

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Oddělení organických povlaků a nátěrových hmot

TERMOSTABILNÍ NÁTĚRY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Martin Plíšek

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

2015

UNIVERSITY OF PARDUBICE

FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds

Department of Organic Coatings and Paints

THERMOSTABLE COATINGS

BAKALAR THESIS

AUTHOR: Martin Plíšek

SUPERVISOR: prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

2015

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Plíšek**
Osobní číslo: **C12625**
Studijní program: **B2831 Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Studijní obor: **Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Název tématu: **Termostabilní nátěry.**
Zadávací katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

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

1. Charakterizujte postupy protikorozní ochrany kovových materiálů.
2. Zpracujte přehled pojiv používaných v povrchové ochraně kovových materiálů pomocí nátěrových hmot.
3. Charakterizujte termicky stabilní organická pojiva, popř. anorganická pojiva, uveďte jejich vlastnosti, popište výrobu.
4. Popište termicky stabilní pigmenty, uveďte jejich příklady, vlastnosti, složení.
5. Připravte vybrané modelové termostabilní nátěry a testujte jejich vlastnosti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Miroslav Kohl


Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce: **12. prosince 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **17. července 2015**


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. února 2015

Prohlašuji:

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

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

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

V Pardubicích dne 16. 7. 2015

.....
Martin Plíšek

Poděkování:

Děkuji prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. a Ing. Miroslavu Kohlovi za vedení, ochotu a odbornou pomoc při zpracování této bakalářské práce.

Děkuji své rodině za podporu při studiu a dále děkuji slečně Martině Slabé, která mi byla vždy oporou.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK:

PANI – polyanilin
 m_p – hmotnost pigmentu
 ρ_0 – hustota lněného oleje
 ρ_p – hustota pigmentu
 V_0 – spotřeba lněného oleje
OKP – objemová koncentrace pigmentu
oč – olejové číslo
KOKP – kritická objemová koncentrace pigmentu
APF – adhezní lom mezi panelem a filmem
KF – kohezní lom
AFL – adhezní lom mezi filmem a lepidlem
 ΔE^* – změna barevnosti
 Δa^* – změna barevného tónu
 Δb^* – změna barevného tónu
 ΔL^* – změna jasu
 L^* – jas
 a^* – barevný tón
 b^* – barevný tón
 A_1 – odolnost nátěru při hloubení
 A_2 – odolnost nátěru při úderu
 A_3 – odolnost nátěru při ohybu
 A_4 – přilnavost
NH – nátěrová hmota
 T_v – teplota výpalu

SOUHRN

Tato práce je zaměřená na povrchovou ochranu materiálů a to konkrétněji na silikonové nátěrové hmoty a jejich vlastnosti. Bylo připraveno 14 nátěrových hmot na bázi methylsilikonové a methylfenylsilikonové pryskyřice. Tyto připravené nátěrové hmoty byly nanášeny na skla a ocelové panely, na kterých byly testovány jejich fyzikálně-chemické vlastnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Povrchová ochrana

Silikonová pojiva

Termicky stabilní pigmenty

SUMMARY

This thesis is focused on surface protection of materials and more specifically to silicone coatings and their properties. There were prepared 14 pigmented paints based on methylsilicone and methylphenylsilicone resins. The prepared paints were applied to glass and steel panels, which were tested for their physicochemical properties.

KEY WORDS:

Surface protection

Silicone binder

Thermally stable pigments

SEZNAM TABULEK:

Tabulka 2.1: Přehled chlorsilanů.....	24
Tabulka 3.1: Naformulované nátěrové hmoty v pojivu Lukosil M 130	37
Tabulka 3.2: Naformulované nátěrové hmoty v pojivu Lukosil 200 X	38
Tabulka 3.3: Klasifikace stupňů přilnavosti.....	41
Tabulka 3.4: Stupnice hodnocení fyzikálně-mechanické odolnosti.....	44
Tabulka 4.1: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130	45
Tabulka 4.2: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130	45
Tabulka 4.3: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130	45
Tabulka 4.4: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X.....	46
Tabulka 4.5: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X.....	46
Tabulka 4.6: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X.....	46
Tabulka 4.7: Fyzikálně-chemické vlastnosti zinku.....	47
Tabulka 4.8: Fyzikálně-chemické vlastnosti polyanilinové báze	47
Tabulka 4.9: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130	48
Tabulka 4.10: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X.....	48
Tabulka 4.11: Fyz.-mech. zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130 na panelu.....	49
Tabulka 4.12: Fyz.-mech. zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130 na panelu.....	50
Tabulka 4.13: Fyz.-mech. zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X na panelu	50
Tabulka 4.14: Fyz.-mech. zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X na panelu	51
Tabulka 4.15: Fyzikálně-chemické vlastnosti grafitu	52
Tabulka 4.16: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 %.....	52
Tabulka 4.17: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 %.....	53
Tabulka 4.18: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 %.....	53
Tabulka 4.19: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 %.....	54
Tabulka 4.20: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 %.....	54
Tabulka 4.21: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 %.....	54
Tabulka 4.22: Fyzikálně-chemické vlastnosti Bayferroxu.....	55
Tabulka 4.23: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 %	55
Tabulka 4.24: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 %.....	56
Tabulka 4.25: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 %	56
Tabulka 4.26: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 %	56
Tabulka 4.27: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 %.....	57
Tabulka 4.28: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 %.....	57
Tabulka 4.29: Fyzikálně-chemické vlastnosti pigmentu grafitu	58
Tabulka 4.30: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 %	58
Tabulka 4.31: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 %.....	59
Tabulka 4.32: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 %	59
Tabulka 4.33: Fyz.-mech. zk. Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 %	59
Tabulka 4.34: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 %.....	60
Tabulka 4.35: Fyz.-mech. zk. Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 %.....	60
Tabulka 4.36: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termostalu 600.....	61
Tabulka 4.37: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termostalu 600.....	61
Tabulka 4.38: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termostalu 600.....	62

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 2.1: Oligomerní siloxanový řetězec	24
Obrázek 3.1: Schéma odtrhové zkoušky	43
Obrázek 4.1: Částice Zn	47
Obrázek 4.2: Částice PANI	47
Obrázek 4.3: Částice Bayferroxu	55
Obrázek 5.1: Celková fyz.-mech. odolnost nepigmentovaných pojiv	64
Obrázek 5.2: Hodnoty pH vodných výluhů pigmentů	65
Obrázek 5.3: Hodnoty vodivosti vodných výluhů pigmentů	65
Obrázek 5.4: C. fyz.-mech. od. pojiv pigmentovaných zinkem (OKP = 30 %)	67
Obrázek 5.5: C. fyz.-mech. od. pojiv se Zn (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 5 %)....	68
Obrázek 5.6: C. fyz.-mech. od. pojiv se Zn (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 10 %)..	70
Obrázek 5.7: C. fyz.-mech. od. pojiv se Zn (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 15 %)..	71
Obrázek 5.8: C. fyz.-mech. od. pojiv pigmentovaných grafitem (OKP = 30 %).....	73
Obrázek 5.9: C. fyz.-mech. od. pojiv pigmentovaných Bayferroxem (OKP = 30 %)	74
Obrázek 5.10: C. fyz.-mech. od. pojiv pigmentovaných hliníkem (OKP = 30 %)....	75
Obrázek 5.11: C. fyz.-mech. od. komerční nátěrové hmoty Termostal 600	76

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	TEORETICKÁ ČÁST	15
2.1	Protikorozní ochrana kovových materiálů	15
2.1.1	Povrchová ochrana	15
2.1.1.1	Příprava povrchu	15
2.1.1.2	Kovové povlaky a vrstvy	16
2.1.1.3	Anorganické nekovové povlaky a vrstvy	16
2.1.1.3.1	Konverzní povlaky	16
2.1.1.3.2	Anorganické povlaky vytvrzované za studena	16
2.1.1.3.3	Povlaky ztavené ze skelných prášků – smalty	17
2.1.1.3.4	Vysokotavitelné keramické povlaky	17
2.1.1.3.5	Vyzdívky	17
2.1.1.4	Organické povlaky a vrstvy	17
2.1.1.4.1	Obklady a vyložení deskami z plastů a pryží	18
2.1.1.4.2	Vrstvy tmelů, past a stěrkových hmot	18
2.1.1.4.3	Ochranné povlaky z plastů a pryží	18
2.1.1.4.4	Vrstvy olejů, tuků a vosků	19
2.1.1.4.5	Nátěry	19
2.2	Přehled pojiv používaných v povrchové ochraně kovových materiálů	19
2.2.1	Nitrocelulosová pojiva	20
2.2.2	Chlorkaučuková pojiva	20
2.2.3	Asfaltová pojiva	20
2.2.4	Pojiva z vinylických polymerů	20
2.2.5	Olejová pojiva	20
2.2.6	Alkydová pojiva	21
2.2.7	Epoxidová pojiva (vytvrzené aminy)	21
2.2.8	Epoxydehtová pojiva	21
2.2.9	Epoxyesterová pojiva	21
2.2.10	Polyuretanová pojiva	21
2.2.11	Akrylátová pojiva	22
2.2.12	Furanová pojiva	22
2.2.13	Polystyrenová pojiva	22
2.2.14	Melaminová pojiva	22
2.2.15	Fenolformaldehydová pojiva	22
2.2.16	Močovinoformaldehydová pojiva	22
2.2.17	Silikonová pojiva	23
2.3	Termicky stabilní pojiva	23
2.4	Silikony	23
2.4.1	Základní charakteristika silikonů	23
2.4.2	Příprava silikonových pojiv	25
2.4.3	Vlastnosti silikonů	25
2.4.3.1	Tepelná odolnost silikonů	25
2.4.3.2	Hydrofóbnost silikonů	26
2.4.3.3	Vlastnosti nátěrových filmů	26

2.4.4	Použití silikonových pryskyřic	26
2.4.5	Kombinace silikonové pryskyřice s jinými pojivy	27
2.4.6	Typy silikonových pryskyřic	27
2.5	Termicky stabilní pigmenty	27
2.5.1	Zinek	27
2.5.2	Grafit	28
2.5.3	Bayferrox	28
2.5.4	Hliník.....	28
2.6	Polyanilin	29
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	31
3.1	Cíl práce	31
3.2	Charakterizace surovin	31
3.2.1	Použité pigmenty a plniva	31
3.2.2	Použitá silikonová pojiva	32
3.2.3	Látky použité pro přípravu polyanilinové báze	32
3.2.4	Rozpouštědla a pomocné látky	33
3.2.5	Komerční nátěrová hmota	33
3.3	Použité přístroje a zařízení	33
3.3.1	Přístroje použité pro studium pigmentů	33
3.3.2	Přístroje použité pro studium připravených nátěrových hmot	34
3.4	Studium pigmentů na základě fyzikálně-chemických vlastností.....	34
3.4.1	Stanovení hustoty.....	34
3.4.2	Stanovení olejového čísla	35
3.4.3	Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)	35
3.4.4	Stanovení hodnoty pH vodného výluhu pigmentů	35
3.4.5	Stanovení elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentů	36
3.5	Studium pojiva na základě jeho vlastností	36
3.5.1	Stanovení sušin pojiv	36
3.5.2	Příprava zkušebních nátěrů pojiv na skla	36
3.5.3	Příprava zkušebních nátěrů pojiv na ocelové panely	36
3.6	Formulace nátěrové hmoty	37
3.7	Příprava nátěrové hmoty.....	38
3.8	Příprava vzorků pro fyzikálně-mechanické zkoušky	38
3.8.1	Příprava formulovaných vzorků na skla	38
3.8.2	Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely	39
3.9	Metody hodnocení povlaků z hlediska fyz.-mech. vlastností.....	39
3.9.1	Měření tloušťky nátěrů.....	39
3.9.2	Stanovení lesku nátěrových filmů	40
3.9.3	Stanovení přilnavosti nátěrového filmu mřížkovou metodou	40
3.9.4	Měření povrchové tvrdosti nátěrového filmu	41
3.9.5	Stanovení odolnosti nátěrového filmu hloubením	42
3.9.6	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem	42
3.9.7	Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu	42
3.9.8	Stanovení odtrhovou zkouškou	42
3.9.9	Stanovení změny barevnosti.....	43
3.9.10	Stanovení celkové fyzikálně – mechanické odolnosti	44

