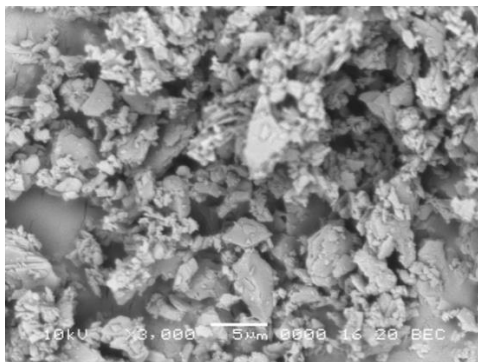
Pigment	OKP [%]	DFT [μm]	Puchýř v ploše [st.]	Puchýř v řezu [st]	Vzhled řezu s nátě- rem	Přilnavost [st]	Koroze podklad [%]	Koroze v řezu [mm]	Vzhled řezu bez nátěru	AÚ [%]
Kaolín/Si	5	63	8MD	2D	5	5	3	0,5	3b	33
	15	77	-	6D	4b	0	1	0,5	5	70
Kaolín/PANI	5	82	6F	4M	2	0	0,03	1	2	75
	15	90	6F	8F	1	5	-	0,5	4b	72
Kaolín/PPY	5	85	6F	4M	3a	5	3	0,5	2	51
	15	79	8M	4MD	1	0	10	0,5	4b	59
Filemon PO5	5	78	-	6D	5	2	16	0,5	4b	59
	15	77	-	6MD	3a	5	1	0,5	3a	54
Mas- tek/Zinkferit	5	90	8M	4D	2	5	16	0,5	4b	34
	15	93	-	4D	3a	0	50	0,5	2	60
Mastek/PPY	5	88	6F	6MD	3b	5	0,03	0,5	2	56
	15	91	-	6M	1	1	33	0,5	2	68
Mastek/PANI	5	70	-	-	2	1	3	1	3a	82
	15	80	4D	-	1	2	-	0	1	75
Talek E-60	5	69	-	4D	5	2	0,1	0,5	5	69
	15	86	-	4MD	4a	2	16	0,5	4b	62
Alkyd		79	8M	2MD	4a	5	16	1	3a	32

4. Diskuze výsledků

4.1. Vyhodnocení vlastností nátěrových filmů na základě nepřímých korozních zkoušek

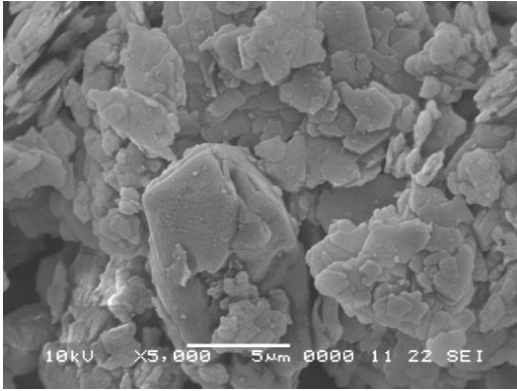
4.1.1. Vlastnosti nátěrových filmů

U pigmentů byla změřena hustota, hodnoty jsou uvedeny v tabulce 17. Nejvyšší hustotu pigmentů měl Mastek s povrchovou úpravou zinkferitem ($2,962 \text{ g/cm}^3$). Jeho struktura je zobrazena na obrázku 16. Nejnižší hustotu měl pigment Kaolín s povrchovou úpravou polypyrrolu ($2,271 \text{ g/cm}^3$). Z měření vyplývá, že čím vyšší byla hustota, tím nižší byla kritická objemová koncentrace pigmentu. Nejnižší spotřebu množství lněného oleje na 100 g pigmentu vykazoval Talek E-60 ($30,39\text{g}/100 \text{ g}$ pigmentu) a nejvyšší Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu ($75,29 \text{ g}/100 \text{ g}$ pigmentu). Jeho struktura je zobrazena na obrázku 15. Nejnižší kritickou objemovou koncentraci pigmentu vykazoval Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu (34 %) a nejvyšší Talek E-60 (53 %).

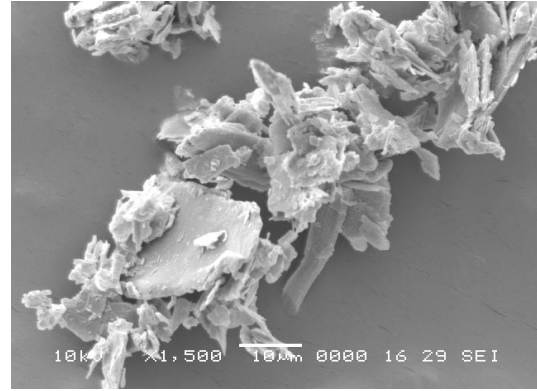


Obrázek 12: Částice kaolínu z elektronového mikroskopu, zvětšeno 3000x (vlevo)

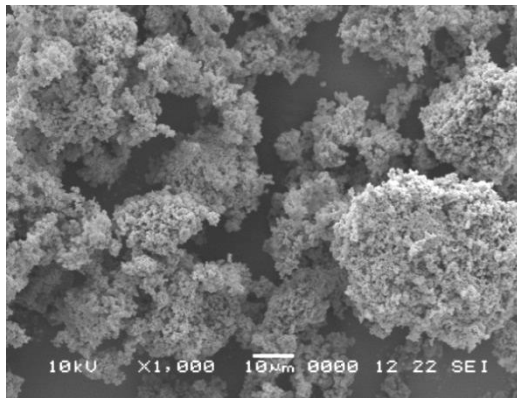
Obrázek 13: Částice Mastku z elektronového mikroskopu, zvětšeno 5000x (vpravo)



Obrázek 14: Částice kaolínu s povrchovou úpravou PANI z elektronického mikroskopu, zvětšeno 5000x (vlevo)



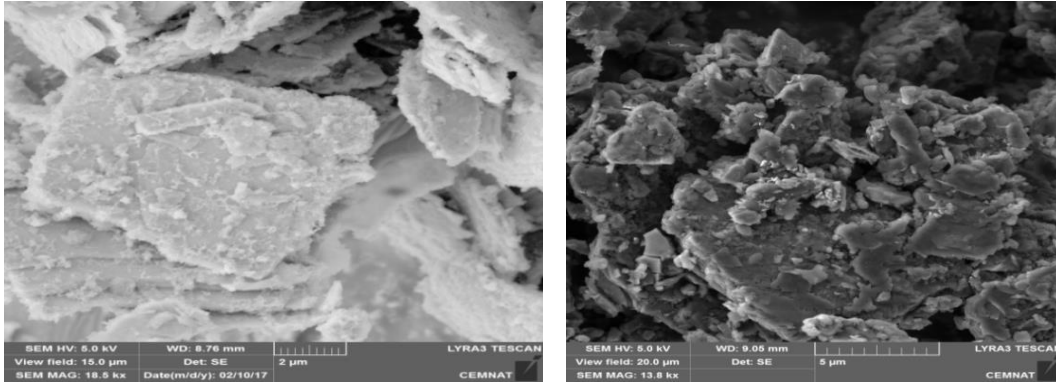
Obrázek 15: Částice Mastku povrchovou úpravou PANI z elektronického mikroskopu, zvětšeno 4500x (vpravo)



Obrázek 16: Částice Mastku s povrchovou úpravou zinkferitu z elektronického mikroskopu, zvětšeno 1000x (vlevo)



Obrázek 17: Částice Mastku z elektronického mikroskopu, zvětšeno 3000x (vpravo)



Obrázek 18: Částice Mastku s povrchovou úpravou PANI z elektronického mikroskopu (vlevo)

Obrázek 19: Částice Kaolínu s povrchovou úpravou PANI z elektronického mikroskopu (vpravo)

4.1.2. Tloušťka nátěrového filmu

Nátěrové filmy byly naneseny na skleněné panely s rozměry 150 x 100 x 5 mm pro stanovení relativní povrchové tvrdosti dále na ocelové panely s rozměry 150 x 100 x 0,9 mm pro korozní zkoušky a 200 x 60 x 0,9 mm pro fyzikálně-mechanické zkoušky. DFT skleněných panelů byla v rozmezí 60 – 80 µm. DFT nátěrových filmů na ocelových panelech pro fyzikálně – mechanické zkoušky byla v rozmezí 69 – 88 µm. Na ocelové panely pro korozní zkoušky byla nanesena druhá vrstva, kde tloušťka nátěru se poté pohybovala v rozmezí 69 – 93 µm. Čím nižší byla tloušťka nátěrového filmu, tak tím byl nátěr více vystaven zatížení příslušným stanovením.

4.1.3. Relativní povrchová tvrdost nátěrových filmů

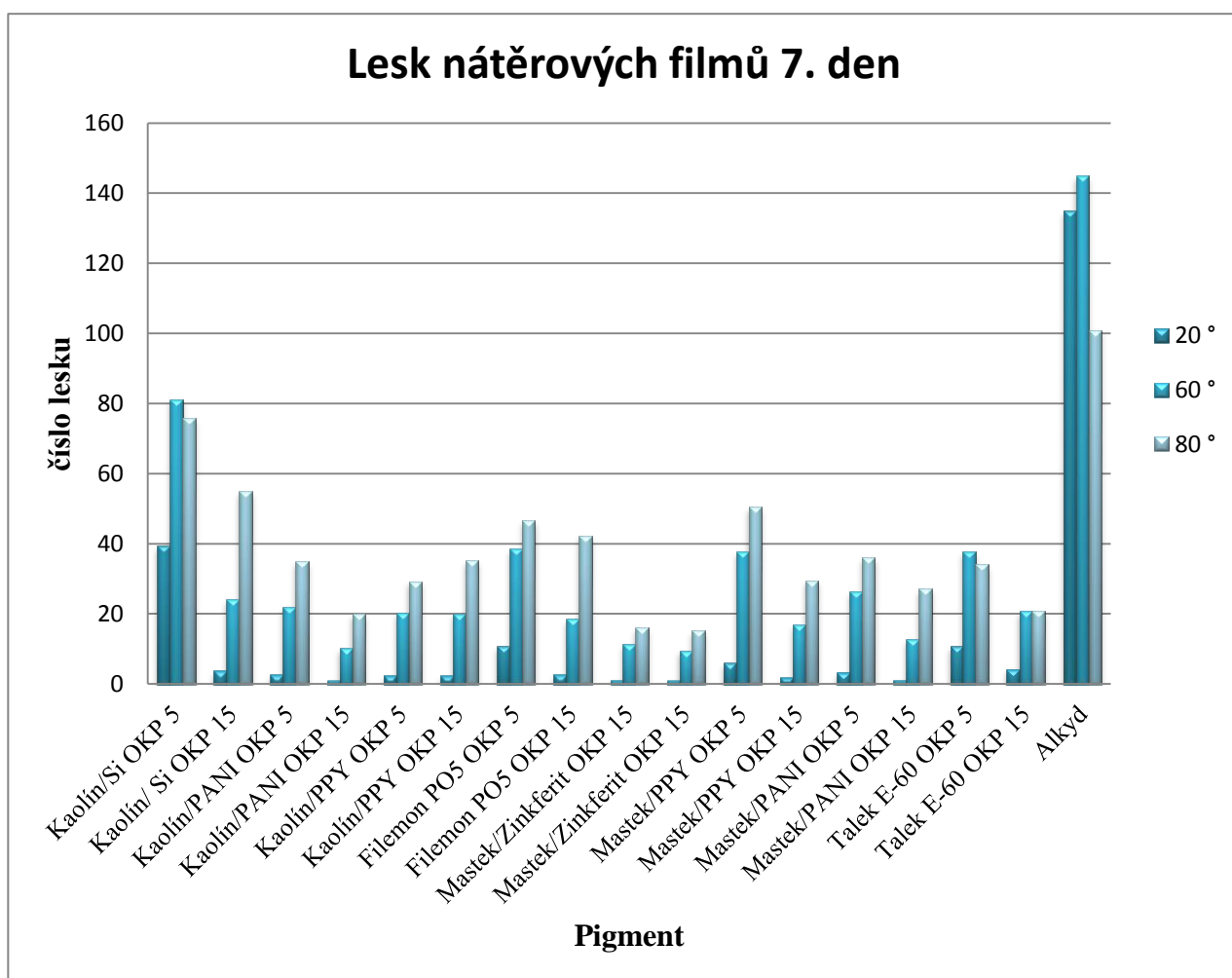
Změna povrchové tvrdosti byla sledována v čase u všech připravených nátěrových filmů. Relativní povrchová tvrdost byla sledována po dobu 44 dnů, naměřené hodnoty jsou uvedeny v kapitole 3.2.2. a v tabulce 21. Okolo 38. dne měření došlo k vytvrzení nátěrových filmů a relativní povrchová tvrdost dosahovala nejvyšších hodnot. Vytvrzování alkydových pryskyřic se provádí pomocí sušidla (Lovogen C35) na bázi kobaltnatých solí, které iniciují tvorbu radikálů a pomáhají zesítovat alkyd pomocí vyšších mastných kyselin. Spojením vzniklých radikálů vzniká síť oxoradikálů. Vypotřebení dvojných vazeb je určeno v čase, kde nabyde maximální hodnoty a poté začne klesat. Z naměřených hodnot je patrné, že z počátku docházelo k nárůstu povrchové tvrdosti. Ke konci měření jsou uvedené hodnoty nižší nebo podobné, protože docházelo k úplnému vytvrzování pryskyřice. Relativní povrchová tvrdost byla měře-