4	VÝSLEDKY	45
4.1	Lukosil M130.....	45
4.2	Lukosil 200X.....	46
4.3	Zinek a polyanilin.....	47
4.3.1	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na skle	47
4.3.2	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na panelu	49
4.4	Grafit.....	52
4.4.1	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na skle	52
4.4.2	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na panelu	53
4.5	Bayferrox	55
4.5.1	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na skle	55
4.5.2	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na panelu	56
4.6	Hliník.....	58
4.6.1	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na skle	58
4.6.2	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na panelu	59
4.7	Termostal 600 (stříbrná).....	61
4.7.1	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na skle	61
4.7.2	Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených NH na panelu	61
5	DISKUZE.....	63
5.1	Vyhodnocení studia nepigmentovaných pojiv	63
5.2	Vyhodnocení studia pigmentů	64
5.3	Vyhodnocení studia pigmentovaných nátěrových hmot	66
5.3.1	Vyhodnocení NH se zinkem OKP = 30 %	66
5.3.2	Vyhodnocení NH se zinkem a PANI.....	67
5.3.2.1	Vyhodnocení NH se zinkem OKP = 30 % a PANI OKP = 5 %.....	67
5.3.2.2	Vyhodnocení NH se zinkem OKP = 30 % a PANI OKP = 10 %	69
5.3.2.3	Vyhodnocení NH se zinkem OKP = 30 % a PANI OKP = 15 %	70
5.3.3	Vyhodnocení NH s grafitem OKP = 30 %	71
5.3.4	Vyhodnocení NH s Bayferroxem OKP = 30 %	73
5.3.5	Vyhodnocení NH s hliníkem OKP = 30 %.....	74
5.4	Vyhodnocení komerční nátěrové hmoty.....	76
5.5	Přínosy bakalářské práce	77
6	ZÁVĚR.....	78
7	POUŽITÁ LITERATURA	79
8	PŘÍLOHY	81

1 ÚVOD

Silikonové pryskyřice bývají často využívány jako termostabilní nátěry, obzvláště methylsilikonové a methyfenylsilikonová pryskyřice. Silikonové hmoty se ale vyrábějí i ve formě kaučuku, vazelíny a ve formě těkavých kapalin. Silikony, jakožto organokřemičité sloučeniny, jsou hojně využívány pro své vlastnosti i v elektrotechnice. Mezi tyto vlastnosti patří hlavně termostabilita, elektrické vlastnosti a v neposlední řadě i odolnost vůči vodě a chemikáliím. Silikonové pryskyřice jsou bezbarvé, a proto při kombinaci s vhodnými teplotně stálými pigmenty nemají vliv na barvu pigmentu. V této práci byly z tohoto důvodu použity právě tyto pigmenty, mezi které patří sférický práškový zinek, grafit, práškový hliník a žlutý goethit. Dále v kombinaci se sférickým práškovým zinkem byla použita polyanilinová báze, od které se očekávalo zlepšení fyzikálně-chemických vlastností.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Protikoroziční ochrana kovových materiálů

Protikoroziční ochranu kovových materiálů rozdělujeme podle požadavků a možností na úpravu prostředí, změnu elektrodového potenciálu a povrchovou ochranu. Úpravou prostředí, jako je úprava teplotních a tlakových podmínek nebo rychlost proudění, mohou ovlivnit rychlost či dokonce uskutečnitelnost koroze. Koroze totiž závisí na vlastnostech prostředí. Změna elektrodového potenciálu je způsob protikoroziční ochrany, který se uplatňuje v prostředí, kde koroze probíhá elektrochemickým mechanismem. Dá se takto ovlivnit rychlost koroze. Kovu je možno udělit katodickou polarizací potenciály, při kterých probíhá anodická reakce pomaleji než při korozním potenciálu, jehož kov v daném prostředí samovolně nabývá. Anodickou polarizací se může kov převést na potenciály, za kterých se vytváří pasivní vrstva. První způsob se nazývá katodická ochrana, druhý způsob ochrana anodická. [1]

2.1.1 Povrchová ochrana

Jelikož korozní odolnost konstrukčních materiálů nebývá vždy dostačující, využívá se povrchové ochrany. Úpravou povrchu, který se stýká s korozním prostředím a na jehož vlastnostech závisí i rychlost koroze, lze omezit korozní napadení. Na několika různých mechanismech působení ochranných povlaků a vrstev je založeno zlepšování vlastností a zmenšování aktivity povrchu konstrukčních materiálů. [1]

2.1.1.1 Příprava povrchu

Na čistotě a geometrii povrchu kovových materiálů je korozní odolnost závislá do značné míry. Z tohoto důvodu se povrch předem upravuje různými způsoby. Většinou se jedná o dvoustupňovou úpravu povrchu kovových materiálů. Prvním krokem je odstranění organických látek a následně odstranění soli a korozních produktů. Druhým krokem je zdrsňování povrchu podle požadavků další technologie. Podle povahy znečištění povrchu, rozměru i tvaru předmětu a dle požadovaného stupně čistoty a drsnosti povrchu se volí způsob úpravy konkrétního povrchu. [1]

2.1.1.2 Kovové povlaky a vrstvy

Kovové povlaky patří mezi velmi rozšířený prostředek úpravy povrchu. Mají mnoho funkcí, které nabízejí. Mezi ně patří ochranná nebo ozdobná funkce, ale také mohou dodávat povrchu i jiné požadované vlastnosti. Mezi tyto vlastnosti patří například odolnost proti oděru, odrazivost světla a elektrická vodivost. Vlastnosti povlaku závisí na druhu povlakového kovu a podkladového materiálu, na způsobu vytváření vrstvy a na její tloušťce. To umožňuje použít pro daný účel jak vhodný povlakový materiál, tak i vhodnou technologii nanášení. Volba vhodného povlakového materiálu i technologie nanášení je však omezena povahou chráněného materiálu, velikostí předmětu, členitostí jeho povrchu i přípustnými změnami mechanických vlastností a rozměrů. [1]

2.1.1.3 Anorganické nekovové povlaky a vrstvy

Anorganické nekovové povlaky a vrstvy můžeme rozdělit na pět základních skupin: 1) konverzní povlaky, 2) anorganické povlaky vytvrzované za studena, 3) povlaky ztavené ze skelných prášků, 4) vysokotavitelné keramické povlaky, 5) vyzdívky a obklady. Tyto skupiny jsou popsány v následujících kapitolách.

2.1.1.3.1 Konverzní povlaky

Konverzní povlaky jsou uměle vytvořené vrstvy peroxidů, fosforečnanů nebo chromanů kovu. Peroxidové vrstvy se vytváří na nelegovaných ocelích chemickou oxidací v alkalickém prostředí s obsahem oxidovadla, nebo oxidací na vzduchu za zvýšené teploty. Na lehkých kovech se tvoří chemickou a elektrochemickou (anodickou) oxidací. Oxidické vrstvy mohou být barveny a utěšňovány oleji a laky. Fosfátové vrstvy vznikají reakcí kovu s kyselinou fosforečnou nebo s fosforečnanem. Chromátové vrstvy se vytvářejí v lázních obsahujících kyselinu chromovou nebo reaktivní chromany. [1]

2.1.1.3.2 Anorganické povlaky vytvrzované za studena

Pro ochranu betonového a cihelného zdiva především proti atmosférické korozi jsou nejčastěji používanými povlaky cementové a vápenaté malty. Ocel chrání při tloušťkách 10 až 20 mm. Tlustší vrstvy (až 200 mm) ze žárovzdorného betonu, zpevňované armovací sítí, slouží k ochraně ocelových zařízení proti vysokoteplotní korozi, zejména proti působení vodíku a sirovodíku. Skládají se z několika vrstev

vytvářených dusáním nebo stříkáním. Betonové vrstvy nanesené odstředivým litím se používají pro ochranu vnitřního povrchu ocelového potrubí. [1]

2.1.1.3.3 Povlaky ztavené ze skelných prášků – smalty

Jsou to v podstatě skla modifikovaných vlastností, které umožňují jejich přilnavost k povrchu kovu. Nejčastěji používanými jsou smalty. Vrstva smaltu se na povrch nanáší poléváním, máčením nebo stříkáním (u litinových předmětů i poprášením) a po vysušení se vypaluje při 800 až 950 °C. Nanáší se základní krycí vrstva. Smalt chrání bariérovým způsobem, a proto nesmí být povlak pórovitý, což zaručuje jeho dostatečnou tloušťku. Musí mít dostatečnou korozní odolnost, určenou složením frity, aby se neztenčoval. [1]

2.1.1.3.4 Vysokotavitelné keramické povlaky

Vrstvy vysokotavitelných peroxidů, karbidů, nitridů, boridů a cermetů s výbornou odolností proti žáru a často i proti kyselinám a roztaveným kovům, vynikající velkou tvrdostí a malými součiniteli tepelné roztažnosti i elektrické vodivosti, lze nanášet žárovým stříkáním. K tavení méně tajících látek se používá kyslíkoacetylenový hořák, pro ostatní látky hořák plazmový. [1]

2.1.1.3.5 Vyzdívky

Vyzdívky mají především chránit nosný materiál proti těžkým korozním podmínkám a abraznímu a tepelnému vlivu prostředí. Jako konstrukční materiály se nejčastěji volí běžné konstrukční oceli a železobeton, který musí být zhotoven podle norem pro vodostavební betony. Jako obkládající a vyzdívkové materiály se nejčastěji používají dlaždice, cihly nebo bloky kameninové, porcelánové, skleněné nebo připravené z kyselinovzdorných tmelů. [1]

2.1.1.4 Organické povlaky a vrstvy

Organické materiály poskytují řadu možností pro ochranu povrchu. Jejich vlastnosti dovolují získat různými způsoby vrstvy různé tloušťky a různé ochranné účinnosti. Podle obvyklé tloušťky povlaku lze tyto ochrany dělit na 1) obklady deskami a vyložení deskami z plastů a pryží, 2) vrstvy tmelů, past a stěrkových hmot, 3) ochranné povlaky z plastů a pryží, 4) vrstvy olejů, tuků a vosků a 5) nátěry.

2.1.1.4.1 Obklady a vyložení deskami z plastů a pryží

Pro tyto obklady se používají desky nebo fólie z termoplastů, reaktoplastů i elastomerů. Desky se spojují s chráněným povrchem tak, že se na něj nalepí po celé ploše, nebo se k němu místně připevňují příchytkami, popřípadě se na povrch jen volně pokládají. [1]

2.1.1.4.2 Vrstvy tmelů, past a stěrkových hmot

Pro vytvoření vrstev několikamilimetrové tloušťky lze využít plastů, živici i elastomerů ve formě roztoků, past, disperzí a podobně. Povlaky z chloroprenového, polysulfidického a silikonového kaučuku lze vytvořit z jejich roztoků nanášením štětcem, stříkáním, vyléváním a máčením nebo z past nanášených stěrkou či stříkáním. Při vytváření povlaku z roztoků se nanáší několik vrstev, a proto je proces relativně drahý. Jednosložkové směsi se vytvrzují za tepla, dvousložkové směsi za normální teploty. Jejich výhodou je možnost chránit i velmi členitý povrch. [1]

2.1.1.4.3 Ochranné povlaky z plastů a pryží

Tyto ochranné povlaky, pevně spojené s podkladem a mající i estetický účinek, lze vytvářet trojím způsobem:

Žárové stříkání nebo fluidační způsob nanášení práškových plastů. Při žárovém stříkání jsou částice prášku plastu natavovány v acetylenovém plamenu při teplotách okolo 300 °C (podle druhu prášku) a po dopadu na plamenem přehřátý povrch se ztavují do souvislé vrstvy. Obvykle se tak chrání ocelové aparáty o ploše do 20 m². Při fluidačním způsobu se předmět přehřívá v peci na teplotu 300 až 400 °C (podle druhu nanášené hmoty a podle hmotnosti předmětu) a pak se ponoří do zčeřeného prášku, který se na povrchu ztavuje. Tato technologie je vhodná pro drobné předměty, ale podobný princip se používá při ochraně vnitřních povrchů trubek a potrubí. [1]

Organosolový způsob je, když se disperze polymerního materiálu ve vhodném těkavém rozpouštědle v několika vrstvách nanese na podklad způsoby nátěrové techniky. Po vysušení se vrstva ztavuje.

Plastisolový způsob je, když se vrstva disperze polymerního materiálu želatinuje v plastifikátoru. Tyto dva způsoby jsou používány především pro kontinuální úpravu plechů.

2.1.1.4.4 Vrstvy olejů, tuků a vosků

Vrstvy olejů, tuků a vosků, obsahující většinou vhodný inhibitor koroze, slouží k dočasné ochraně kovových povrchů během výroby, skladování a přepravy. Používají se také v případech, kdy je požadována mazací i ochranná funkce, nebo pro ochranu dutin v karosérii automobilů. Nanášejí se podobně jako nátěry štětcem, ponorem a podobně na čistý kovový povrch za studena ze svých roztoků nebo disperzí v těkavém rozpouštědle, nebo o konzistenci upravené ohřevem. Ochranná účinnost je závislá především na konzistenci vrstvy, na její tloušťce (kterou lze ovlivnit způsobem nanášení) a na druhu inhibitoru. Po splnění funkce se tyto vrstvy odstraňují organickými rozpouštědly. [1]

2.1.1.4.5 Nátěry

Nátěry jsou nejrozšířenější povrchovou ochranou, která má většinou jak ochranný, tak estetický účinek. Vzhledem k obvyklé tloušťce maximálně 200 až 300 μm , vlastnostem i korozní odolnosti pojiv jsou pro ochranu v agresivních elektrolytech používány jen omezeně.

Nátěry vznikají vytvořením polymerního filmu nanesené nátěrové hmoty. Základními složkami nátěrových hmot jsou pojiva, plniva a pigmenty, těkavá rozpouštědla, ředidla a další přísady upravující vlastnosti nátěru. Pojiva, kterými mohou být reaktoplasty, termoplasty i elastomery, zabezpečují soudržnost nátěru a jeho přilnavost k chráněnému povrchu. Přilnavostí se dosahuje buď mechanickým zakotvením povlaku v nerovnostech a pórech povrchu, nebo specifickou adsorpcí mezi aktivními skupinami pojiva a atomy povrchu. Druh pojiva určuje základní vlastnosti nátěrové hmoty a nátěru. [1]

2.2 Přehled pojiv používaných v povrchové ochraně kovových materiálů

Níže je vypsáno 17 typů pojiv, která se používají v povrchové ochraně kovových materiálů pomocí nátěrových hmot. Stručně jsou popsány jejich základní vlastnosti, konkrétněji způsob vytváření vrstvy, způsob zasychání, tvrdost, odolnost proti oděru, ohybová pevnost a odolnost k slunečnímu záření, teplu, vodě, chemikáliím a k minerálním rozpouštědlům.

2.2.1 Nitrocelulosoová pojiva

Nitrocelulosoová pojiva vytváří vrstvu odpařením rozpouštědla, zasychají při laboratorní teplotě nebo přisoušením a jsou velmi dobře odolná slunečnímu záření. Špatně odolávají teplu, vodě, chemikáliím a minerálním rozpouštědlům. Jejich ohybová pevnost, odolnost proti úderu a tvrdost je dobrá. [1, 3-5]

2.2.2 Chlorkaučuková pojiva

Způsob vytváření vrstvy u chlorkaučukových pojiv je odpařením rozpouštědla a to při normální teplotě. Dobře odolávají vodě a chemikáliím, špatně odolávají slunečnímu záření a velmi špatně odolávají teplu a minerálním rozpouštědlům. Jejich ohybová odolnost je dobrá, ale jejich odolnost proti úderu a tvrdost je naopak špatná. [1-5]

2.2.3 Asfaltová pojiva

Jsou pojiva, která vytváří vrstvu odpařením rozpouštědla za normální teploty nebo vypalováním. Odolnost k vodě mají velmi dobrou, k slunečnímu záření a k chemikáliím dobrou, k teplu spíše špatnou, ale velmi špatnou k minerálním rozpouštědlům. Ohybovou pevnost mají dobrou, ale odolnost proti oděru spíše špatnou a tvrdost spíše dobrou. [1, 3, 4]

2.2.4 Pojiva z vinylických polymerů

Tento typ pojiv tvoří vrstvu odpařením rozpouštědla za normální teploty. Jejich odolnost k teplu a minerálním rozpouštědlům je špatná, ale mají dobrou odolnost k slunečnímu záření a vodě. Mají velmi dobrou odolnost vůči chemikáliím. Filmy mají dobrou ohybovou pevnost, spíše špatnou odolnost proti oděru a špatnou tvrdost. [1]

2.2.5 Olejová pojiva

Olejová pojiva polymerací vytváří vrstvu při normální teplotě, která dobře odolává vodě a slunečnímu záření. Nevýhodou je špatná odolnost k teplu, chemikáliím i k minerálním rozpouštědlům. Utvořený film má dobrou ohybovou pevnost, spíše špatnou tvrdost a špatnou odolnost proti oděru. [1]

2.2.6 Alkydová pojiva

Pomocí polymerace vytváří alkydová pojiva vrstvu při normální teplotě nebo přisoušením. Špatnou odolnost k teplu a chemikáliím kompenzují dobrou odolností vůči minerálním rozpouštědlům a slunečnímu záření. Nátěry mají spíše špatnou odolnost k vodě, jejich ohybová pevnost je dobrá, odolnost proti oděru spíše dobrá, tvrdost ale mají spíše špatnou. [1-4]

2.2.7 Epoxidová pojiva (vytvrzené aminy)

Polymerací epoxidové pryskyřice vytváří buď za normální teploty, přisoušením, nebo vypalováním film, který má velmi dobrou odolnost vůči minerálním rozpouštědlům. Chemikáliím a teplu odolává dobře, slunečnímu záření spíše špatně a vodě špatně. Nátěry jsou velmi tvrdé a jsou vysoce odolné proti oděru. Jejich ohybová pevnost je ale špatná. [1-4]

2.2.8 Epoxydehtová pojiva

Způsob vytváření vrstvy je polymerace za normální teploty. Nedostatkem je špatná odolnost vůči slunečnímu záření, ale jejich odolnost k teplu, chemikáliím a minerálním rozpouštědlům je dobrá a odolnost k vodě velmi dobrá. Ohybovou pevnost mají spíše dobrou. [1]

2.2.9 Epoxyesterová pojiva

Polymerační způsob vytváření vrstvy lze provést za normální teploty i vypalováním. Velmi dobrá odolnost k minerálním rozpouštědlům je doprovázena dobrou odolností vůči chemikáliím, vodě, slunečnímu záření i teplu. Tvrdost filmu a odolnost proti oděru jsou velmi dobré, ale špatně odolávají ohybu. [1-5]

2.2.10 Polyuretanová pojiva

Polyuretanová pojiva polymerací za normální teploty a přisoušením vytváří nátěr velmi dobře odolný slunečnímu záření, chemikáliím i minerálním rozpouštědlům. Vodě a teplu odolávají dobře, ohybová pevnost je spíše špatná. Nátěry jsou velmi tvrdé a velmi dobře odolávají oděru. [1-5]

2.2.11 Akrylátová pojiva

Akrylátová pojiva zasychají jak při normální teplotě, tak přisoušením i výpalem. Vrstvu vytváří polymerací. Vytváří tvrdý, odolný nátěr proti oděru, který má velmi dobrou ohybovou pevnost a odolnost k vodě. Nátěr je dobře odolný proti minerálním rozpouštědlům, chemikáliím, teplu i slunečnímu záření. [1-5]

2.2.12 Furanová pojiva

Furanové nátěry mají polymerační způsob vytváření vrstvy za normální teploty, která je velmi dobře odolná chemikáliím i minerálním rozpouštědlům. Špatně odolává vodě, ale dobře odolává teplu a slunečnímu záření. Vrstva je velmi tvrdá, dobře odolává oděru, ale má špatnou ohybovou pevnost. [1-4]

2.2.13 Polystyrenová pojiva

Polymerací vytváří vrstvu, která zasychá při normální teplotě. Nátěry jsou velmi dobře odolné k vodě a chemikáliím, spíše dobře odolné k slunečnímu záření, ale špatně odolávají teplu a minerálním rozpouštědlům. Film je dobře ohybově pevný, ale není tvrdý a špatně odolává oděru. [1-5]

2.2.14 Melaminová pojiva

Tyto pojiva vytváří vrstvu polykondenzací a zasychají vypalováním. Dobře odolávají jak slunečnímu záření, tak teplu, vodě, chemikáliím i minerálním rozpouštědlům. Nátěry ale mají špatnou ohybovou pevnost. [1-4]

2.2.15 Fenolformaldehydová pojiva

Polykondenzací za normální teploty nebo výpalem se vytvoří velmi tvrdá vrstva nátěru fenolformaldehydové pryskyřice, odolávající velmi dobře teplu a minerálním rozpouštědlům, odolávající dobře slunečnímu záření, vodě a chemikáliím. Vrstva odolává velmi dobře oděru, ale její ohybová pevnost je špatná. [1-5]

2.2.16 Močovinoformaldehydová pojiva

Močovinoformaldehydové pryskyřice vytváří polykondenzací vrstvu, která zasychá za normální teploty či vypalováním. Velmi dobře odolávají slunečnímu

záření a minerálním rozpouštědly, dobře odolávají teplu a vodě, ale jsou špatně odolné chemikáliím. Ohybovou pevnost mají též špatnou. [1-5]

2.2.17 Silikonová pojiva

Silikony vytvářejí vrstvu polykondenzací a zasychají zpravidla výpalem. To je spjato s velmi dobrou odolností k slunečnímu záření, teplu a vodě. Nevýhodou je špatná odolnost k chemikáliím a minerálním rozpouštědly. Film je velmi tvrdý, velmi odolný proti oděru a jeho ohybová pevnost je dobrá. [2-6]

2.3 Termicky stabilní pojiva

Anorganická pojiva se produkují z minerálních surovin. Pojivo je nejdůležitější složka nátěrové hmoty, která určuje její kvalitu. Úkolem pojiva je především zajistit vzájemné spojení barvy s podkladem a spojení obsažených látek v nátěrové hmotě (plniva a pigmenty). Mezi anorganická pojiva patří vodní sklo, které se dále dělí na vodní sklo sodné, draselné a lithné. Draselné vodní sklo (křemičitan draselný) patří mezi nejodolnější minerální pojivo, které se používá do nátěrových hmot.

Organické nátěry používané v antikorozi ochraně kovů mají některé nedostatky – vlivem tepelné oxidace, fotoinicované oxidace nebo chemického působení degradují a právě anorganické nátěry na bázi křemíku jsou vůči takové degradaci mnohem odolnější. [2-4, 7]

2.4 Silikony

Jako silikony jsou označovány všechny organokřemičité sloučeniny. Polysiloxany nebo též silikony kombinují vlastnosti organických a anorganických pojiv. Organicko-anorganické hybridní nátěry založené na polysiloxanech poskytují filmy s takovými charakteristikami jako je nízký obsah těkavých organických látek, nízká toxicita nebo vysoká povětrnostní odolnost. [2-4, 7]

2.4.1 Základní charakteristika silikonů

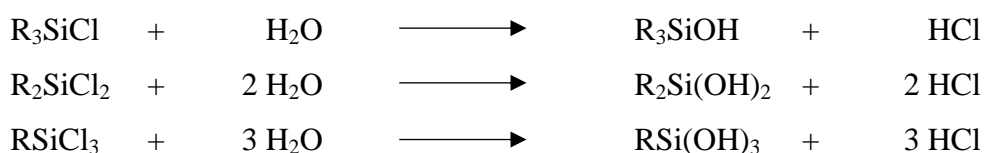
Největšího významu nabývají polymery, u kterých jsou křemíkové atomy spojeny kyslíkovými atomy a zbylé valence jsou vázány na uhlíkové zbytky (polyorganosiloxany). Nejčastěji se připravují hydrolýzou alkyl- či aryl- silanů

(ty jsou získány z přímé syntézy alkyl- nebo aryl- chloridů a elementárního křemíku s mědí jako katalyzátorem za 250 až 450 °C). Silikonové monomery mohou být monofunkční, difunkční či trifunkční.