na pomoci kyvadlového přístroje typu König. Přístroj funguje na principu tlumení času kyvadla, na měřeném skleněném vzorku s nátěrovým filmem. Čím je měkčí povrch měřeného vzorku, tím je doba oscilace kratší. Největší povrchovou tvrdost měl Filemon PO5 o OKP 5 % i 15 % (29%). Nejmenší povrchovou tvrdost vykazoval Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu při OKP 5 % (22 %). Samotná alkydová pryskyřice vykazovala hodnotu (26 %), hodnoty byly měřeny ve 44. dni relativně kdy povrchová tvrdost klesala. Maximální doba vytvrzení byla zaznamenána ve 38. dni, kde nejvyšší relativně povrchovou hodnotu měl Filemon PO5 při OKP 15 % (32%). Nejmenší relativní povrchová tvrdost byla naměřena u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 % (26 %). Samotná alkydová pryskyřice měla při 38. dni hodnotu 28 %. Při zvyšující se koncentraci pigmentu v nátěru, klesá tvrdost nátěrového filmu, a to je způsobeno postupným ubýváním místa pro pryskyřici, která vykazuje elastické vlastnosti. Mezi povrchové úpravy, které změkčují nátěrové filmy patří, Filemon PO5 při OKP 5; 15 % (29), Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 15 % (28), Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 5 % (27), Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu při OKP 15 % (27), Mastek s povrchovou úpravou polypyrrolu při OKP 15 % (27), Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 15 % (26), Kaolín s povrchovou úpravou polypyrrolu při OKP 15 % (26), Talek E-60 při OKP 5 % (26), Mastek s povrchovou úpravou vodivého polymeru polyanilinu s OKP 5; 15 % (25), Mastek s povrchovou úpravou polypyrrolu při OKP 5 % (25), Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 % (25), Kaolín s povrchovou úpravou polypyrrolu při OKP 5 % (25), Talek E-60 při OKP 15 % (25), Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu s OKP 5 % (22), který tvoří nejtvrďší nátěrový film. Nejměkčí nátěrový film byl zjištěn u Filemonu PO5 při OKP 5; 15 %, jeho využití je lepší pro jeho elastické vlastnosti, které lze využít u výrobků s potřebnou elasticitou oproti Filemonu PO5 je netvrďším nátěrovým filmem Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu při OKP 5 %, který už nedosahuje takové tvrdosti, aby se mohl používat na výrobky vyšší pružnosti.

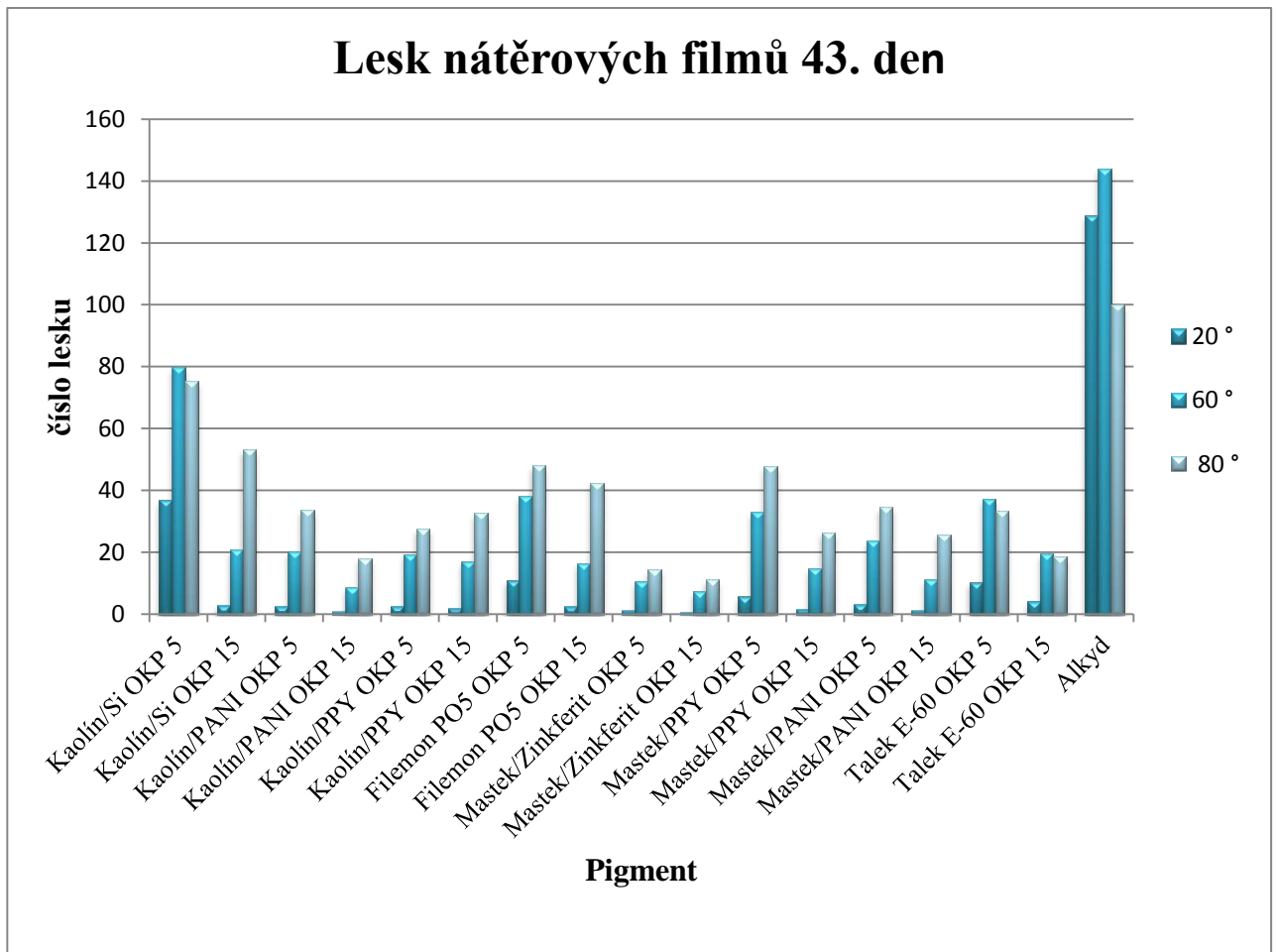
4.1.4. Lesk nátěrových filmů

Stanovení lesku nátěrových hmot bylo provedeno na skleněných panelech. Měření proběhlo na začátku 7. den a na konci 43. den. Lesk byl měřen pod úhly 20°, 60° a 85°. Hodnoty jsou uvedené v kapitole 3.2.3 v tabulce 22. Vysoké hodnoty lesku nátěrových filmů značí hladký povrch. Připravené nátěrové filmy vykazovaly spíše matný povrch. U všech změřených nátěrových filmů byla zjištěna podobnost hodnot získané ze začátku měření a na konci. Stupeň lesku ovlivňuje objemová koncentrace pigmentu a spotřeba pojiva. Z naměřených

hodnot lze říci, že u všech pigmentů při OKP 15 % byl lesk velmi nízký s porovnáním OKP 5 %, protože s časem se zvyšoval jejich mat, degradace tohoto vzorku je nejmenší. Filmový nátěr pryskyřice vykazoval největší rozdíl lesku při 20°, kde při měření 7. dne byla hodnota 135 a při 43. dni byla naměřená hodnota 129. Z pigmentovaných nátěrových filmů měl největší rozdíl lesku Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu při OKP 15 % a při 85°, kde při měření 7. dne byla hodnota 15,2 a při 43. dni byla naměřená hodnota 11,2 nátěr nejvíce degraduje na světle. Žádný rozdíl v lesku při 20° nevykazovaly nátěry Talek E-60 při OKP 15 %. Mastek s povrchovou úpravou zinkferitem při OKP 5 %, Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 % a Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 15 %. Porovnání lesku na začátku měření a na konci měření je ukázáno na obrázcích 20 a 21.