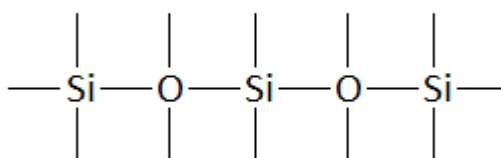
Tabulka 2.1: Přehled chlorsilanů

$(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$	Trimethylchlorsilan	Monofunkční
$(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$	Dimethyldichlorsilan	Difunkční
$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{SiCl}_2$	Difenyldichlorsilan	Difunkční
CH_3SiCl_3	Methyltrichlorsilan	Trifunkční
$\text{C}_6\text{H}_5\text{SiCl}_3$	Fenyltrichlorsilan	Trifunkční

Hydrolyza chlorsilanu (nebo směsi chlorsilanů) – za vzniku příslušných silanolů:



Vzniklé silanoly jsou velmi reaktivní a neizolovatelné, navzájem kondenzují za vzniku krátkých oligomerních siloxanových řetězců. Ukázka řetězce je uvedena v obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Oligomerní siloxanový řetězec

Kondenzací silanolů s více hydroxylovými skupinami vznikají makromolekulární látky, které mají lineární nebo zesítěnou strukturu. Podle toho, jaké jsou požadovány vlastnosti produktů, se hydrolyzují různé silanové monomery či jejich směsi. Složení produktů přitom závisí i na pH, přítomnosti rozpouštědel a dalších podmínkách hydrolyzy. Rychlost hydrolyzy je ovlivněna i prostředím, přičemž v kyselém prostředí probíhá rychleji, než v prostředí alkalickém. Reakční rychlost hydrolyzy závisí na velikosti substituentů. Čím menší substituenty jsou, tím je vyšší reakční rychlost. [4]

2.4.2 Příprava silikonových pojiv

Jako výchozí suroviny se pro přípravu silikonových pryskyřic používají polymethylsiloxany a nebo častěji smíšené polyfenylmethylsiloxany. Rozdílné vlastnosti připravených pryskyřic jsou dány různou kombinací výchozích dvoufunkčních a trojfunkčních methylchlorsilanů a fenylchlorsilanů za přítomnosti organických rozpouštědel. Tyto pryskyřice se dodávají ve formě 50 až 75 % roztoků v xylenu a v jeho směsích s butanolem nebo cyklohexanolem. Pryskyřice v těchto roztocích mají relativní molární hmotnost 155 až 3000 g·cm⁻³ a navíc obsahují vazbu –Si–OH. Methylsiloxanové pryskyřice jsou odolné proti zvýšené teplotě a dokonale snášejí vodní prostředí. Fenylsiloxanové pryskyřice mají díky prostorově rozměrnější fenylové skupině, jež má pevnější vazbu –C–Si– než rozměrově menší –CH₃ skupina, oproti pryskyřicím methylsiloxanových vyšší tepelnou odolnost. Dokončení kondenzačních reakcí až do vzniku zesíťovaného makromolekulárního stavu proběhne teprve po odpaření rozpouštědla a po zahřátí na dobu 1 až 5 hodin na 220 až 240 °C. Zkrátit poměrně dlouhé vypalovací doby lze přidávkem některých kovových solí, jako je například naftenát olovnatý. Pryskyřice se po tomto vytvrzení vyznačují vysokou tepelnou odolností, dobrou odolností vůči povětrnosti a také výbornými elektroizolačními vlastnostmi. Avšak při hodně vysokých teplotách dochází k degradaci organických skupin a křehnutí pryskyřice. [2-4]

2.4.3 Vlastnosti silikonů

Silikony vykazují žádoucí vlastnosti k povrchu, jako je vysoká flexibilita a nízká povrchová energie. Mezi jejich dobré fyzikální vlastnosti patří tepelná odolnost, hydrofóbnost, vysoká odolnost proti UV záření a odolnost vůči chemikáliím.

2.4.3.1 Tepelná odolnost silikonů

Mezi hlavní vlastnosti silikonů se řadí velmi dobrá odolnost vůči vysokým teplotám. Silikonové vypalovací nátěry lze použít pro trvalé namáhání do 180 °C. Teploty 400 °C snáší jen krátkodobě a nárazově snáší i 650 °C (po přidání hliníkového prachu do nátěru). [3]

2.4.3.2 Hydrofóbnost silikonů

Organokřemičité látky mají schopnost vytvářet účinkem svých par nebo i v kapalně fázi na rozmanitém materiálu transparentní filmy, zvětšovat dotkový úhel jeho povrchu k vodě a tak hydrofobizovat hydrofilní povrchy a snižovat současně jejich koeficient tření. Vzniklá tenká vrstva lpí velmi pevně na podkladu a není-li vytvrzena, dá se odstranit chemickými činidly (například dekahydronaftalenem). Jako nejvhodnější z lehce těkavých sloučenin je směs methylechlorsilanů, dimethyldichlorsilanů a methyldichlorsilanů (jakožto směs jsou účinnější, než jednotlivé komponenty). Methylchlorsilany se využívají k hydrofobizaci skla, keramiky a papíru. [8]

2.4.3.3 Vlastnosti nátěrových filmů

Nátěry vykazují vysokou tepelnou odolnost, odolnost vůči počasí i chemické korozi. Poškození silikonového filmu při zvýšených teplotách nastává tehdy, když oxidují organické skupiny za vzniku oxidu křemičitého a dále když nízkomolekulární polymery částečně vytěkají. To způsobuje křehnutí a popraskání filmu. Barva se povětšinou nepoškozuje. Naproti tomu snížená adheze podkladu je projevem stárnutí nátěru. [8]

2.4.4 Použití silikonových pryskyřic

Silikonové pryskyřice se dají použít v podobě impregnačních laků nebo skelných laminátů v elektrotechnice, kde umožňují konstruovat motory, které pracují za vysokých teplot. Dále se využívají na místech, kde je zapotřebí nátěrů s vysokou tepelnou odolností. Také se využívá jejich separačních vlastností pro lakování pekařských forem, plechů a nástrojů pro zpracování kaučuku a plastů. Methylfenylsilikonové pryskyřice lze použít i ve směsích s jinými typy organických pryskyřic (epoxidy, polyuretany, akryláty, polyestery a alkydy) a to jako pojivové fáze pro nátěrové hmoty s vysokou odolností vůči teplu. Silikony se také používají v průmyslu a to v kosmetice, léčivech, textiliích a barvách. Dále se využívají jako oleje, hydraulické kapaliny, gumy či elektrická izolace. [3-4]

2.4.5 Kombinace silikonové pryskyřice s jinými pojivy

Vhodnými silikonovými pryskyřicemi s vysokým obsahem fenyl skupin, které obsahují ještě reaktivní alkoxylové skupiny, lze upravit tepelnou odolnost melaminových, fenolických, epoxidových a alkydových pryskyřic. Při výrobě produktu dochází k reakci alkoxy skupin silikonového meziprojektu s reaktivními skupinami modifikované pryskyřice za zvýšené teploty a tím dochází k zvýšení odolnosti vůči teplu a odolnosti proti povětrnostním vlivům. [3-4]

2.4.6 Typy silikonových pryskyřic

Do methylsilikonových pryskyřic se řadí Lukosil M 130 a do methylfenylsilikonových Lukosil 150 X, Lukosil 200, Lukosil 200 X, Lukosil 4101 a Lukosil 4107. Lukosil M 130 je 50 % roztok methylsilikonové pryskyřice v xylenu, který za normální teploty tvoří během 1 hodiny nelepivý, částečně pružný a mechanicky odolný film. Je stabilní trvalému vystavení až 230 °C. Lukosil 200 X je 50 % roztok methylfenylsilikonové pryskyřice v xylenu, který bez tepelného vytvrzení nevytváří nelepivý film a ani nezasychá. Po vytvrzení při teplotě nad 250 °C vytváří pružný a částečně elastický film, a to díky relativně nízké míře prostorového zesílení. [6]

2.5 Termicky stabilní pigmenty

Jedná se o práškové látky, mající krycí nebo vyrovnávací schopnost po rozptýlení ve vhodném prostředí. Prostředím jím jsou pojiva, ve kterých se pigmenty dispergují (nikoli rozpouští). Jedná se tedy o heterogenní směs. [9]

2.5.1 Zinek

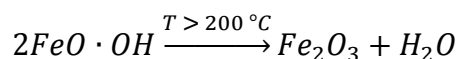
Práškový zinek jako antikorozi pigment v nátěrových hmotách se dříve využíval především pro jeho vysokou krycí schopnost. Po zjištění jeho elektrochemických vlastností se stal ještě více využívaným antikorozi pigmentem. Práškový zinek může být využíván ve formě lamelárních nebo sférických částic, které mohou být i kombinovány. Při jejich kombinaci je jako první nanesena nátěrová hmota obsahující sférickou formu částic a na ní následně nanesena nátěrová hmota obsahující lamelární formu částic. [10-13]

2.5.2 Grafit

Grafit je přírodní uhlík v krystalové soustavě s různým obsahem příměsí. Těží se povrchovým i hlubinným způsobem. Dnes je jeho úprava spojena několikanásobnou flotací a postupným rozpojováním částic a domíláním, čímž získané grafitové koncentráty obsahují až 97 % uhlíku. Obsah uhlíku 99,5-99,99 % lze u grafitu dosáhnout chemickou úpravou. Vysoká tepelná i elektrická vodivost, chemická a tepelná odolnost, výborná štěpivost a plasticita jsou vlastnosti, které se v průmyslu využívají nejvíce. Dominantní oblastí využití grafitu je výroba žáruvzdorných materiálů a v metalurgii železa. Dále se užívá jako plnivo do plastů a nátěrových hmot, kde se používá pro ochranné nátěry kovových povrchů vystavených korozním podmínkám a vysokým teplotám. Grafit je díky své elektrické vodivosti nebezpečný pro základní nátěry, které jsou v těsném spojení s ocelovým podkladem. Vlivem elektrochemické reakce zde může dojít ke vzniku a rychlému průběhu koroze oceli. [14, 15]

2.5.3 Bayferrox

Chemicky oxid-hydroxid železitý α -FeO·OH je minerál žlutý goethit. Jedná se o tyčinkovité částice s velkým měrným povrchem, vysokou krycí schopností. Pigmenty jsou stálé vůči UV záření, jsou odolné vůči alkáliím, povětrnosti a vodě. Je termicky stabilní do teploty 180–200 °C (struktura, hmotnost ani barevný odstín se nemění). Nad 200 °C přechází termickou oxidací na červený hematit neboli oxid železitý a tuto reakci doprovází změna tvaru částic a barvy. Tento přechod je znázorněn v obrázku 2.2. [10]



Obrázek 2.2: Termická oxidace goethitu [10]

2.5.4 Hliník

Práškový hliník v čisté formě nad 99,99 % je odolný vůči kyselinám, ale v alkáliích se rozpouští za vzniku hlinitanů a vývoje vodíku, reaguje s vodou za vývoje plynného vodíku a vzniku hydroxidu hlinitého. Vločkovité částice, s proměnnou tvarem destiček a tloušťkou, se používají pro vrchní nátěry v antikorozi ochraně. Vyrábějí se z čistého hliníku respektive z hliníkových fólií,

které odpadají při jejich výrobě. Tento pigment se vyrábí mletím za sucha v kulovém bubnovém mlýnu, do kterého se plní odřezky fólií s přísadou stearinu nebo jiného smáčedla, přičemž vzniká přímo disperze šupinek ve formě pasty. Jeho částice jsou vhodné pro běžné nátěrové rozpouštědlové systémy, mají dobrou odolnost vůči povětrnostním vlivům, UV záření a vlhkosti.

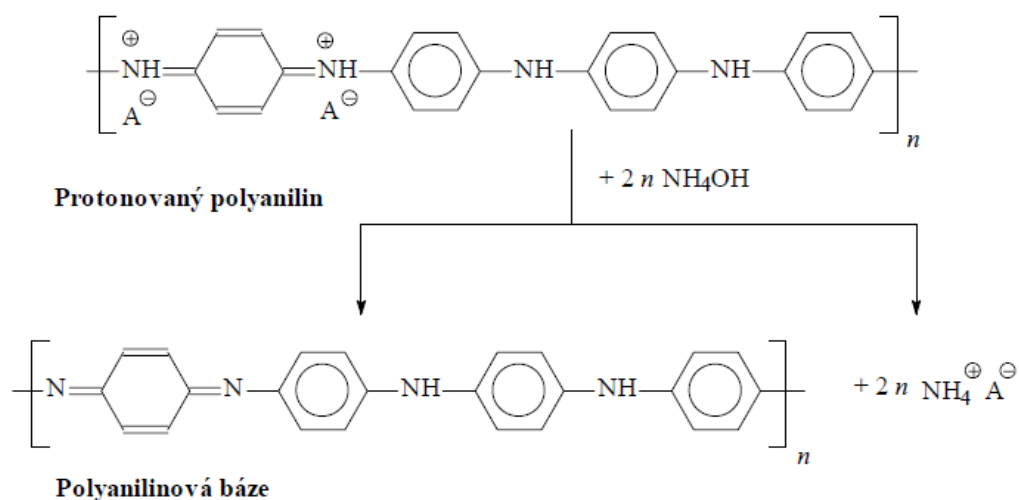
V průmyslových nátěrech se využívá jeho korozivní odolnosti a odrazivosti světla (ropné nádrže, mostní konstrukce). Povrchově upravený hliníkový prášek je možné použít ve vodouředitelných nátěrových hmotách. Prodává se ve formě pasty, většinou s obsahem 65 % hliníku a 35 % těkavého rozpouštědla, obvykle se jedná o směs alifatických a aromatických uhlovodíků. [10, 16]

2.6 Polyanilin

Polyanilin patří do skupiny elektricky vodivých polymerů. Je tvořen systémem konjugovaných dvojných vazeb. K tomu, aby se stal vodivým, je třeba polyanilin dopovat. Polymery se dopují větším množstvím dopující látky, než polovodiče anorganické. Vodivost u polymerů je mnohonásobně nižší, než vodivost kovů, ale je srovnatelná např. s vodivostí polovodivých materiálů (germanium) tj. na úrovni $0,01 - 30 \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Polyanilin se připravuje oxidací anilinu peroxydisíranem amonným. Reakce probíhá v kyselém vodném prostředí, v otevřené nádobě na vzduchu, při laboratorní teplotě a to za míchání. Výtěžek je prakticky stoprocentní. Jedná se o reakci exotermní, která trvá několik desítek minut. Produkt se následně odděluje filtrací a promývá acetonem.

Polyanilin existuje v několika formách, které se liší stupněm protonace nebo oxidace. Jednotlivé formy lze získat dodáním či odebráním elektronů elektrochemickou nebo chemickou oxidací a redukcí. Nejdůležitější je přechod mezi vodivou zelenou formou a formou nevodivou modrou, ke kterému dochází při pH 5 – 6. Nevodivou formu polyanilinu lze připravit působením alkálie (hydroxidu amonného) na vodivou formu polyanilinu. Na obrázku 2.3 je uvedeno schéma, které tento popis znázorňuje. Získaná polyanilinová báze se zfiltruje a vysuší v sušárně při 40 °C. [16-20]



Obrázek 2.3: Schéma převedení vodivé formy polyanilinu na formu nevodivou [17]

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Cíl práce

Cílem práce bylo naformulovat a připravit 14 nátěrových hmot z 5 termostabilních pigmentů a 2 silikonových pojiv. Jako standartní nátěrová hmota byla použita komerční nátěrová hmota s názvem Termostal 600. Jako pigment byl použit zinek, PANI, grafit, Bayferrox a hliník. Za silikonová pojiva byl zvolen roztok methylsilikonové a methylfenylsilikonové pryskyřice v xylenu. Vzorky těchto nátěrových hmot byly připraveny při OKP = 30 %, pigment zinku byl kombinován s pigmentem PANI a to jako jediný při třech různých OKP a to 5 %, 10 % a 15 %. Dále byly tyto připravené nátěrové hmoty, spolu s jednou komerční nátěrovou hmotou Termostal 600, nanесeny na skla a ocelové panely a dalším úkolem bylo provést mechanické zkoušky těchto vzorků po výpalu na určité teploty (50 °C, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C, 400 °C, 450 °C, 500 °C a 550 °C). Konečným cílem bylo porovnat jednotlivé nátěrové hmoty mezi sebou podle tepelné a mechanické odolnosti a vyhodnotit jejich klady a nedostatky.

3.2 Charakterizace surovin

3.2.1 Použité pigmenty a plniva

Zinkový prach – VM4 P16

Výrobce: Dr. Hans Heubach GmbH, Německo

Složení: sférický práškový Zn

Grafit – Graphite flake, natural (99,8 %), 325 mesh

Výrobce: Alfa Aesar (Johson Matthey), Německo

Složení: C

Práškový hliník – Aluminium flake (99,7 %), APS 11 micron

Výrobce: Alfa Aesar (Johson Matthey), Německo

Složení: Al

Žlutý goethit – Bayferrox 3920

Výrobce: Bayer AG Leverkusen, Německo

Složení: α -FeO·(OH)

3.2.2 Použitá silikonová pojiva

Lukosil M 130 = roztok methylsilikonové pryskyřice v xylenu

$$\rho = 1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$$

Výrobce: Lučební závody Kolín

Lukosil 200 X = roztok fenylmethylsilikonové pryskyřice v xylenu

$$\rho = 1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$$

Výrobce: Lučební závody Kolín

3.2.3 Látky použité pro přípravu polyanilinové báze

Anilin

Výrobce: Reachim, Rusko

Složení: C₆H₇N p. a.

Peroxodisíran amonný

Výrobce: Lachema s.r.o., Brno

Složení: (NH₄)₂S₂O₈ p. a.

Kyselina fosforečná

Výrobce: Lachema s.r.o., Brno

Složení: H₃PO₄ 85 % p. a.

Hydroxid amonný

Výrobce: Lachema s.r.o., Brno

Složení: (NH₄)OH 15 %

3.2.4 Rozpouštědla a pomocné látky

Voda	Výrobce:	Univerzita Pardubice, ČR
	Složení:	destilovaná H ₂ O
	Hustota:	1,00 g·cm ⁻³
Xylen	Výrobce:	Penta, Ing. Petr Švec, Výrobní divize Chrudim, ČR
	Složení:	směs izomerů
	Hustota:	0,87 g·cm ⁻³
Chloroform	Výrobce:	Penta, Ing. Petr Švec, Výrobní divize Chrudim, ČR
	Složení:	Trichlormethan CHCl ₃
	Hustota:	1,48 g·cm ⁻³
Aceton	Výrobce:	Lach-Ner s.r.o., Neratovice
	Složení:	Propan-2-on C ₃ H ₆ O
	Hustota:	0,79 g·cm ⁻³

3.2.5 Komerční nátěrová hmota

Termostal 600 (stříbrná) = modifikovaný silikonový nátěr s xylenem

Výrobce: Chromos-Svjetlost d.o.o., Chorvatsko

3.3 Použité přístroje a zařízení

3.3.1 Přístroje použité pro studium pigmentů

Analytické váhy, firma OHAUS, Švýcarsko

Laboratorní váhy, firma KERN&Sohn GmbH, Německo

Heliový pyknometr AutoPyknometr 1320, firma Micromeritics, USA

Přenosný pH - metr WTW 320, Německo

Konduktometr Handylab LF1, firma Schott, Německo

Rastrovací elektronový mikroskop SEM Jeol 5600 LV, Japonsko

3.3.2 Přístroje použité pro studium připravených nátěrových hmot

Tloušťkoměr MINITEST 1100, firma Elektro – Fysik, Německo

Tříbodové mechanické měřidlo tloušťky, BYK GARDNER, Německo

Leskoměr micro tri-gloss, BYK GARDNER, Německo

Kyvadlový přístroj Automatic 500, kyvadlo typu Persoz, Belgie

Řezací nůž pro stanovení přilnavosti, firma Elcometer Instruments GmbH, Německo

Elcometer K1542 Impact tester – stanovení odolnosti proti úderu, Velká Británie

Přístroj na stanovení odolnosti proti ohybu, Německo

Erichsenův přístroj na stanovení odolnosti proti hloubení, firma Erichsen, Německo

Optický mikroskop Nikon Eclipse LV100 Japonsko

Přístroj na měření barevnosti UltrascanPRO Hunterlab, USA

Odrhový přístroj COMTEST[®]OP3P, Coming plus, a.s., Praha

Laboratorní elektrická pec 3013L, firma Clasic, Česká Republika

Laboratorní sušárna OP60, firma LTE Scientific Ltd., Velká Británie

3.4 Studium pigmentů na základě fyzikálně-chemických vlastností

3.4.1 Stanovení hustoty

Hustota je důležitým parametrem k posouzení použitelnosti pigmentů. V nátěrových hmotách totiž pevnost závisí na rozdílu hustot pigmentu a pojiva.

Pro měření hustoty byl použit autopyknometr, který změřil objem vzorku na základě měření objemu plynu vytěsněného měřeným roztokem. Na základě tohoto měření autopyknometr vypočetl hustotu za pomoci navážené hmotnosti materiálu.

3.4.2 Stanovení olejového čísla

Tato veličina slouží k posouzení neměnnosti výroby daného pigmentu. Velikost a tvar částic určuje jednu ze základních charakteristik kvality pigmentu – spotřebu oleje. Spotřeba oleje je objem, při kterém množství přidaného oleje smočí částice pigmentu a udrží systém pohromadě. Stanovení se provádí metodou miska – tlouček. [22]

Byl navážen 1 g zkoumaného pigmentu, který byl převeden do třecí misky a za tření pigmentu tloučkem byl z byrety přikapáván lněný olej o známé koncentraci. Konec zkoušky nastává v okamžiku, kdy je všechn pigment nasáklý olejem a je zachycen na tloučku. Olejové číslo je následně vypočteno z rovnice 3.1.

$$o\check{c} = \frac{100 \cdot \rho_o \cdot V_o}{m_p} \quad (3.1)$$

Kde *oč* je olejové číslo [g oleje na 100 g pigmentu], ρ_o je hustota lněného oleje [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$], V_o je spotřeba lněného oleje [ml] a m_p je navážka pigmentu [g]

3.4.3 Stanovení kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP)

KOKP je důležitá konstanta pro aplikaci pigmentů do nátěrových hmot. Určuje maximální možnou koncentraci pigmentu, kterou lze přidat do pojiva. [23] Kritická objemová koncentrace pigmentu se vypočítá z rovnice 3.2.

$$KOKP = \frac{\frac{10000}{\rho_p}}{\left(\frac{100}{\rho_p} + \frac{o\check{c}}{\rho_o}\right)} \quad (3.2)$$

Kde *KOKP* je kritická objemová koncentrace pigmentu [%], ρ_p je hustota pigmentu [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$], ρ_o je hustota lněného oleje [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$] a *oč* je olejové číslo [g / 100 g pigmentu].

3.4.4 Stanovení hodnoty pH vodného výluhu pigmentů

Tato hodnota se využívá ke kontrole vymytí pigmentu v procesu jeho výroby, kdy po jeho aplikaci může nedostatečné vymytí ovlivnit pH a kvalitu výluhů.

Hodnota pH vodného výluhu byla stanovena v připravené 10 % suspenzi pigmentu a redestilované vody. Suspenze byla několikrát protřepána a byla měřena hodnota pH výluhu jednou týdně po dobu jednoho měsíce.

3.4.5 Stanovení elektrické vodivosti vodných výluhů pigmentů

Elektrická vodivost popisuje, do jaké míry je látka schopna vést elektrický proud. Hodnota měrné elektrické vodivosti byla měřena v připravené 10 % suspenzi pigmentu a redestilované vody. Suspenze byla několikrát protřepána a byla měřena hodnota měrné elektrické vodivosti výluhu jednou týdně po dobu jednoho měsíce.

3.5 Studium pojiva na základě jeho vlastností

3.5.1 Stanovení sušiny pojiv

Pro zjištění sušiny byla použita víčka obalená alobalem, která byla následně vložena do sušárny při teplotě 100 °C po dobu 11 hodin a poté byla dána do exsikátoru a zvážena. Do jednotlivých víček byl nalit roztok methylsilikonové pryskyřice v xylenu (Lukosil M 130) a roztok methylfenylsilikonové pryskyřice v xylenu (Lukosil 200 X). Plná víčka byla zvážena a poté sušena při teplotě 200 °C po dobu 5 hodin a dána do exsikátoru. Měření bylo u obou pryskyřic provedeno dvakrát. Po usušení byla víčka zvážena a bylo vypočteno množství sušiny pryskyřic v procentech.

3.5.2 Příprava zkušebních nátěrů pojiv na skla

Před zkušebními nátěry byla skla důkladně očištěna, osušena a odmaštěna chloroformem. Zkušební nátěry byly nanесeny pomocí nanášecího pravítka se štěrbinou 250 μm a následně byly nechány 20 hodin volně prosychat při laboratorní teplotě. Dále byly vypáleny při teplotách 50 °C, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C a 400 °C. Byla změřena jejich tloušťka, povrchová tvrdost, lesk a přilnavost.

3.5.3 Příprava zkušebních nátěrů pojiv na ocelové panely

Pro mechanické zkoušky byly použity ocelové panely třídy 11 o rozměrech 200 x 60 x 0,9 mm. Před zkušebními nátěry byly ocelové panely důkladně očištěny

a odmaštěny chloroformem. Zkušební nátěry byly nanášeny pomocí nanášecího pravítka se štěrbinou 250 µm a následně byly nechány 20 hodin volně prosychat při laboratorní teplotě. Dále byly vypáleny při teplotách 50 °C, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C a 400 °C. Byla stanovena přilnavost a provedena zkouška hloubení, úderu, ohybu a odtrhu.

3.6 Formulace nátěrové hmoty

Pro přípravu nátěrových hmot byl použit počítačový program „FORMUL“, ve kterém byly vypočteny konkrétní hodnoty hmotností pigmentů a pojiv pro jejich přípravu při zadaném OKP pigmentů. Výsledky formulací v pojivu Lukosil M 130 jsou uvedeny v tabulce 3.1 a výsledky formulací v pojivu Lukosil 200 X jsou uvedeny v tabulce 3.2.