Obrázek 20: Grafické znázornění lesku nátěrových filmů, 7. den měření



Obrázek 21: Grafické znázornění lesku nátěrových filmů, 43. den měření

4.1.5. pH a měrná elektrická vodivost vodných výluhů volných nátěrových filmů

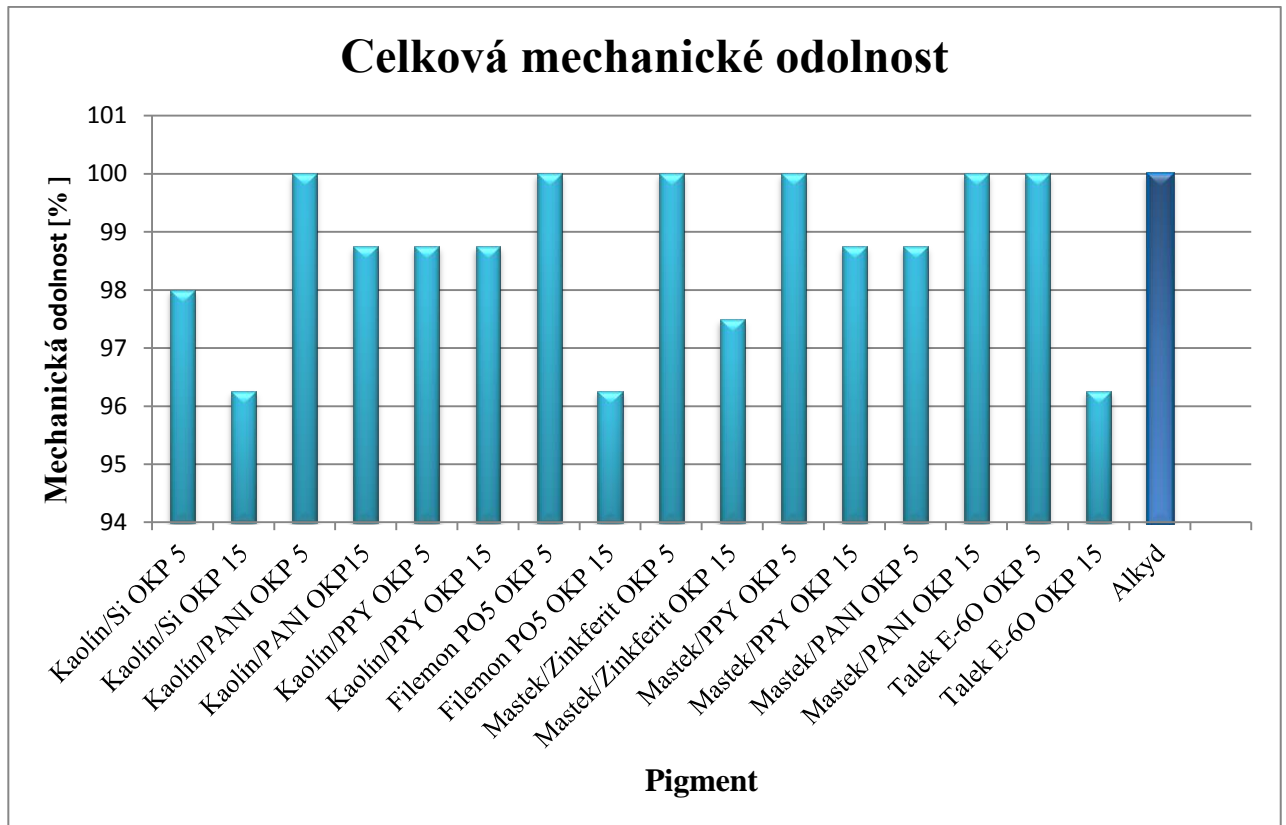
Tento parametr slouží k technologické kontrole vymytí pigmentu v procesu výroby, kdy po jeho aplikaci může nedostatečné vymytí ovlivňovat kvalitu nátěru (85). Pro stanovení pH a měrné elektrické vodivosti byly použity 10% suspenze pigmentů v redestilované vodě. Změna byla pozorována po dobu 4 týdnů. Hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 23 a 24. V průběhu měření se hodnoty pH razantně měnily tz., že pigmenty byly ve vodném prostředí stále a nedocházelo k jejich vymývání. Největší změna pH byla zaznamenána u Mastku s povrchovou úpravou zinkferitu s OKP 5 %, který v 1. týdnu vykazoval hodnotu pH = 4,35 a ve 4. týdnu vykazoval hodnotu pH = 2,95. Všechny ostatní pigmenty se pohybovaly v hodnotách pH = 4,19 – 2,78. Nejvyšší měrná vodivost byla zaznamenána u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinem s OKP 5 % s hodnotou 9,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$, což značí o faktu, že PANI byl v přítomnosti své vodivé formy polyanilinové sole a naopak nejnižší hodnota byla stanovena u Kaolínu

s povrchovou úpravou křemičitanu 4,11 $\mu\text{S}/\text{cm}$, která však nepatří mezi vodivé povrchové úpravy. Nejnižší hodnota s vodivou povrchovou úpravou byla stanovena u Mastku s povrchovou úpravou polypyrrolu při OKP 5 % a to 8,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hodnoty měrné elektrické vodivosti se razantně měnily tzn., že pigmenty byly ve vodném prostředí stálé a nedocházelo k jejich vymývání, tím se ustálila hodnota měrné elektrické vodivosti. Samotná pryskyřice měla hodny v rozmezí 3-4 pH a měrné elektrické vodivosti v rozmezí 47,2 – 49,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.1.6. Fyzikálně – mechanické zkoušky nátěrových filmů

Fyzikálně – mechanické zkoušky byly prováděny na ocelových panelech s rozměry 200 x 60 x 0,9 mm. Mezi tyto zkoušky patří odolnost ohybu, přilnavosti, úderem a hloubením. Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v kapitole 3.2.6 a tabulce 25. Odolnost při ohybové zkoušce okolo trnu 4 mm nedošlo k porušení u žádného pigmentu, ani u samotného alkydu. Stanovení zkoušky přilnavosti pomocí mřížkové metody vykazovalo hodnotu 0. Stupeň 0 charakterizuje nejlepší možný výsledek. Výjimkou byly pigmenty Kaolín s povrchovou úpravou křemičitanu OKP 15 % i s OKP 5%, Filemon OKP 15 % a Talek s OKP 15 % k nim byl přidělen stupeň 1. Samotná alkydová pryskyřice zůstal neporušený a vykazoval hodnotu 0. Zkouška odolnosti úderem vykazovala také dobré vlastnosti nátěrových filmů. Úder byl proveden z výšky 100 cm, kde všechny nátěrové filmy zůstaly neporušené včetně alkydu. Odolnost nátěrových filmů při hloubení byla ve většině případů v rozmezí 7,56 mm – více jako 10 mm. Zkoušku hloubením více jak 10 mm, vydržely nátěrové filmy Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu s OKP 5 %, Filemon s OKP 5 %, Mastek s povrchovou úpravou vodivého polymeru polyanilinu s OKP 15 %, Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 5 %, Talek E-60 s OKP 5 % a Mastek s povrchovou úpravou vodivého polymeru polypyrrolu s OKP 5 %. Samotný alkyd vydržel tuto zkoušku také. Nejmenší odolnost proti hloubení byla sledována u Mastku s povrchovou úpravou zinkferitu s OKP 15 %, hodnota byla stanovena na polovinu možného plnění a nátěrový film s obsahem tohoto pigmentu praskal. Všechny zmíněné zkoušky byly použity k výpočtu celkové mechanické odolnosti nátěru. Fyzikálně – mechanické zkoušky potvrdily, že samotná nepigmentovaná pryskyřice je vhodná do mechanicky namáhavého prostředí, po přidání pigmentů Kolín/Si při OKP 15 %, Mastek/PANI při OKP 5 %, Filemon PO5 při OKP 15 %, Talek E-60 při OKP 15 %, Mastek/zinkferit při OKP 15 %, Kaolín/PPY při OKP 5 %, Kaolín/PANI při OKP 15 %, Kaolín/PPY při OKP 15 % a Mastek/PPY při OKP 15 % své mechanické vlastnosti ztrácí. Postupným zvyšováním množství pigmentu docházelo k horším výsledkům fyzikálně – mechanických zkoušek a zároveň i

celé mechanické odolnosti. Při koncentracích 15%, částice pigmentů jsou v těsnějším uspořádání. Zbytek volného prostoru bylo vyplněno pryskyřicí, která ale neměla dostatečně velký prostor na vyrovnání elasticko-plastických změn způsobených mechanickým namáháním materiálu. Celková mechanická odolnost je graficky zobrazena na obrázku 22.



Obrázek 22: Grafické znázornění celkové mechanické odolnosti

4.2. Vyhodnocení vlastností na základě přímých korozních zkoušek

Nátěrové filmy, které byly naneseny na ocelových panelech byly vystaveny 3 cyklům v různých atmosférách. Nejprve byl proveden 1. cyklus kdy se vzorky aplikované na panely vystavily prostředí s obsahem 100% vlhkostí, v této komoře byly plechy 192 hodin. Poté byly plechy vloženy ve 2. cyklu, do komory s kondenzovanou vlhkostí a obsahem SO₂, kde byly plechy ponechány 72 hodin. Ve 3. cyklu byly vloženy do solné komory se zde exponovaly 96 hodin.

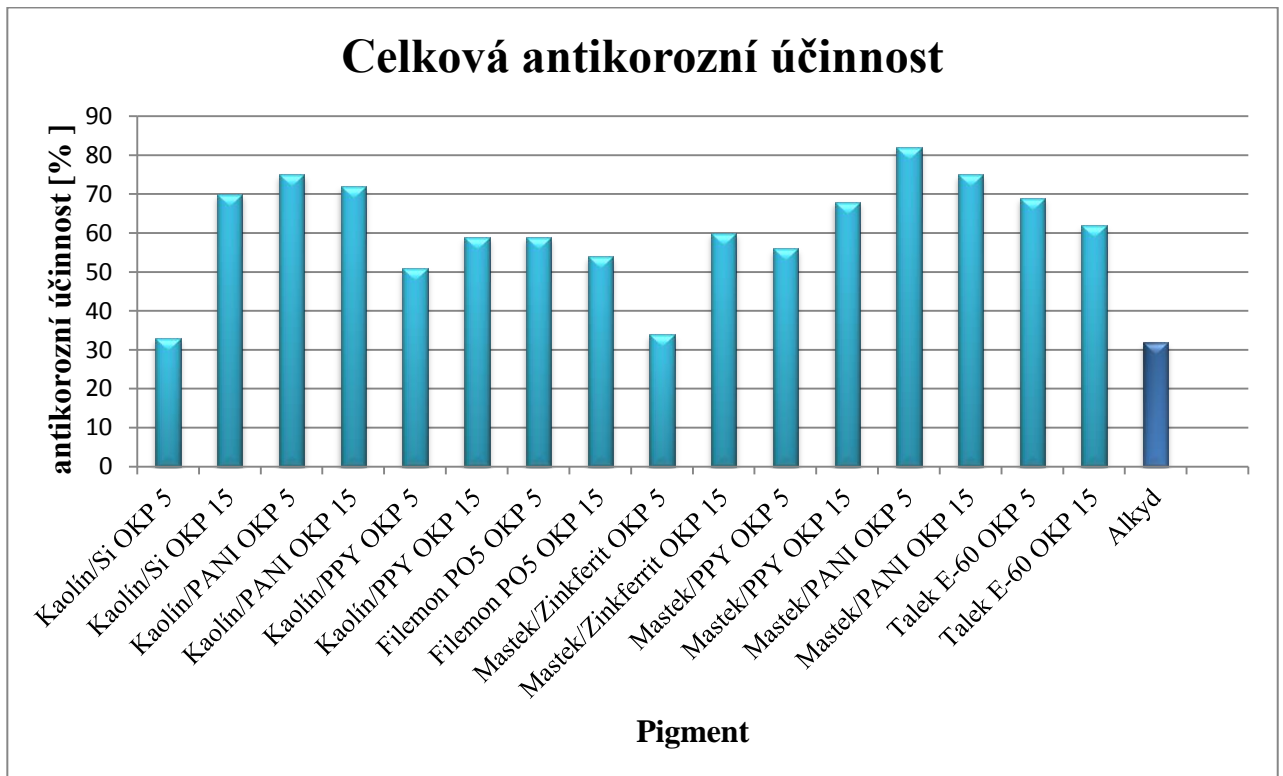
Po expozici vzorků bylo provedeno vyhodnocení stavu povrchu nátěrových filmů, jak před odstraněním nátěru, tak stavu kovového podkladu po odstranění nátěru, hodnoty jsou uvedené v tabulce 26. Plocha nátěru byla nejlepší (bez účasti puchýřků) u Mastku s povrchovou úpra-

vou zinkferitu při OKP 15 %, Kaolínu s povrchovou úpravou křemíku při OKP 15 %, Filemonu PO5 při OKP 5 % a 15 %, Talku E-60 s OKP 15 %, Mastku s povrchovou úpravou polyanilinem při OKP 5 % a Mastku s povrchovou úpravou polypyrrolu s OKP 15 %. Nejhorší (četné velké puchýře) byly stanoveny u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 15 % (4D). Žádné puchýřů v řezu se netvořily u nátěrového filmu Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu při koncentracích OKP 5 % i 15 %. Nejméně puchýřů v řezu měl Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 15 % (8F). Nejvíce puchýřů v řezu měl Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 5 % (2D). Koroze po odstranění nátěru v místě zkušebního řezu nebyla stanovena žádná u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 15 %, největší koroze byla stanovena u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 %, kaolínu s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 % a u alkydové pryskyřice 2 mm. Všechny ostatní nátěrové filmy měly korozi v řezu po odstranění nátěrového filmu 0,5 mm. Žádný podkorodovaný podklad nebyl u nátěrového filmu Mastku s povrchovou úpravou polyanilinem při OKP 15 %, a u Kaolínu s povrchovou úpravou polyanilinem při OKP 15 %. Nejvyšší stupeň koroze podkladu byl stanoven u Mastku s povrchovou úpravou polypyrrolu s OKP 15 % (33 %). Nejnižší stupeň koroze podkladu byl pozorován u Mastku s povrchovou úpravou polypyrrolu s OKP 5 % a Kaolínu s povrchovou úpravou polyanilinu s OKP 5 % (0,03%).