Tabulka 3.1: Naformulované nátěrové hmoty v pojivu Lukosil M 130

Surovina	Hmotnostní %
Zn: OKP = 30 %	
Lukosil M130	39,06
Zinek	60,94
PANI: OKP = 5 % + Zn: 30 %	
Lukosil M130	41,15
PANI	1,65
Zinek	57,2
PANI: OKP = 10 % + Zn: 30 %	
Lukosil M130	44,25
PANI	3,98
Zinek	51,77
PANI: OKP = 15 % + Zn: 30 %	
Lukosil M130	48,54
PANI	7,28
Zinek	44,17
Grafit: OKP = 30 %	
Lukosil M130	66,67
Grafit	33,33
Bayferrox: OKP = 30 %	
Lukosil M130	52,63
Bayferrox	47,37
Hliník: OKP = 30 %	
Lukosil M130	62,89
Hliník	37,11

Tabulka 3.2: Naformulované nátěrové hmoty v pojivu Lukosil 200 X

Surovina	Hmotnostní %
Zn: OKP = 30 %	
Lukosil 200 X	31,55
Zinek	68,45
PANI: OKP = 5 % + Zn: 30 %	
Lukosil 200 X	33,67
PANI	2,02
Zinek	64,31
PANI: OKP = 10 % + Zn: 30 %	
Lukosil 200 X	36,50
PANI	4,74
Zinek	58,76
PANI: OKP = 15 % + Zn: 30 %	
Lukosil 200 X	40,49
PANI	8,50
Zinek	51,01
Grafit: OKP = 30 %	
Lukosil 200 X	58,82
Grafit	41,18
Bayferrox: OKP = 30 %	
Lukosil 200 X	44,44
Bayferrox	55,56
Hliník: OKP = 30 %	
Lukosil 200 X	54,95
Hliník	45,05

3.7 Příprava nátěrové hmoty

V Dispergátoru byly připraveny dispergací nátěrové hmoty při OKP = 30 % z methylsilikonové a methylfenylsilikonové pryskyřice. Do Dispergátoru bylo nejdříve nadávkováno pojivo a při nízkých otáčkách byl po malých dávkách přimícháván pigment. Následná dispergace byla provedena při 3000 otáčkách / minutu po dobu 30 minut. Pro každý vzorek bylo připraveno 100 ml nátěrové hmoty, která po ukončení dispergace byla uskladněna ve skleněných označených nádobách.

3.8 Příprava vzorků pro fyzikálně-mechanické zkoušky

3.8.1 Příprava formulovaných vzorků na skla

Před zkušebními nátěry byla skla důkladně očištěna a následně byla tato skla odmaštěna chloroformem. Zkušební nátěry byly nanášeny pomocí nanášecího pravítka se štěrbinou 250 µm a následně byly nechány 20 hodin volně prosychat při laboratorní teplotě. Dále byly vypáleny při teplotách 50 °C, 100 °C, 150 °C,

200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C, 400 °C, 450 °C, 500 °C a 550 °C. Byla změřena jejich tloušťka, povrchová tvrdost, lesk a přilnavost. Fotografie jednotlivých nátěrů po výpalech jsou uvedeny v přílohách.

3.8.2 Příprava formulovaných vzorků na ocelové panely

Před zkušebními nátěry byly ocelové panely důkladně očištěny a odmaštěny chloroformem. Zkušební nátěry byly nataženy pomocí nanášecího pravítka se štěrbinou 250 μm a následně byly nechány 20 hodin volně prosychat při laboratorní teplotě. Dále byly vypáleny při teplotách 50 °C, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C a 400 °C, 450 °C, 500 °C a 550 °C. Byla stanovena přilnavost a provedena zkouška hloubení, úderu, ohybu a odtrhu.

3.9 Metody hodnocení povlaků z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností

Jedná se o zkoušky, které měří veličinu související s degradací povlaků. Výsledky těchto zkoušek nám mimo jiné podávají informace o pružnosti, elasticitě a pevnosti nátěrového filmu.

3.9.1 Měření tloušťky nátěrů

Na sklech byla tloušťka nátěrů měřena pomocí tříbodového mechanického měřidla, který měří rozdíl mezi výškou povrchu nátěru a holého povrchu podkladu pomocí dvou opěrných bodů. Nejdříve bylo nutné ocelovým řezákem odstranit malou plochu vrstvy nátěru ze skleněného povrchu. Do tohoto místa byla kolmo přiložena prostřední měřicí část a dva krajní opěrné body byly opřeny a vrstvu nátěru. Velikost tloušťky byla odečítána z ručičkového ciferníku a tato destruktivní zkouška byla vykonána podle ČSN 67 3061. Výsledkem je hodnota z průměru deseti měření. [24]

Na ocelových panelech byla tloušťka nátěrů měřena magnetickým tloušťkoměrem, který byl před měřením kalibrován na ocelový standard. Poté na desíti různých místech nátěru bylo kolmo k podkladu provedeno vlastní měření. Průměrem výsledných hodnot byla určena tloušťka nátěru. Jedná se o nedestruktivní zkoušku, která byla provedena dle normy ISO 2808. [24]

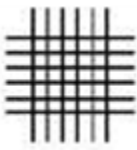
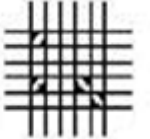




3.9.2 Stanovení lesku nátěrových filmů

Lesk je optickou vlastností povrchu materiálů, která se projevuje pravidelným odrazem paprsků světla. Určit změnu lesku nátěrového filmu lze jako intenzitu světelného toku po odrazu od zkoušeného nátěru pod určitými definovanými úhly. Pro stanovení lesku na sklech byl použit leskoměr, který byl kalibrován na černé sklo jakožto standard (dodaný výrobcem). Leskoměr obsahuje tři refraktometry, které se liší v geometriích 20° (vysoký lesk), 60° (pololesk) a 85° (mat). Měření bylo provedeno dle ČSN 673063. [24]

3.9.3 Stanovení přilnavosti nátěrového filmu mřížkovou metodou

Dle normy ČSN ISO 2409 byla zkoumána odolnost nátěrů proti oddělení od podkladu. Tato mřížková metoda byla aplikována na vzorcích na skleněném podkladu i ocelových panelech. K proříznutí byl použit nůž s rozstupem čepelí 2 mm. Řezacím nožem byly provedeny dva na sebe kolmé řezy až na podklad, které vytvořili mřížku. [24] Výsledky byly vyhodnoceny vizuálně a to dle klasifikace uvedené v tabulce 3.3.

Tabulka 3.3: Klasifikace stupňů přilnavosti

	<p>stupeň 0 - řezy jsou hladké, žádný čtverec není poškozen</p>
	<p>stupeň 1 - nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží, poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %</p>
	<p>stupeň 2 - nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení, povrch mřížky smí být poškozen o více než 5 % a méně než 15 % celkové plochy</p>
	<p>stupeň 3 - nátěr je poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky, poškození je větší než 15, ale menší než 35 %</p>
	<p>stupeň 4 - na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny, plocha mřížky je poškozena z více jak 15 %, ale méně než 65 %</p>
	<p>stupeň 5 - změny, které jsou větší než u stupně 4</p>

3.9.4 Měření povrchové tvrdosti nátěrového filmu

Podle normy ČSN ISO 1522 bylo provedeno měření povrchové tvrdosti nátěrového filmu na skle pomocí kyvadlového přístroje. Podstata zkoušky je změřit dobu útlumu kyvadla, které se skládá ze dvou kuliček spočívajících při kmitání kyvadla na povrchu nátěrového filmu. Před vlastním měřením bylo provedeno měření standardu, což je očištěné a odmaštěné sklo. Měrnou jednotkou jsou procenta vztahovaná k tvrdosti standardu, jehož tvrdost je 100 %. [24]

3.9.5 Stanovení odolnosti nátěrového filmu hloubením

Odolnost nátěru při hloubení odpovídá míře tažnosti nátěru. Účelem zkoušky podle normy ČSN 672081 je zjistit odolnost při plynulé deformaci ocelového panelu ocelovou koulí o průměru 20 mm. Zjišťuje se hloubka vtlačené koule do ocelového panelu a to až do zaznamenání prvního porušení soudržnosti nátěru, které bylo sledováno pomocí lupy. Výsledek hloubení je udáván v mm. [24]

3.9.6 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při deformaci úderem

Podle normy ČSN ISO EN 6272 je zjišťována přilnavost nátěru při deformaci podkladu. Metoda spočívá ve stanovení výšky, z které je volným pádem pouštěno závaží, při které ještě nedochází k viditelnému mechanickému poškození povrchu nátěru. Nejprve byl zkušební ocelový panel vložen do přístroje mezi kovadlinu a úderník. Poté bylo závaží spuštěno z určitých výšek a pod lupou byly zkoumány defekty nátěru. Přístroj umožňuje maximální výšku 1 m. [24]

3.9.7 Stanovení odolnosti nátěrového filmu při ohybu

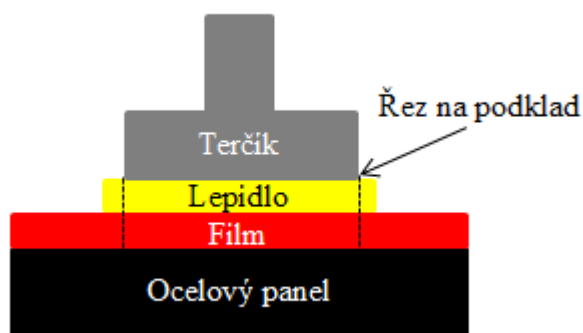
Odolnost nátěru při ohybu je jeho schopnost odolávat deformaci, nepraskat a neodlupovat se. Podle ČSN ISO 1519 byla provedena zkouška na ocelových panelech. Podstatou zkoušky je ohýbání ocelového panelu přes válcové trny a určitých průměrech. Změny na nátěru byly pozorovány pod lupou. Jako výsledek se uvádí průměr trnu, na kterém bylo znatelné první poškození nátěru. [24]

3.9.8 Stanovení odtrhovou zkouškou

Odolnost nátěrového filmu vůči odtrhu je jeho schopnost odolávat tahovému napětí mířenému kolmo na podklad. Tato zkouška se používá ke kontrole kvality podkladu (stanovení kohezního lomu) a ke stanovení přilnavosti filmu (stanovení adhezní pevnosti), resp. k určení vzájemné přidržnosti vrstev. Tato zkouška byla provedena podle normy ČSN EN ISO 4624.

Vlastní provedení zkoušky spočívalo v přilepení terčíku dvousložkovým lepidlem (dibenzoylperoxid 50 % a methylmethacrylat v poměru 1:10) k nátěrovému filmu, který byl nanesen na ocelovém panelu. Lepený povrch terčíku byl před vlastním lepením odmaštěn chloroformem a následně zdrsněn. Po vytvrzení lepidla (24 h)

bylo přebytečné lepidlo odstraněno speciálním nožem a následně byl terčik připevněn k přístroji, který jej postupně zatěžoval až do jeho odtržení, při kterém byla zaznamenána síla odtrhu. Následně byl hodnocen typ lomu: APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo. [24]



Obrázek 3.1: Schéma odtrhové zkoušky

3.9.9 Stanovení změny barevnosti

Změna barevného odstínu u nátěrů vlivem vnějších faktorů nám podává informace o stupni degradace vrchního nátěru a tedy zprostředkovaně i o ztrátě bariérové funkce nátěru. Normovaný systém CIE, který označuje každou barvu číselně třemi trichromatickými složkami X, Y, Z, podává obraz o uložení barev v prostoru. Pokud chceme objektivně určit a vyjádřit číslem diferenci mezi barvami, tedy barevnou odchylku, musíme rozdíl CIE trichromatických složek přepočítat pro celkovou barevnou diferenci v jednu veličinu ΔE , která je mírou pro vizuálně vnímanou celkovou barevnou odchylku.

Měříme tedy barvu odraženého světla tím, že zjistíme remisi (odrazivost) a z ní vypočteme trichromatické složky X, Y, Z pro 3D prostor a trichromatické souřadnice x, y, z, ze kterých tvoří souřadnice x a y kolorimetrický trojúhelník CIE. Toto rovinné uspořádání má nerovnoměrně odstupňované barvy, proto se zavedl systém barevných diferencí CIE $L^* a^* b^*$. Kde L^* je jas, a^* a b^* vyjadřují barevný tón. Tento systém umožňuje v prostoru umístit barvu vzorku a standardu. Takto můžeme zjistit celkovou barevnou diferenci, dále lze zjistit diferenci v jasu, sytosti a barevném tónu. Celková barevná diference se pak vypočítá podle rovnice 3.3.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2] \quad (3.3)$$

3.9.10 Stanovení celkové fyzikálně–mechanické odolnosti

Celková odolnost nátěru byla zjištěna sjednocením výsledků několika fyzikálně – mechanických zkoušek: Přílnavosti mřížkovou metodou, odolnosti nátěru vůči hloubení, odolnosti nátěru vůči volnému pádu závaží a odolnosti vůči ohybu přes válcové trny. Celková fyzikálně – mechanická odolnost byla vypočítána podle rovnice 3.4.

$$\text{celková fyzikálně – mechanická odolnost} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4} \quad (3.4)$$

kde A_1 je odolnost nátěru při hloubení, A_2 je odolnost nátěru při úderu, A_3 je odolnost nátěru při ohybu a A_4 je přílnavost nátěru. V tabulce 3.4 je znázorněna stupnice hodnocení fyzikálně-mechanických vlastností.

Tabulka 3.4: Stupnice hodnocení fyzikálně-mechanické odolnosti

Ohyb [mm]	Úder [cm]	Hloubení [mm]	Stupeň přílnavosti [°]	Stupnice pro hodnocení fyz.-mech. vlastností
4	100	10	0	100
				95
6	80	8	1	90
				85
				80
8	60	6	2	75
				70
				65
				60
10	40	4	3	55
				50
				45
				40
				35
12	20	2	4	30
				25
				20
				15
				10
16	0	0	5	5
				0

4 VÝSLEDKY

4.1 Lukosil M130

Výsledky Fyzikálně-mechanických zkoušek tohoto pojiva na skle jsou uvedeny v tabulce 4.1 a na ocelových panelech v tabulkách 4.2 a 4.3.

Tabulka 4.1: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdość [%]
		20°	60°	85°		
50	70	124	138	102	1	27,9
100	70	131	138	106	5	34,1
150	70	74,5	105	90,6	1	61,9
200	70	93,3	117	91,6	1	45,6
250	50	107	123	93,5	5	22,8

Tabulka 4.2: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnosť [%]
50	100	9,51	10	<4	1	76
100	100	2,88	10	32	3	28
150	90	1,75	10	32	1	33
200	80	2,51	30	32	2	38
250	60	4,58	40	32	1	51

Tabulka 4.3: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]
50	107	APF80, KF20
100	68	APF95, KF5
150	48	APF65, KF45
200	119	KF70, AFL30
250	97	APL100

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

4.2 Lukosil 200X

Výsledky Fyzikálně-mechanických zkoušek tohoto pojiva na skle jsou uvedeny v tabulce 4.4 a na ocelových panelech v tabulkách 4.5 a 4.6.

Tabulka 4.4: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
		20°	60°	85°		
50	70	145	138	102	1	–
100	70	139	147	101	0	–
150	70	137	145	101	0	12,8
200	70	96,8	130	88,8	0	15,0
250	70	93,0	118	88,6	0	19,2
300	70	74,3	107	68,9	1	31,5
350	30	68,7	106	76,0	2	47,7

Tabulka 4.5: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz. – mech. odolnost [%]
50	90	9,51	10	<4	1	76
100	90	9,67	30	<4	1	82
150	90	9,31	30	<4	0	84
200	90	9,15	30	<4	0	84
250	90	9,14	20	8	0	75
300	80	8,79	80	10	0	84
350	70	8,01	50	13	1	67

Tabulka 4.6: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X na ocelovém panelu

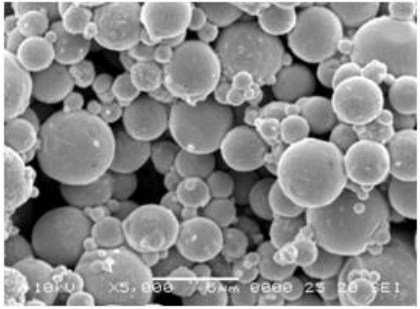
Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]
50	346	APF90, KF10
100	218	APF95, KF5
150	162	APF80, KF20
200	173	APF90, KF10
250	89	APF10, KF70, APL10
300	104	KF5, APL95
350	83	APF95, KF5

APF = Adhezni lom panel / film, KF = Kohezni lom, AFL = Adhezni lom film / lepidlo

4.3 Zinek n a polyanilin

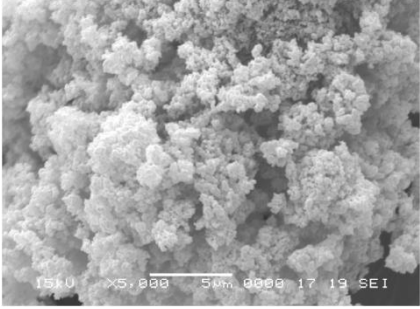
V tabulce 4.7 jsou uvedeny výsledky fyzikálně-chemické vlastnosti zinku a na obrázku 4.3 je uveden obrázek tohoto pigmentu pořízený elektronovým mikroskopem. V tabulce 4.8 jsou uvedeny výsledky fyzikálně-chemické vlastnosti polyanilinové báze a na obrázku 4.4 je uveden obrázek tohoto pigmentu pořízený elektronovým mikroskopem.

Tabulka 4.7: Fyzikálně-chemické vlastnosti zinku

Hustota	$7,10 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	
Olejové číslo	6,09 g / 100g pigmentu	
KOKP	67,79 %	
pH (32. den)	8,50	
Vodivost (32. den)	$14,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	

Obrázek 4.1: Částice Zn

Tabulka 4.8: Fyzikálně-chemické vlastnosti polyanilinové báze

Hustota	$1,66 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	
Olejové číslo	163 g / 100g pigmentu	
KOKP	25,28 %	
pH (32. den)	7,35	
Vodivost (32. den)	$20,7 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$	

Obrázek 4.2: Částice PANI

4.3.1 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na skle

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na skle jsou uvedeny v tabulce 4.9. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na skle jsou uvedeny v tabulce 4.10.

Tabulka 4.9: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130 na skle

OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
			20°	60°	85°		
30 (Zn)	50	100	55,2	71,4	95,8	2	26,9
	100	90	51,6	71,6	96,6	5	40,5
	150	90	25,5	60,1	84,7	4	39,7
	200	90	6,2	25,8	64,0	1	37,1
30 (Zn) 5 (PANI)	50	100	5,6	24,9	29,7	1	18,6
	100	100	4,5	21,9	27,5	3	19,1
	150	100	0,8	7,0	6,4	2	21,1
	200	90	0,8	6,7	6,1	2	32,1
30 (Zn) 10 (PANI)	50	100	2,2	14,2	15,9	1	21,6
	100	100	1,3	9,9	10,4	2	18,0
	150	100	0,4	3,3	2,4	2	24,6
	200	100	0,4	2,6	1,9	2	24,6
	250	80	0,4	3,1	2,3	4	23,6
30 (Zn) 15 (PANI)	50	100	1,8	12,1	12,3	1	29,0
	100	100	1,0	8,4	7,8	3	23,7
	150	100	0,3	2,6	2,2	2	32,0
	200	100	0,3	2,3	1,5	1	26,9
	250	80	0,3	1,9	1,9	3	29,0

Tabulka 4.10: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X na skle

OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
			20°	60°	85°		
30 (Zn)	50	80	86,4	91,7	100	2	6,5
	100	80	86,7	92,1	99,9	1	12,5
	150	80	81,6	89,3	96,3	1	17,0
	200	70	27,6	70,5	90,3	1	25,2
	250	70	5,5	33,4	71,2	0	38,0
	300	70	2,9	21,7	62,5	2	32,6
30 (Zn) 5 (PANI)	50	80	25,5	61,4	61,9	2	6,7
	100	80	25,5	61,4	61,9	2	11,3
	150	80	4,8	29,0	35,6	1	20,0
	200	80	0,7	5,5	9,0	2	22,8
	250	80	0,6	5,5	10,3	1	21,3
30 (Zn) 10 (PANI)	50	100	2,2	14,2	15,9	1	21,6
	100	100	8,5	34,4	34,0	1	9,8
	150	100	1,3	11,6	13,3	1	24,6
	200	90	0,5	4,1	5,9	1	25,8
	250	90	0,5	4,2	9,7	1	22,0
30 (Zn) 15 (PANI)	50	90	3,5	18,2	13,8	2	4,4
	100	90	3,3	17,2	14,0	2	16,5
	150	90	0,8	6,1	5,6	1	18,0
	200	90	0,4	3,7	3,9	2	17,7
	250	80	0,4	1,0	1,6	1	17,1

4.3.2 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na ocelovém panelu

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.11 a 4.12. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.13 a 4.14.

Tabulka 4.11: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130 na panelu

OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
30 (Zn)	50	100	9,4	20	<4	2	75
	100	100	2,37	20	19	4	24
	150	90	2,11	30	25	3	31
	200	90	2,16	40	32	0	46
30 (Zn) 5 (PANI)	50	100	7,64	40	<4	4	68
	100	100	2,67	30	19	5	21
	150	100	4,83	100	8	3	73
	200	100	8,84	100	12	1	78
	250	100	2,14	30	32	2	36
30 (Zn) 10 (PANI)	50	100	9,37	50	<4	2	84
	100	100	2,74	40	19	3	38
	150	100	4,13	80	13	4	49
	200	100	4,49	100	25	2	59
	250	100	2,46	50	32	2	44
30 (Zn) 15 (PANI)	50	100	9,47	60	6	2	87
	100	100	4,44	60	16	3	49
	150	100	3,39	100	13	4	49
	200	100	2,55	60	16	2	48
	250	100	3,00	50	32	2	46

Tabulka 4.12: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu M 130 na panelu

OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE^*
30 (Zn)	50	145	APF90, KF10	–
	100	128	APF80, KF20	1,10
	150	68	APF75, KF25	0,77
	200	165	AFL100	0,77
30 (Zn) 5 (PANI)	50	146	APF90, KF 10	–
	100	76	APF80, KF20	0,55
	150	79	APF30, KF70	2,73
	200	78	AFL100	3,36
	250	101	AFL100	1,94
30 (Zn) 10 (PANI)	50	106	APF60, KF40	–
	100	30	APF60, KF40	0,26
	150	33	APF5, KF95	2,33
	200	66	AFL100	0,51
	250	71	AFL100	4,44
30 (Zn) 15 (PANI)	50	126	APF5, KF95	–
	100	195	APF10, KF90	0,52
	150	78	APF40, KF60	0,78
	200	71	AFL100	1,01
	250	83	AFL100	2,34

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

Tabulka 4.13: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X na panelu

OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
30 (Zn)	50	90	9,50	100+	<4	1	97
	100	90	8,80	60	<4	0	92
	150	80	8,63	50	<4	1	87
	200	80	9,22	50	<4	1	88
	250	80	7,67	20	<4	1	77
	300	80	5,30	50	5	1	79
	350	80	2,28	30	32	4	26
30 (Zn) 5 (PANI)	50	120	9,28	50	<4	1	88
	100	120	9,17	40	<4	1	85
	150	100	9,07	20	5	1	78
	200	100	7,79	30	32	1	54
	250	100	3,86	20	32	1	43
30 (Zn) 10 (PANI)	50	120	9,66	40	<4	1	86
	100	120	9,66	30	<4	2	78
	150	100	7,73	20	6	2	70
	200	100	3,93	20	12	2	47
	250	100	2,46	50	32	2	44
30 (Zn) 15 (PANI)	50	120	9,59	60	<4	1	91
	100	120	10	40	<4	2	83
	150	100	8,95	20	6	1	76
	200	100	6,49	30	16	2	49
	250	100	3,41	40	25	1	48

Tabulka 4.14: Fyzikálně-mechanické zkoušky NH na bázi Lukosilu 200 X na panelu

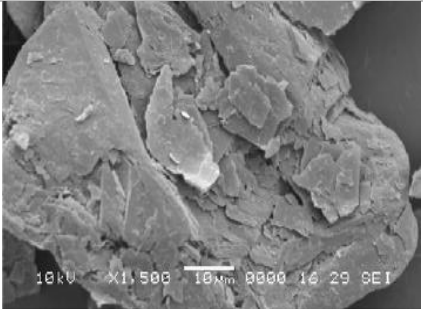
OKP [%]	Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE^*
30 (Zn)	50	204	APF85, KF15	–
	100	182	APF75, KF25	0,38
	150	150	APF90, KF10	0,13
	200	135	APF85, KF15	0,58
	250	122	KF25, AFL75	1,88
	300	72	AFL100	4,1
	350	138	AFL100	4,64
30 (Zn) 5 (PANI)	50	128	APF80, KF20	–
	100	158	APF80, KF20	0,06
	150	205	APF65, KF45	0,96
	200	134	APF15, AFL85	1,5
	250	150	AFL100	2,27
30 (Zn) 10 (PANI)	50	201	KF100	–
	100	260	APF25, KF75	1,43
	150	118	APF70, KF30	1,53
	200	80	AFL100	2,05
	250	87	AFL100	3,59
30 (Zn) 15 (PANI)	50	128	APF20, KF80	–
	100	263	APF75, KF25	0,68
	150	150	APF85, KF15	1,26
	200	121	AFL100	2,38
	250	93	AFL100	3,21

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

4.4 Grafit

V tabulce 4.15 jsou uvedeny výsledky fyzikálně-chemické vlastnosti grafitu a na obrázku 4.5 je uveden obrázek tohoto pigmentu pořízený elektronovým mikroskopem.