Byla vypočítaná celková antikoroziční účinnost, jejíž hodnota je uvedena v tabulce 26 a její porovnání mezi jednotlivými nátěrovými filmy je na obrázku 23. Pryskyřice má antikoroziční účinnost 32 %. Nejnižší antikoroziční účinnost má Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 5 % (33 %), proto není vhodný pro používání jako antikoroziční pigment. Pokud je přidáván do pryskyřice, snižuje celkovou antikoroziční účinnost. Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 % má nejvyšší hodnotu celkové antikoroziční účinnosti, tudíž je používán jako antikoroziční pigment. Polyanilin je pro tento typ pigmentu nejlepší a i při nízké koncentraci, díky tomu zlevňuje výrobek. Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu má nejnižší KOKP, díky němu je schopen ekonomického plnění v nátěrovém systému. Vykazoval nejvyšší olejové číslo, tzn., že mastek je hydrofobní, ve vodě je špatně smáčitelný, tudíž na svém povrchu bude odpuzovat vodu, naopak v prostředí oleje jsou dobře smáčitelné.

Použité povrchové úpravy pigmentů mají různé mechanismy. PANI, PPY, vodivé polymery se vyznačují elektrochemickým mechanismem. Úprav zinkferitem probíhá inhibičním mechanismem a tvorbou kovových mýdel, které posouvají potenciál kovu do pasivní oblasti. Všechny pigmenty jsou bariérové a závisí na hodnotě OKP a na jejich uspořádání částic

v nátěrovém filmu. Mastek má lístečkovou nepravidelnou strukturu. Kaolín má geometrickou lístečkovou strukturu.



Obrázek 23: Grafické znázornění celkové antikoroziční účinnosti

5. PŘÍNOSY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hlavní přínos bakalářské práce spočívá v rozšíření znalostí o křemičitanech pro farmakochemické obory a ve zpracování získaných informací pro využití křemičitanů ve zdravotním a farmaceutickém průmyslu. Dalším přínosem práce je zpracovaný obecný přehled o pigmentech, plnivech a použití sloučenin na bázi křemíku v polymerních pojivech s využitím alkydové pryskyřice.

V experimentální části byla provedena příprava nátěrových filmů o různých objemových koncentracích (OKP) 5 % a 15 %. Bylo provedeno jejich zhodnocení pomocí fyzikálně - mechanických zkoušek a korozní odolnosti. Bylo zvoleno 8 pigmentů (Kaolín s povrchovou úpravou křemíku, Kaolín s povrchovou úpravou polyanilinu, Kaolín s povrchovou úpravou polypyrrolu, Filemon PO5, Mastek s povrchovou úpravou zinkferitu, Mastek s povrchovou úpravou polypyrrolu, Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu a Talek E-60) a jako pojivo byla použita alkydová pryskyřice.

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, který z daných pigmentů a při jaké koncentraci bude nejvhodnější použit v nátěrových filmech pro ochranu kovového podkladu vůči různému prostředí. Většina pigmentů vykazovala hodnotu celkové antikoroziční účinnosti různou a to mezi 33 – 82 %. Nejvyšší antikoroziční účinnost byla zaznamenána u Mastku s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 %, která vykazuje bariérový účinek. Nejnižší antikoroziční účinnost vykazoval Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 5 %.

6. ZÁVĚR

Bylo zvoleno 8 komerčně dostupných pigmentů na bázi sloučenin křemíku s rozdílnými objemovými koncentracemi pigmentu. Cílem práce bylo porovnat těchto 8 pigmentů a určit, který z nich bude vykazovat nejvyšší antikoroziční účinnost a mechanickou účinnost s použitím alkydové pryskyřice v nátěrových filmech. Dále zjistit formulace nátěrových hmot a nalezení nejvhodnější objemové koncentrace pigmentu pro použití v nátěrových hmotách. Stanovit fyzikálně – mechanické vlastnosti pigmentů, a charakterizovat jednotlivé pigmenty pomocí hustoty, pH, měrné elektrické vodivosti volných vodných výluhů a KOKP. Zjistit hmotnostní korozní úbytky v 10% vodných výlužích jednotlivých pigmentů. Objemové koncentrace pro pigmenty byly zvoleny 5 % a 15 % a KOKP. Jako pojivo byla zvolena alkydová pryskyřice.

Nátěrové filmy byly vystaveny zkouškám úderem, ohybem, hloubením a přilnavostí. Dále byly vystaveny zrychleným korozním cyklickým zkouškám v komoře se 100% vlhkostí vzduchu, NaCl komoře a SO₂ komoře. Na skleněných panelech po nanesení nátěrového filmu byla měřena relativní povrchová tvrdost nátěrového filmu, podle Königa, která během měření vzrůstala a poté co tvrdost dosáhla maximální hodnoty, došlo k úplnému vytvrzení pryskyřice.

Po celkové antikoroziční zrychlené cyklické zkoušce měl nejvyšší účinnost Mastek s povrchovou úpravou polyanilinu při OKP 5 %. Naopak nejnižší antikoroziční účinnost vykazoval Kaolín s povrchovou úpravou křemíku při OKP 5 %.

7. POUŽITÁ LITERATURA

[1] Mineralogický systém. *Mineralogie pro školy*. [Online] Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. [Citace: 18. 1 2017.] <https://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/system.html>.

[2] Sloučeniny Křemíku. *Masarykova Univerzita*. [Online] [Citace: 17. 1 2017.] <http://is.muni.cz/el/1431/jaro2005/C2442/skripta/kapitola0605.html>. ISSN: 1802-128X.

[3] **Matyášek J., Suk M., Fiala J.** VII.třída: Silikáty. *Přehled minerálů a hornin určeno studentům učitelství na základních a středních školách*. [Online] Servisní středisko pro e-learning na MU, 2007. [Citace: 12. listopad 2016.] <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pepf/js07/minerality/materialy/minerality/silikaty.html>. 1802-128X.

[4] **Wichterle, K.** *Chemická technologie*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. 978-80-248-2579-3.

[5] **Gorse Ch., Johnston D., Pritchard M.** *Dictionary of Construction, Surveying and Civil Engineering*. Oxford : Oxford University Press, 2012. 978-1-62870-174-6.

[6] **Armstark, M.** *Křemík, hliník, hořčík a jejich sloučeniny ve výuce chemie na ZŠ*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni Fakulta pedagogická, 2012. Diplomová Práce.

[7] **Buřival, Z.** Křemen - přehled vlastností, výskytu a odrůd. *Rockhound*. [Online] 2003. [Citace: 28. 11 2016.] <http://www.rockhound.cz/kremen-vlastnosti-vyskyt-odrudy.php>.

[8] **Weiss Z., Kužva M.** *Jílové minerály, jejich nanostruktura a využití*. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0868-5.

[9] **Moore, M.** Crystalline Silica: Occurrence and Use. *Indoor and Built Environment*. 8, 1999, Sv. 2.

[10] **Hlaváč, J.** *Základy technologie silikátů*. Praha : SNTL- Nakladatelství technické literatury, ALFA- vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatury, 1988. 04-816-88.

[11] **Manuel, L.** CRYSTALLINE SILICA. *Staff, Branch of Industrial Minerals*. místo neznámé : Library of Congress Cataloging-in-Publication.

[12] Silicon dioxide. *SigmaAldrich*. [Online] Sigma-Aldrich Co., 2015. [Citace: 10. listopad 2016.] <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/supelco/18649?lang=en®ion=CZ>.

[13] **Maňák, J.** Bakalářská práce. *Použití mineralizátorů v procesu*. Brno : VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, 2014.

- [14] **Gregerová, M., Pospíšil, P., Suk, M.** Dinas. *Petrografie*. [Online] 2004. [Citace: 25. 11 2016.] <http://petrol.sci.muni.cz/Technolitologie/skripta/cesky/Technolitologie-skripta.htm>.
- [15] **Reardon, E. J., Fagan, R., Vogan, J. L., Przepiora, A.** Anaerobic corrosion reaction kinetics of nanosized iron. *Environ Sci Technol*. 2008, Sv. 7, 42.
- [16] **Yiu-Wing, M., Zhong-Zhen, Y.** *Polymer Nanocomposites*. místo neznámé : Woodhead Publishing, 2006. 978-1-84-569112-7.
- [17] **Gisbert R., Schauburger J., Hannelore M., Clemens H.** Crosslinked polymers by using modified layered silicates. 2015.
- [18] **Druska P., Steinike U., Šepelák V.** Surface Structure of Mechanically Activated and of Mechanosynthesized Zinc Ferrite. *Journal of Solid State Chemistry*. 1999, Sv. 1, 146, str. 13.
- [19] **Šepelák V., Tkáčová K., Rykov A.** Rietveld Analysis of Mechanically Activated Powdered Zinc Ferrite. *Cryst. Res. Technol*. 1993, Sv. 1, 28, stránky 53-56.
- [20] **Materialy a technologie**. [Online] [Citace: 14. 12 2016.] www.pf.jcu.cz/structure/departments/kaft/wp-content/uploads/Ing_Hladky_5.pdf.
- [21] **Bartoš M., Šrámková J., Staněk V., Renger F., Kalous J.** *Analytická chemie I*. místo neznámé : Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, katedra analytické chemie., Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, katedra analytické chemie., 2004.
- [22] **Nechvílová, K.** Úprava povrchu materiálu pomocí kalcinace a mokré cesty. Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek, Pardubice : Univerzita chemicko-technologická, 13. 12 2016.
- [23] **Ginsberg T., Modigell M., Wilsmann W.** Thermochemical characterisation of the calcination. *Chemical Engineering Research and Design*. 2011, 89.
- [24] **Prokeš, J., Nešpůrek, S., Stejskal, J.** Vodivé polymery: inteligentní materiály pro nové století. 2001, str. 35.
- [25] **Stejskal, J., Kratochvíl, P., Jenkins A.D.** Vodivé polymery. *Macro Prague*. [Online] Ústav makromolekulární chemie AV ČR, 2008. [Citace: 26. 11 2016.] http://www.imc.cas.cz/cz/umch/o_conduct.htm.
- [26] **Murakoshi K., Yasuda S., Showkya A., Kima J.** Selective Synthesis of Graphitic Carbon and Polyacetylene by Electrochemical Reduction of Halogenated Carbons in Ionic Liquid at Room Temperature. *Electrochimica Acta*. 2015, 176.

[27] **Santamaria R., Villar I., Silvia R., Ruiz V., Blanco M.** Voltage dependence of carbon-based supercapacitors for pseudocapacitance quantification. *Electrochimica Acta*. 2013, 95.

[28] **Kašpárková V., Capáková Z., Martinková L., Stejskal J., Humpolíček P., Maráková N., Bober P., Trchová M.** Antimicrobial activity and cytotoxicity of cotton fabric coated with conducting polymers, polyaniline or polypyrrole, and with deposited silver nanoparticles. *Applied Surface Science*. 2016, 396, stránky 169-176.

[29] **Jadhav, N., Gelling, V. J., Kasisomayajula, S.** Conductive polypyrrole and acrylate nanocomposite coatings: Mechanistic study on simultaneous photopolymerization. *Progress in Organic Coatings*. 2016, 101.

[30] **Antunes, R.A., Ett, G., Sayeg, I.J., Oliveira, M., C., L.,** Corrosion behavior of polyphenylene sulfide–carbon black–graphite composites for bipolar plates of polymer electrolyte membrane fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2014, Sv. 29, 39.

[31] *Polyanilin a polypyrrol- dva představitelé vodivých polymerů.* **Prokeš, Jan, Stejskal, Jaroslav a Omastová, Mária.** 2001, Chemické listy, Sv. 95, stránky 484-492.

[32] **Lednický, F.** *Mikroskopie a morfologie polymerů. Díl 2.* Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2009. DOI: 978-80-7372-487-0.

[33] **Rupprecht, L.** *CONDUCTIVE POLYMERS AND PLASTICS IN INDUSTRIAL APPLICATION.* USA : Rupprecht Larry, 1999. 1-884207-77-4.

[34] **Reynolds, R.J. a Skotheim, A.T.** *Handbook of Conducting polymers : Conjugated Polymers - Theory, Synthesis, Properties and Charakterization.* 3. London : autor neznámý, 2007. 1-4200-4358-7.

[35] **Nianduan, L., Ling,L., Nan,G., Ming L.** A unified description of thermal transport performance in disordered organic semiconductors. *Organic Electronics*. 2016.

[36] **Shanshan, X., Jiahuan, Y., Feng, Z., Suiyu, Q., Fuhui, S., Mingxuan, L., Mingpeng, Y., Hong, Q.** Electrical transport properties of Ni₈₀Fe₂₀/HCl-PANI composites. *Thin Solid Films*. 2016, 66.

[37] **Gizdavic-Nikolaidis, M., R., Jevremovic, M., M., Milenkovic, M., Allison, M., C., Stanisavljev D., R., Bowmaker, G., A., Zujovic, Z., D.** High yield and facile microwave-assisted synthesis of conductive H₂SO₄ doped polyanilines. *Material Chemistry and Physics*. 2016, 173.

[38] **Hongting, P., Wang, D.** Studies on proton conductivity of polyimide/H₃PO₄/imidazole blends. *Electrochimica Acta*. 2006, Sv. 26, 51.

[39] Wang G.H., Shi C.Y., Zhao L., Diao H.W., Wang W.J. Transparent conductive Hf-doped In₂O₃ thin films by RF sputtering technique at low temperature annealing. *Applied Surface Science*. 2016.

[40] Rastegar, S., F., Peyghan A., A., Hadipour N., L. Response of Si- and Al-doped graphenes toward HCN: A computational study. *Applied Surface Science*. 2013, 265.

[41] Unal B., Durmus Z., Kavas H., Baykal A., Toprak M.S. Synthesis, conductivity and dielectric characterization of salicylic acid–Fe₃O₄ nanocomposite. *Materials Chemistry and Physics*. 2010, Sv. 1, 123.

[42] Jaouhari A. El., Laabd M., Aouzal Z., Bouabdallaoui M., Bazzaoui E.A., Albourine A., Martins J.I., Wang R., Bazzaoui M. Effect of electrolytic conditions on PANi electrosynthesis on stainless steel : A new application to polycarboxy-benzoic acids removal from industrial effluents. *Progress in Organic Coatings*. 2016, 101.

[43] Kazarinov V.E., Andreev V.N., Spitsyn M.A., Mayorov A.P. Electrooxidation of formic acid at a platinum electrode modified with aniline or polyaniline. *Electrochimica Acta*. 1990, Sv. 9, 35.

[44] Mahadik M.A., Shinde S.S., Hunge Y.M., Mohite V.S., Kumbhar S.S., Mohokar A.V., Rajpure K.Y., Bhosale C.H. UV assisted photoelectrocatalytic oxidation of phthalic acid using spray deposited Al doped zinc oxide thin films. *Journal of Alloys and Compounds*. 2014, 611.

[45] Humpolíček, P., Kašpárková, V., Stejskal, J., Kuceková, Z., Ševčíková, P. Proliferace buněk na vodivém polymeru, polyanilinu Laboratorní přístroje a postupy 380 PROLIFERACE BUNĚK NA VODIVÉM POLYMERU, POLYANILINU. *Chemické listy*. 2012, 106.

[46] Vodivé polymery a polovodiče. *katedra makromolekulární fyziky*. [Online] katedra makromolekulární fyziky. [Citace: 6. 12 2016.] <http://kmf.troja.mff.cuni.cz/okno/vyzkum.php?idv=9>.

[47] *International Food Information Service*. 2. místo neznámé : International Food Information Service, 2009. 978-1-61583-120-3.

[48] Matsunaga H., Katano M., Yamamoto H., Fujito H., Mori M., Takata K. Cytotoxic activity of polyacetylene compounds in Panax ginseng C. A. Meyer. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. 1990, Sv. 12, 38.

[49] Brodinová, J., Kalendová, A. a Stejskal, J. Investigation of ferrites properties with polyaniline. 2007, Sv. 68, 5-6.

[50] Polyanilines and Polyaniline Dopants. *Sigma-Aldrich part of Merck*. [Online] Sigma-Aldrich Co. LLC, 2016. [Citace: 27. 11 2016.] <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/material-science-products.html?TablePage=19352538>.

[51] **Stejskal, J.** Polyaniline. Preparation of a conducting polymer. 2002, Sv. 5, 74.

[52] **Mostafaei, A., Zolriasatein, A.** Synthesis and characterization of conducting polyaniline. *Progress in Natural Science: Materials International*. 2012, Sv. 4, 22, stránky 273-280.

[53] **Yehgambaram, P., Prasad R.G.S.V., Jakka V.,S., Aparna R.S.L., Phani A.R.** Antifungal activity of nanostructured polyaniline combined with fluconazole. *Journal of Pharmacy Research*. 2013, Sv. 1, 6.

[54] **Nechvilová, K., Kalendová, A., Schmidová, E., Bober, P.** Assessment of the properties of diethyl phosphite as a novel anticorrosion pigment in organic coatings. *Chemical Papers- Slovak Academy of Sciences*. 2016, stránky 1-16.

[55] **Wypych, G., Pionteck, J.** *Handbook of Antistatics*. 2. místo neznámé : ChemTec Publishing, 2016. 978-1-5231-0482-6.

[56] **Wankar, S., Turner, N., W. , Krupadam, R., J.** Polythiophene nanofilms for sensitive fluorescence detection of viruses in drinking water. *Biosensors and Bioelectronics*. 2016, 82.

[57] **Wypych, G.** *Handbook of UV Degradation and Stabilization (2nd Edition)*. místo neznámé : ChemTec Publishing, 2015. 978-1-68015-476-4.

[58] **Mondragon-Lozano R., Rios C., Roldan-Valadez R., Cruz J. G., Olayo M.G., Salgado-Ceballos H., Morales J., Mendez-Armenta M., Alvazer-Mejia L., Fabela O., Morales-Guadarrama A., Sanchez-Torres S., Diaz-Ruiz A.** Delayed injection of polypyrrole doped with iodine particle suspension after spinal cord injury in rats improves functional recovery and decreased tissue damage evaluated by 3.0 Tesla in vivo magnetic resonance imaging . *The Spine Journal*. 2016.

[59]. **Stejskal, J.** Polymers of phenylenediamines. *Progress in Polymer Science*. 2015, 41.

[60] **Fernández-Vozmediano J.M., Padilla-Moreno M., Armario-Hita J.C., Carranza-Romero C.** Pattern of Contact Sensitization to Paraphenylenediamine and Its Detection in Hair Dyes. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*. 2011, Sv. 3, 102.

[61] **Šulcová, P.** *Vlastnosti anorganických pigmentů a metody jejich hodnocení*. Pardubice : Univerita Pardubice, fakulta chemicko-technologická, 2008. 978-80-7395-057-6.

[62] **Trojan, M., Kalenda, P., Šolc, Z.** *Technologie anorganických pigmentů*. Pardubice : Univerzita Pardubice, fakulta chemicko-technologická, 1991. 80-85113-39-2.

[63] **Wypych, G.** *Handbook of Fillers (4th Edition)*. místo neznámé : ChemTec Publishing, 2016. 978-1-5231-0124-5.

[64] **Min, R., Hengbo, Y., Chaoqun, G., Jichuan, H., Xian, L., Wang, A., Longbao, Y., Tingshun, J.** Applied Surface Science. 2012, Sv. 258, 7.

[65] **Wang, Y., Miaomiao, L., Yangqiao, L., Jianqiang, L., Xiaoyu, L., Jing, S.** A novel mica-titania@graphene core-shell structured antistatic composite pearlescent pigment. 2016.

[66] **Büchner W., Schliebs R., Winter G., Büchel K.H.** *Průmyslová anorganická chemie*. [editor] CSc. RNDr. Juláková E. [překl.] Ing. Jäger L. CSc. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1991. 80-03-00638-4.

[67] Antikorozi ochrana. *Biopol paints*. [Online] Biopol paints- výrobce nátěrových hmot. [Citace: 13. 12 2016.] <http://www.biopol.cz/antikorozni-ochrana/item/84-antikorozn%C3%AD-ochrana..>

[68] **Swagata, R., Subrata, K., Biswajoy, B.** Development of transition metal oxide-kaolin composite pigments for. 2014.

[69] **Veselý, D., Kalendová, A., Victor, M., M.** Properties of calcined kaolins in anticorrosion paints depending on PVC, chemical composition and shape of particles. *Progress in Organic Coatings*. 2012, Sv. 1, 74.

[70] Mastek. *Mineralogie pro školy*. [Online] Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. [Citace: 27. 11 2016.] <https://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/mineral/mastek.html>.

[71] **Petr, Černý.** Mastek. *Sběratel minerálů*. [Online] [Citace: 3. 2 2017.] <http://www.sberatelmineralu.cz/kontakt>.

[72] **Dias G., Prado M., Carone C., Ligabue R., Dumas A., Le Roux Ch. Micoud P., Martin F.** Comparing Different Synthetic Talc as Fillers for Polyurethane Nanocomposites. *Macromol. Symp.* 2016, 367, stránky 136-142.

[73] **Kogel, J., E., Pickering, S., M., Shelobolina, E., Chowns, T., Yuan, J., Avant, D.** *Georgia Kaolins - Geology and Utilization*. místo neznámé : Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 2002. 978-1-68015-382-8.

[74] Kaolinite Clay Sheets. *FEI part of thermo fisher scientific*. [Online] FEI part of thermo fisher scientific, 2016. [Citace: 28. 11 2016.] <https://www.fei.com/image-gallery/kaolinite-clay-sheets/>.

[75] **Michael, A., Irene, A.** *Handbook of Paper and Pulp Chemicals*. místo neznámé : Synapse Information Resources, Inc., 2013. 978-1-62870-017-6.

[76] **Wijenayake A., Pitawala A., Bandara R., Abayasekara Ch.** The role of herbometallic preparations in traditional medicine – A review on mica drug processing and pharmaceutical applications. *Journal of Ethnopharmacology*. 2014, Sv. 2, 155.

[77] **Starý, Jiří.** Nové oblasti využití vysokorychlostního vodního paprsku. *Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.* [Online] 2000. [Citace: 3. 2 2017.] <http://www.ugn.cas.cz/?l=cz&a=mcoypbna&v=&p=home.php>.

[78] **Koleske, Joseph V.** *Paint and Coating Testing Manual - Fifteenth Edition of the Gardner-Sward Handbook*. místo neznámé : ASTM International, 2012. 978-1-62198-712-3.

[79] **Rožan, J. a Vaníček, O.** Pigmenty práškové barvy. Praha : SNTL, 1959.

[80] **Ambikanandan, M., Aliasgar, S.,.** *Applications of Polymers in Drug Delivery*. místo neznámé : Smithers Rapra Technology, 2014. 978-1-68015-505-1.

[81] **Jadhav N.R, Paradkar A.R, Salunkhe N.H, Karade R.S, Mane G.G.** Talc: A versatile pharmaceutical excipient. *World journal of pharmany and pharmaceutical science*. Sv. 6, 2.

[82] **Colas, A., Curtis, J.** *Silicone Biomaterials: History and Chemistry and Medical Application of Silicones*. USA : Elsevier, 2005. 52-1069B-01.

[83] **Kalenda, P.** Silikony. *Polymerní materiály pro medicínální aplikace*. Univerzita Chemicko-technologická, Pardubice, 2013.

[84] **Owens, G., J., Singh, R., K., Foroutan, F., Alquaysi, M., Han, Cheol-Min, Mahapatra, Ch., Kim, Hae-Won, Knowles, J., C.** Sol–gel based materials for biomedical applications. *Progress in Materials Science*. 2016, 77.

[85] *Vlastnosti anorganických pigmentů a metody jejich hodnocení.* **P.Šulcová.** Pardubice : autor neznámý, 2008.

[86] Mica. *Dew International*. [Online] Dew International, 2016. [Citace: 11. 27 2016.] <http://www.devintl.co.in/mica.html>.

[87] **Johnson, G.D., Davidson R.S., Mcnamee K.C., Russell G., Goodwin D., Holnorow E.J.** Fading of immunofluorescence during microscopy: a study of the phenomenon and its remedy. *Journal of Immunological Methods*. 1982, Sv. 2, 55, stránky 231-242.

[88] **Wypych, G.** *Handbook of UV Degradation and Stabilization*. 2. místo neznámé : ChemTec Publishing, 2015. 978-1-68015-476-4.

[89] **Vávra, V., Losos Z.** fylosilikáty. *Multimediální studijní texty z mineralogie pro bakalářské studium*. [Online] 2006. [Citace: 27. 11 2016.] http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_7_13_fylosil/obrazek713_14.htm.

[90] **Christiaans, M.,P.,T.,Wienk, M.,M., van Hal Paul, A., Kroon, J., M.,Janssen, R., A. J.** Photoinduced electron transfer from conjugated polymers onto TiO₂. *Synthetic Metals*. 1999, Sv. 1-3, 101.

[91] **Pokhrel, S., Cheng, X., Zhao, H., Huo, L., Li, X.,.** Investigation and characterization of radio frequency sputtered Cr_{1.8}Ti_{0.2}O_{3-δ} thin films derived by citrate, sol-gel and solid state routes. *Thin Solid Films*. 18, 2007, 515.

[92] **Haigis, V., Salanne, M., Jahn, S.** Thermal conductivity of MgO, MgSiO₃ perovskite and post-perovskite in the Earth's deep mantle. *Earth and Planetary Science Letters*. 2012, 355-356.

[93] **Kjellenberg L., Johansson E., Gustavsson K.,E., Granstedt A., Olsson M., E.** Correlations between Polyacetylene Concentrations in Carrot (*Daucus carota* L.) and Various Soil Parameters. 2016, Sv. 5, 60.

8. Přílohy

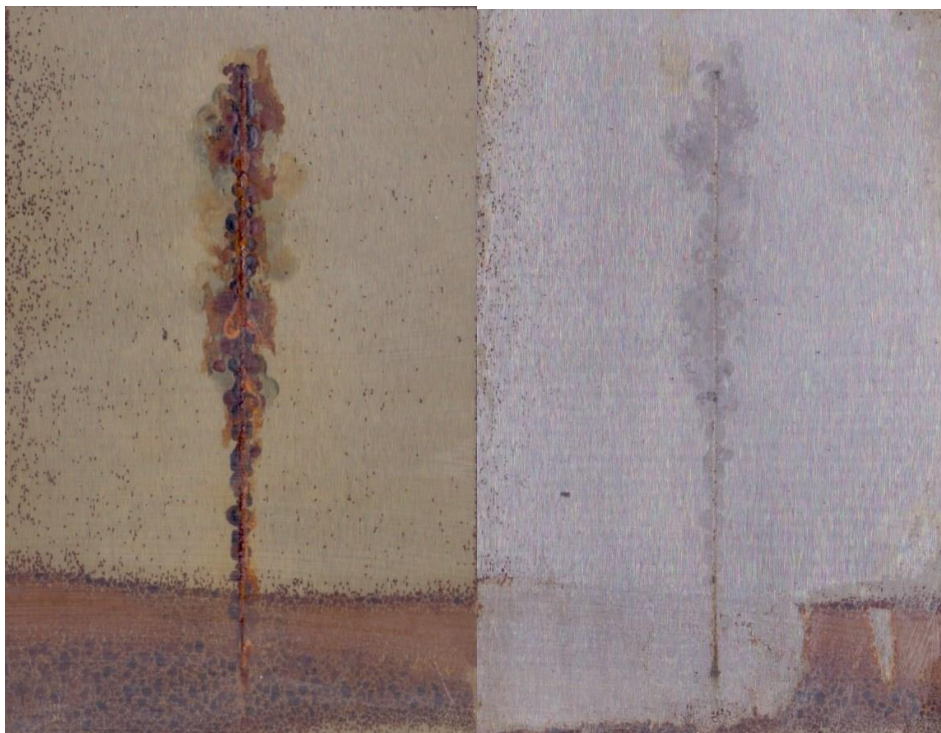
8.1. Vzorky nátěrových filmů po expozici a po odstranění nátěrového filmu



Obrázek 24: Alkydová pryskyřice po zrychlené korozní cyklické zkoušce



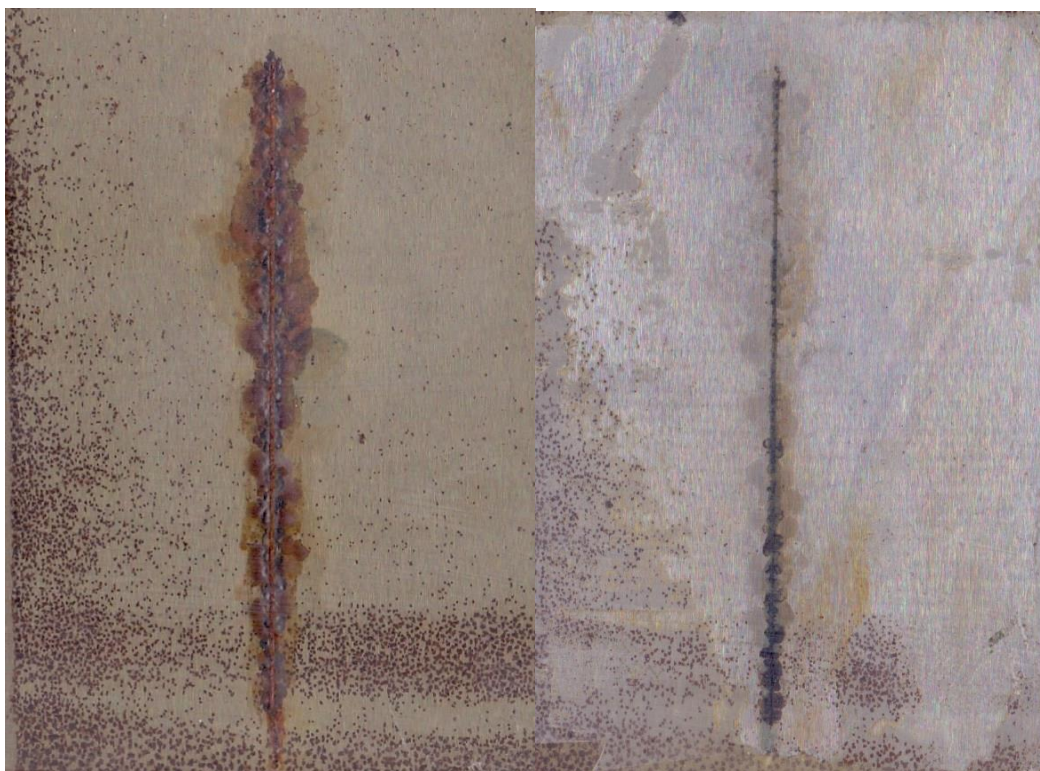
Obrázek 25: Kaolín/Si OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



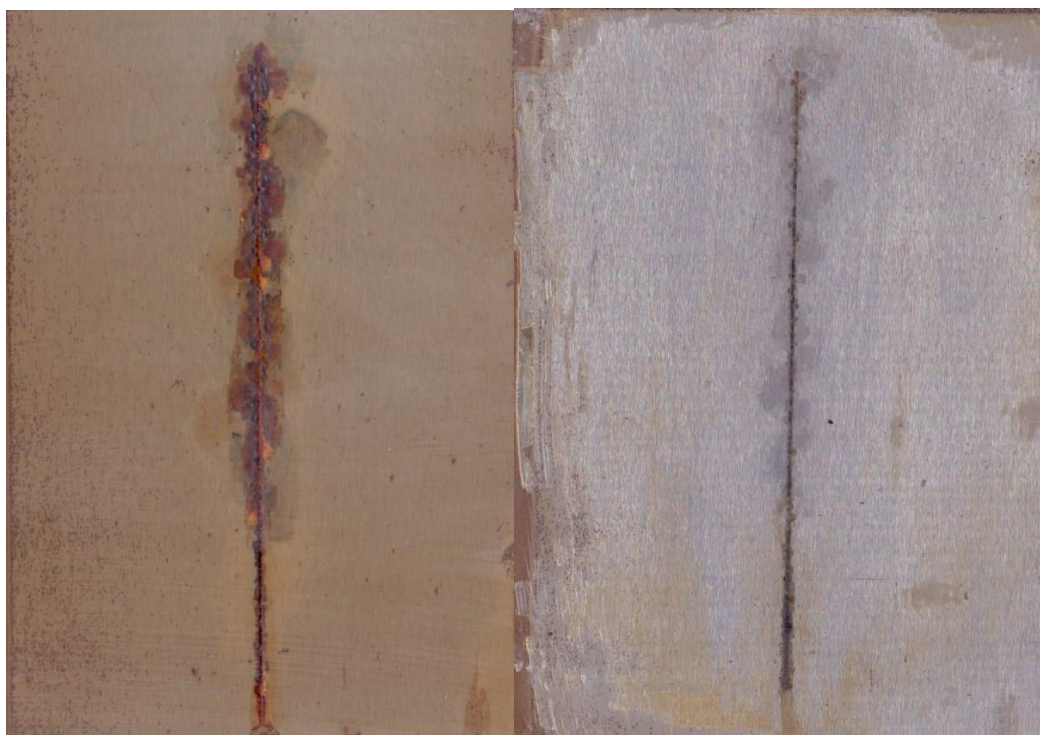
Obrázek 26: Kaolín/Si OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



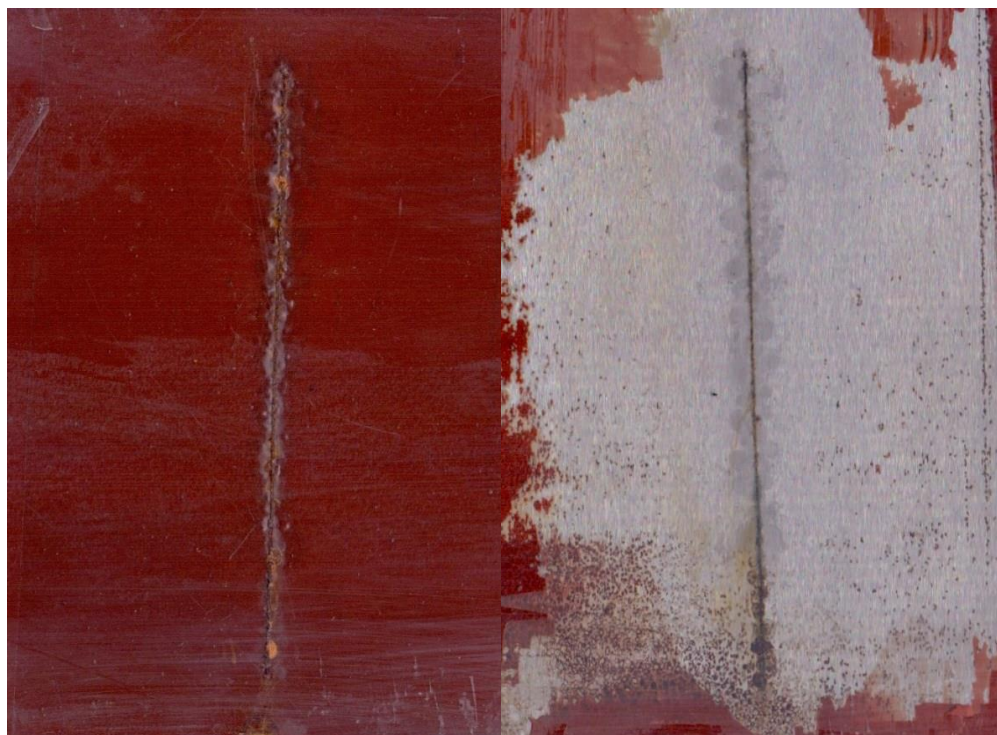
Obrázek 27: Talek E-60 OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



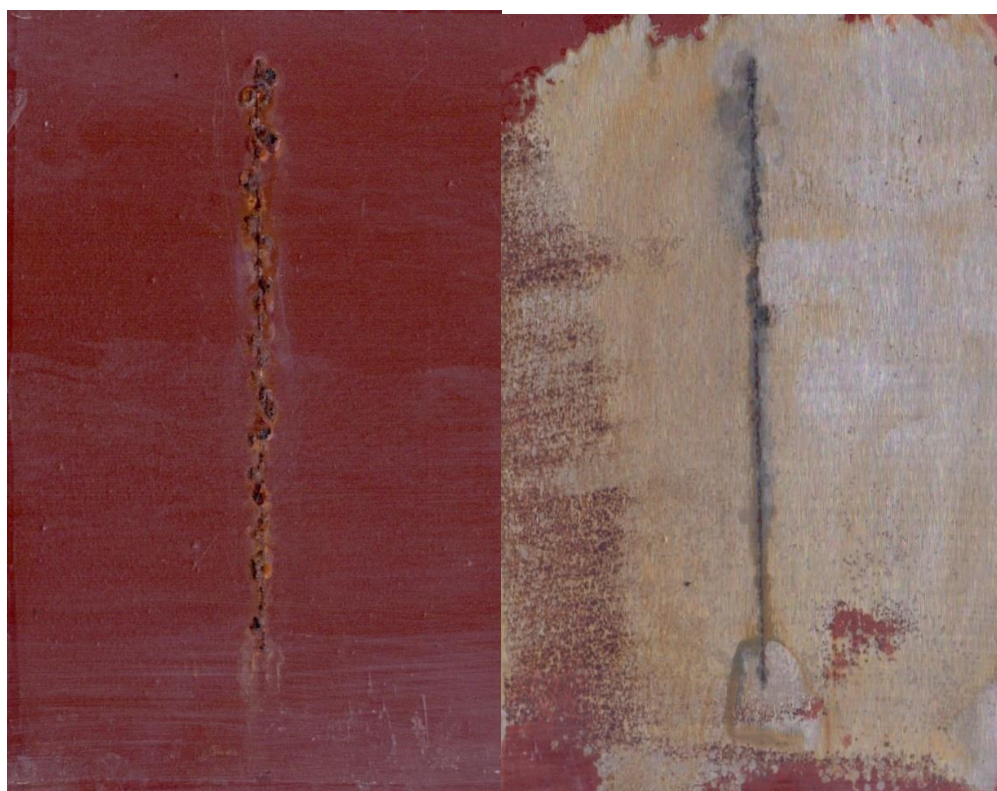
Obrázek 28: Talek E-60 OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



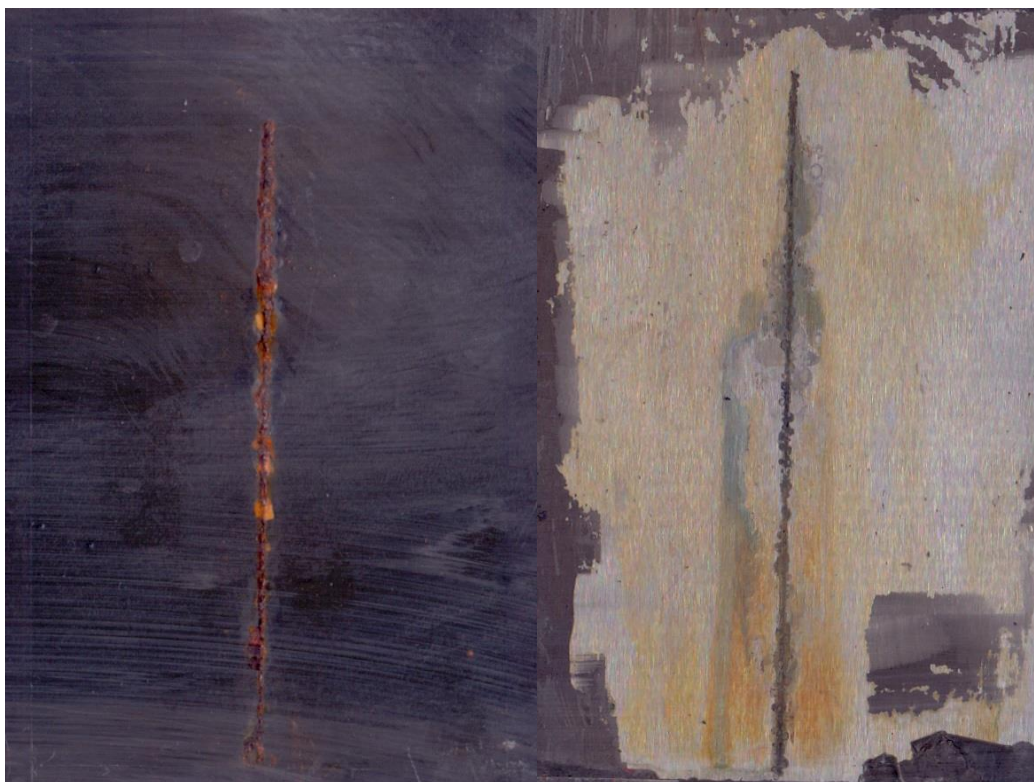
Obrázek 29: Filemon OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



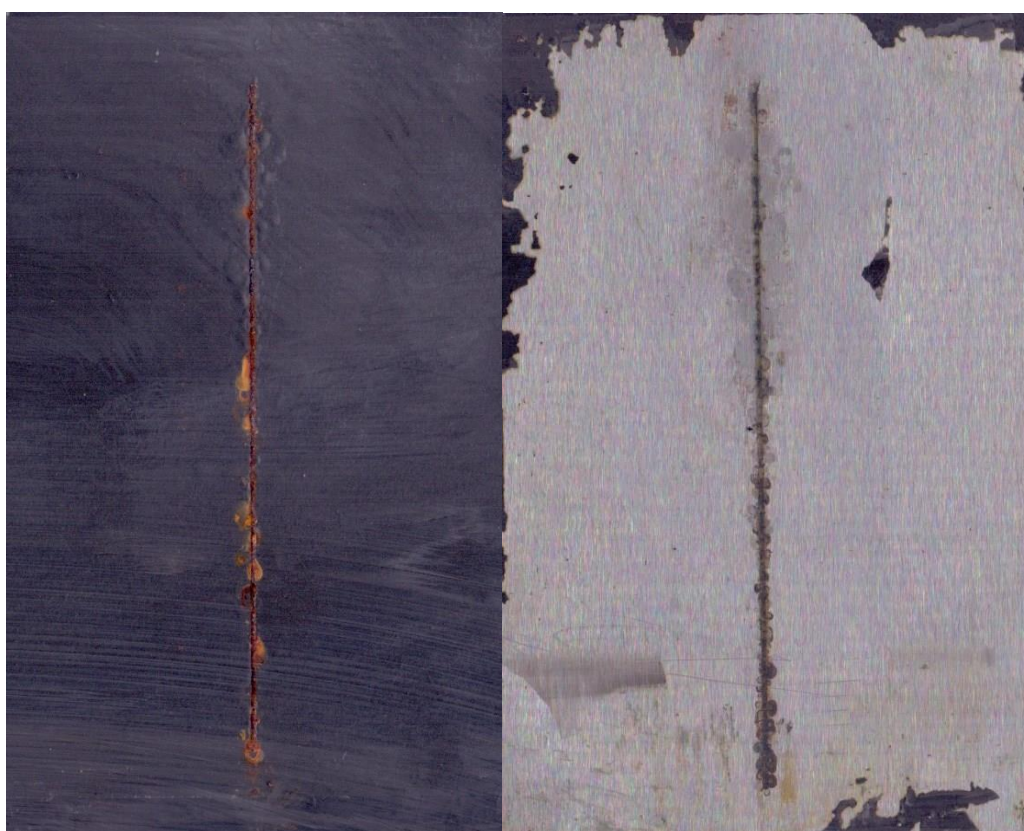
Obrázek 30: Mastek/Zinkferit OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



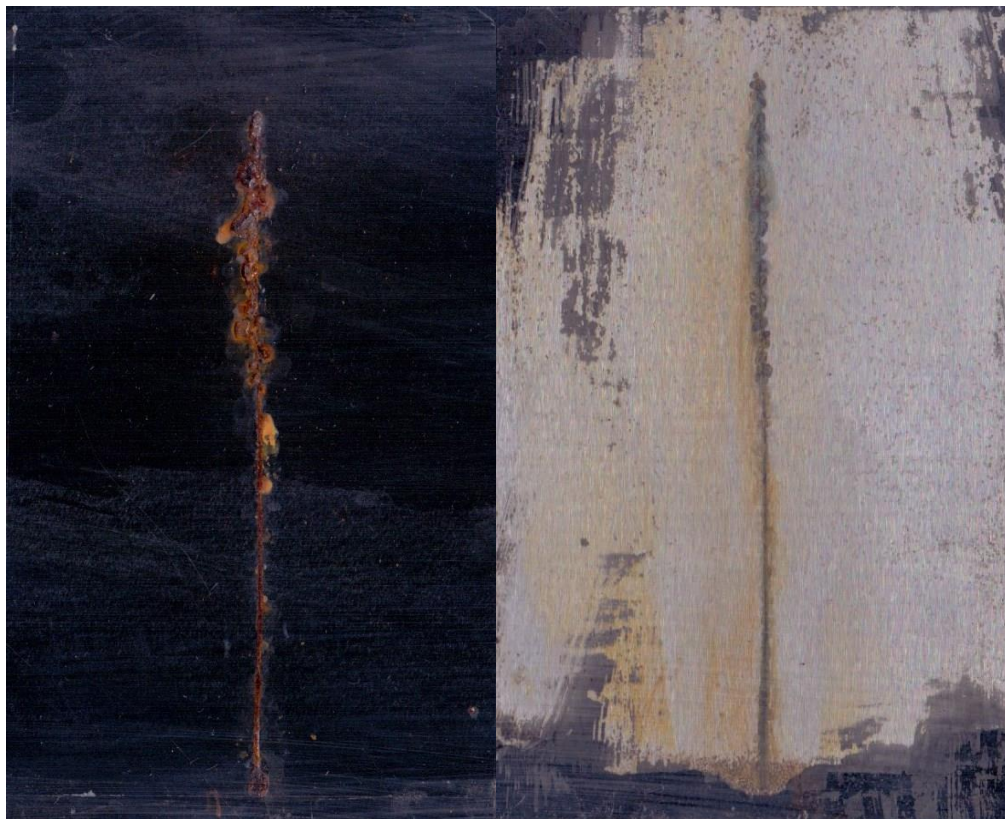
Obrázek 31: Mastek/Zinkferit OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



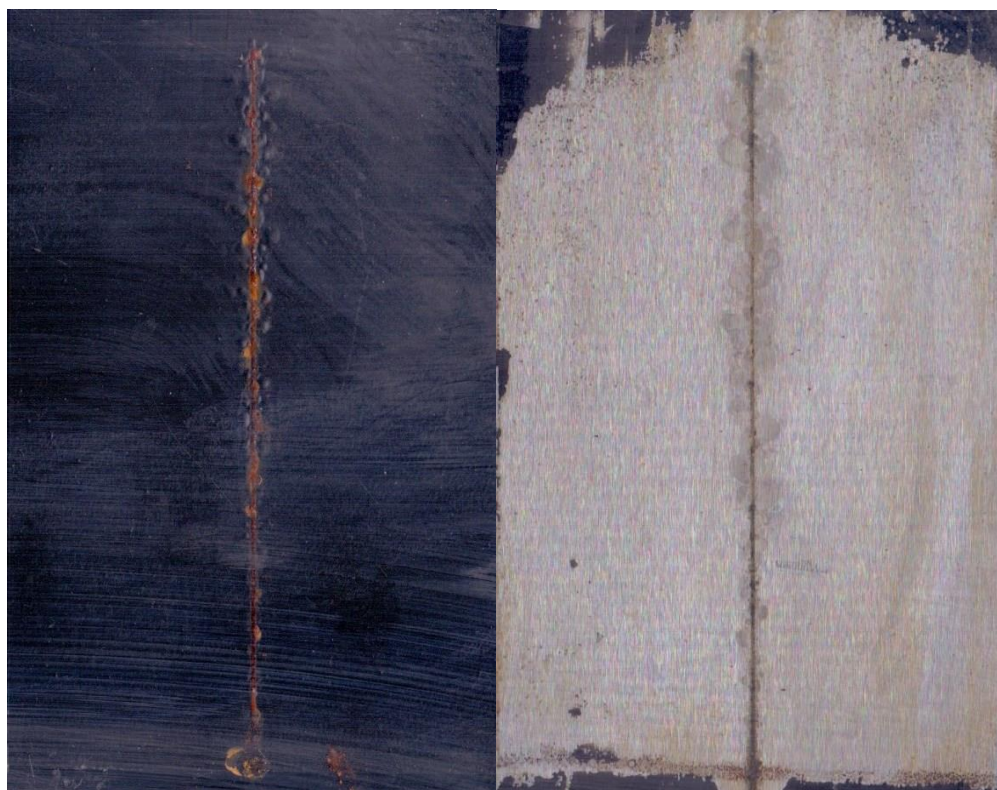
Obrázek 32: Kaolín/PANI OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



Obrázek 33: Kaolín/PANI OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



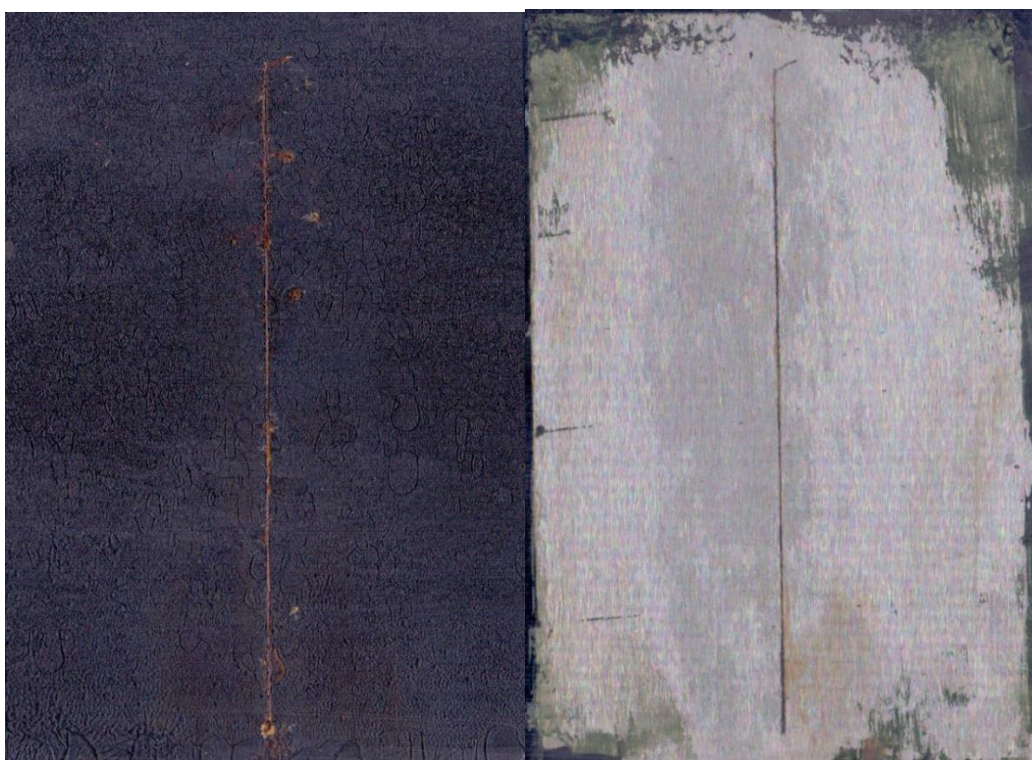
Obrázek 34: Kaolín/PPY OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



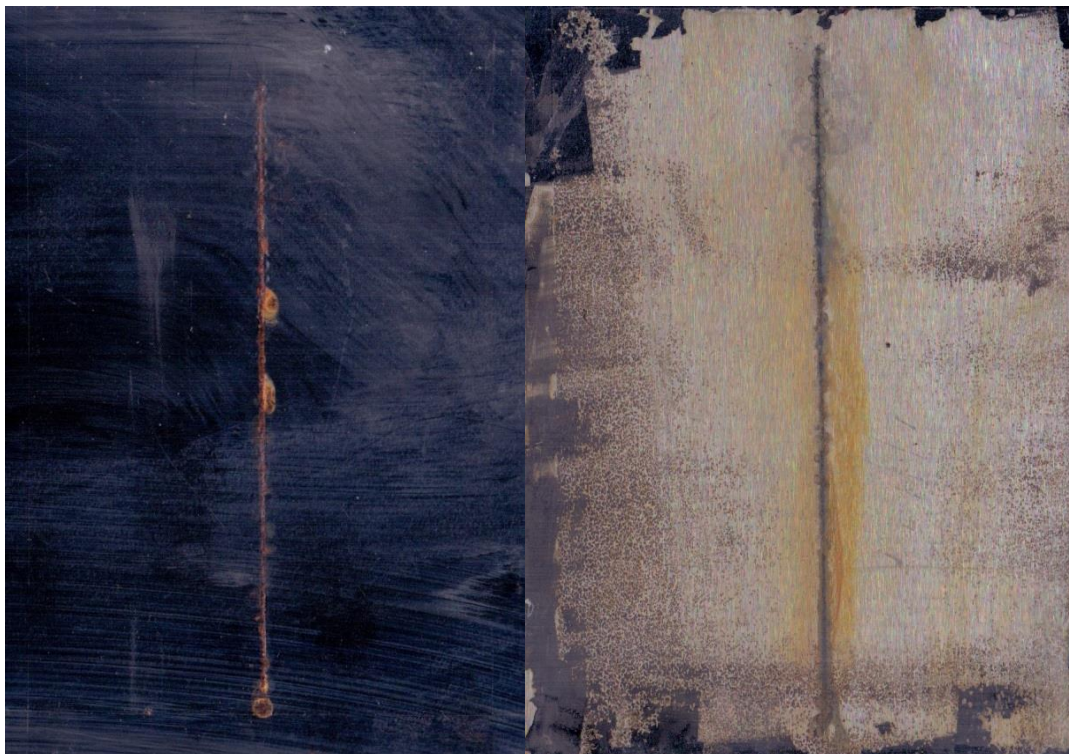
Obrázek 35: Kaolín/PPY OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



Obrázek 36: Mastek/PANI OKP 5 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



Obrázek 37: Mastek/PANI OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce



Obrázek 38: Mastek/PPY OKP 15 % po zrychlené korozní cyklické zkoušce

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce:	Vlastnosti povrchově modifikovaných silikátů pro polymerní materiály a farmakochemii
Autor práce:	Markéta Hašková
Obor:	Farmakochemie a medicínální materiály
Rok obhajoby:	2017
Vedoucí práce:	prof. Ing. Andréa Kalendová, Ph.D.
Anotace:	<p>Teoretická část bakalářské práce obsahuje základní informace o silikátech. Jsou zde uvedeny základní informace o výskytu a vzniku, povrchové úpravě pomocí zinkferitu a vodivými polymery mezi hlavní zástupce patří polyacetylen, polyanilin, polythiofen, polypyrrol a polyparafenyldiamin, dále také jsou uvedeny informace o pigmentech a pojivech na bázi silikátů. Zmíněny jsou informace o využití ve farmakochemii a polymerních materiálech.</p> <p>Součástí bakalářské práce je i experimentální část, která je zaměřena na vyhodnocování vlivu anorganických pigmentů s povrchovou úpravou vodivými i nevodivými polymery na rychlost koroze, pomocí fyzikálně – mechanických a cyklických korozních zkoušky. Celkem bylo připraveno 8 pigmentů, které byly použity pro formulaci jednotlivých nátěrových hmot při hodnotách objemové koncentrace pigmentu (OKP) = 5; 15%, včetně alkydové pryskyřice. Výsledky budou diskutovány z hlediska jednotlivých povrchových úprav na křemičitanových částicích.</p>
Klíčová slova:	Křemičitany, pigment, plnivo, oxid křemičitý, vodivé polymery, nátěrové hmoty