Tabulka 4.15: Fyzikálně-chemické vlastnosti grafitu

Hustota	2,30 g·cm ⁻³	
Olejové číslo	59,75 g / 100g pigmentu	
KOKP	39,83 %	
pH (32. den)	7,77	
Vodivost (32. den)	12 µS·cm ⁻¹	

Obrázek 4.5: Částice grafitu

4.4.1 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na skle

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na skle jsou uvedeny v tabulce 4.16. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na skle jsou uvedeny v tabulce 4.17.

Tabulka 4.16: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [µm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
		20°	60°	85°		
50	80	0,3	1,0	1,6	0	32,5
100	80	0,3	1,0	1,6	1	27,6
150	80	0,3	1,0	1,6	1	26,6
200	80	0,3	1,0	1,5	0	26,2
250	80	0,3	1,0	1,6	1	25,3
300	80	0,3	1,0	1,7	1	24,0
350	80	0,3	1,0	1,6	1	22,2
400	80	0,3	1,0	1,7	1	19,9
450	80	0,3	1,0	1,7	1	32,0
500	80	0,3	1,0	1,6	1	34,8
550	80	0,3	1,0	1,0	1	32,6

Tabulka 4.17: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
		20°	60°	85°		
50	60	0,2	1,0	1,7	0	13,8
100	60	0,2	1,0	1,7	0	18,7
150	60	0,3	1,0	1,7	1	27,8
200	60	0,2	1,0	1,7	0	24,0
250	75	0,2	1,0	1,7	0	24,1
300	75	0,2	1,0	1,7	0	25,9
350	70	0,3	1,0	1,7	0	27,7

4.4.2 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na ocelovém panelu

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.18 a 4.19. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.20 a 4.21.

Tabulka 4.18: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	110	7,32	80	<4	0	94
100	110	4,90	40	8	1	71
150	110	4,3/	70	19	0	61
200	110	4,29	70/	13	1	64
250	100	4,64	70	12	0	46
300	100	2,35	70	10	1	66
350	100	2,45	60	32	1	50
400	90	4,37	50	32	1	53
450	90	3,48	40	32	1	48
500	90	2,22	40	32	2	41
550	90	2,41	10	32	5	14

Tabulka 4.19: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s grafitem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE^*
50	148	AFL10, KF90	–
100	154	KF100	0,09
150	181	APF3, KF97	0,38
200	173	KF100	0,31
250	265	KF100	0,71
300	236	KF100	1,58
350	211	APF3, KF97	1,07
400	138	APF5, KF95	0,96
450	115	KF100	1,25
500	162	KF95, AFL5	0,42
550	87	APF80, KF20	2,02

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

Tabulka 4.20: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	90	9,29	100	<4	0	99
100	90	8,86	90	<4	2	91
150	90	8,34	90	5	0	95
200	90	9,29	100	5	0	98
250	90	6,18	100	5	0	93
300	90	5,57	90	10	0	80
350	90	4,45	80	13	0	68
400	80	5,85	70	4	0	89
450	70	5,9	70	6	0	88
500	60	4,56	70	8	0	81
550	60	5,13	50	8	0	76

Tabulka 4.21: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s grafitem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

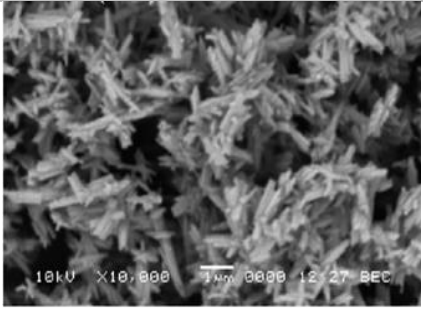
Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE^*
50	200	APF25, KF70, AFL5	–
100	191	APF15, KF85	1,36
150	269	APF10, KF90	1,39
200	315	APF5, KF95	1,41
250	311	KF100	1,14
300	316	KF100	1,09
350	332	APF3, KF97	1,35
400	279	KF100	1,55
450	286	KF100	3,65
500	110	KF100	4,57
550	93	KF100	5,84

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

4.5 Bayferrox

V tabulce 4.22 jsou uvedeny výsledky fyzikálně-chemické vlastnosti Bayferroxu a na obrázku 4.6 je uveden obrázek tohoto pigmentu pořízený elektronovým mikroskopem.

Tabulka 4.22: Fyzikálně-chemické vlastnosti Bayferroxu

Hustota	4,10 g·cm ⁻³	
Olejové číslo	32,20 g / 100g pigmentu	
KOKP	40,80 %	
pH (32. den)	5,86	
Vodivost (32. den)	279 μS·cm ⁻¹	

Obrázek 4.3: Částice Bayferroxu

4.5.1 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na skle

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na skle jsou uvedeny v tabulce 4.23. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na skle jsou uvedeny v tabulce 4.24.

Tabulka 4.23: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrдость [%]
		20°	60°	85°		
50	65	43,8	88,1	92,9	2	32,5
100	60	14,5	60,7	89,7	1	42,4
150	65	11,3	51,0	83,7	4	37,0
200	60	19,0	58,4	85,9	1	40,8
250	60	25,7	75,4	93,0	0	44,8

Tabulka 4.24: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
		20°	60°	85°		
50	50	3,0	36,9	67,8	2	19,0
100	50	2,6	34,0	66,9	2	24,6
150	50	2,5	33,0	65,9	3	29,3
200	50	4,8	40,0	67,6	2	30,8
250	50	5,1	38,2	71,6	1	32,6
300	40	5,5	36,7	71,8	2	30,1
350	40	5,5	36,4	67,4	3	26,6

4.5.2 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na ocelovém panelu

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.25 a 4.26. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.27 a 4.28.

Tabulka 4.25: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	90	6,17	10	4	4	55
100	90	1,7	3	32	3	23
150	90	1,88	5	32	5	10
200	90	1,86	10	32	3	24
250	80	1,81	5	32	5	10

Tabulka 4.26: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s Bayferroxem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE*
50	105	APF60, KF40	–
100	110	APF75, KF25	2,82
150	126	APF80, KF20	3,09
200	126	APF80, KF20	2,39
250	82	AFL100	30,17

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

Tabulka 4.27: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	70	8,86	30	<4	2	77
100	70	8,30	20	<4	2	74
150	70	6,81	10	6	3	61
200	70	5,08	20	12	3	45
250	70	5,53	10	32	1	44
300	60	2,67	20	32	1	39
350	60	1,99	20	32	3	29

Tabulka 4.28: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s Bayferroxem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

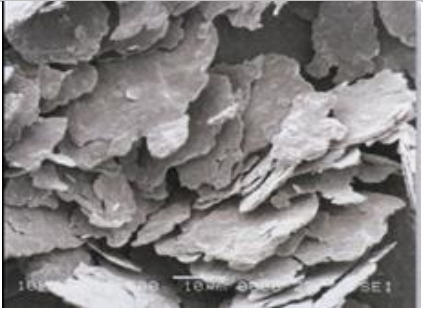
Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE*
50	128	APF40, KF60	–
100	101	APF80, KF20	2,95
150	95	APF65, KF35	4,3
200	108	APF90, KF5, AFL5	3,12
250	73	APF5, KF10, AFL85	29,03
300	70	KF3, AFL97	33,31
350	93	KF3, AFL97	28,89

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

4.6 Hliník

V tabulce 4.29 jsou uvedeny výsledky fyzikálně-chemické vlastnosti hliníku a na obrázku 4.7 je uveden obrázek tohoto pigmentu pořízený elektronovým mikroskopem.

Tabulka 4.29: Fyzikálně-chemické vlastnosti pigmentu grafitu

Hustota	2,69 g·cm ⁻³	
Olejové číslo	36,99 g / 100g pigmentu	
KOKP	47,80 %	
pH (32. den)	4,88	
Vodivost (32. den)	81 μS·cm ⁻¹	

Obrázek 4.7: Částice Hliníku

4.6.1 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na skle

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na skle jsou uvedeny v tabulce 4.30. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na skle jsou uvedeny v tabulce 4.31.

Tabulka 4.30: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdość [%]
		20°	60°	85°		
50	80	4,3	22,5	9,4	0	26,3
100	75	4,4	23,6	10,1	0	24,7
150	75	4,6	25,2	10,4	1	37,9
200	75	4,7	26,3	11,2	2	33,5
250	75	5,0	27,7	12,0	1	37,4

Tabulka 4.31: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 % na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrдость [%]
		20°	60°	85°		
50	60	6,2	37,7	18,2	1	11,2
100	60	6,4	39,3	18,3	0	18,2
150	60	6,7	42,3	19,0	1	32,2
200	60	7,1	45,1	20,2	2	35,3
250	60	7,7	48,8	20,1	2	36,9
300	60	7,9	50,0	20,9	1	41,1
350	60	7,6	48,8	20,6	3	40,4

4.6.2 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na ocelovém panelu

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil M 130 na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.32 a 4.33. Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek pigmentovaného pojiva Lukosil 200 X na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.34 a 4.35.

Tabulka 4.32: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	110	8,02	30	8	1	74
100	110	2,98	40	13	0	55
150	100	2,52	20	32	2	34
200	100	2,16	10	32	2	31
250	100	1,92	10	32	1	34
300	90	1,89	5	32	1	32
350	80	2,23	5	32	5	12

Tabulka 4.33: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu M 130 s hliníkem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE*
50	107	KF100	–
100	93	KF100	0,48
150	113	APF5, KF40, AFL55	0,84
200	55	AFL100	0,85
250	39	AFL100	1,1
300	40	KF80, AFL100	0,98

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

Tabulka 4.34: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	80	8,79	70	<4	0	94
100	80	8,60	60	<4	0	67
150	80	3,08	20	32	2	37
200	80	2,06	20	32	1	38
250	70	1,90	10	32	1	34
300	70	1,96	20	32	1	37
350	60	1,88	10	32	1	33

Tabulka 4.35: Fyzikálně-mechanické zkoušky Lukosilu 200 X s hliníkem při OKP = 30 % na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE*
50	96	KF100	–
100	93	KF100	0,48
150	107	KF100	0,66
200	44	KF100	0,87
250	57	AFL100	1,05
300	103	AFL100	1,03
350	131	AFL100	1,01

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

4.7 Termostal 600 (stříbrná)

4.7.1 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na skle

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek komerční nátěrové hmoty Termostal 600 na skle jsou uvedeny v tabulce 4.36.

Tabulka 4.36: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termostalu 600 na skle

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Lesk			Stupeň přilnavosti [°]	Tvrdost [%]
		20°	60°	85°		
50	40	3,7	19,0	6,8	3	24,1
100	40	3,3	16,3	5,4	2	23,9
150	40	3,0	14,5	4,8	1	23,5
200	40	2,9	14,0	4,9	2	28,7
250	40	2,9	13,9	4,9	1	22,9
300	40	3,0	14,3	4,8	1	22,2
350	40	2,9	14,0	4,8	3	22,2

4.7.2 Fyzikálně-mechanické zkoušky připravených nátěrových hmot na ocelovém panelu

Výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek komerční nátěrové hmoty Termostal 600 na ocelovém panelu jsou uvedeny v tabulkách 4.37 a 4.38.

Tabulka 4.37: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termostalu 600 na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Tloušťka filmu [μm]	Hloubení [mm]	Úder [cm]	Ohyb [mm]	Stupeň přilnavosti [°]	Celková fyz.-mech. odolnost [%]
50	60	2,54	10	32	1	36
100	60	1,87	10	32	2	30
150	60	1,76	10	32	1	33
200	60	2,38	20	32	1	39
250	60	2,19	20	32	1	38
300	50	2,21	20	32	0	40
350	40	2,35	30	32	0	44
400	40	2,41	20	32	0	41
450	40	2,04	20	32	0	40
500	40	2,01	20	32	0	40
550	40	1,95	20	32	0	40

Tabulka 4.38: Fyzikálně-mechanické zkoušky Termotalu 600 na ocelovém panelu

Teplota výpalu [°C]	Síla odtrhu [N]	Typ lomu [%]	Změna barevnosti ΔE^*
50	101	APF5, KF95	–
100	79	APF10, KF90	0,43
150	168	KF100	0,17
200	143	KF100	0,32
250	142	AFL100	0,52
300	114	KF100	0,98
350	125	KF100	1,46
400	75	KF100	1,3
450	100	KF100	1,18
500	113	KF90, AFL10	4,35
550	82	KF90, AFL10	8,36

APF = Adhezní lom panel / film, KF = Kohezní lom, AFL = Adhezní lom film / lepidlo

5 DISKUZE

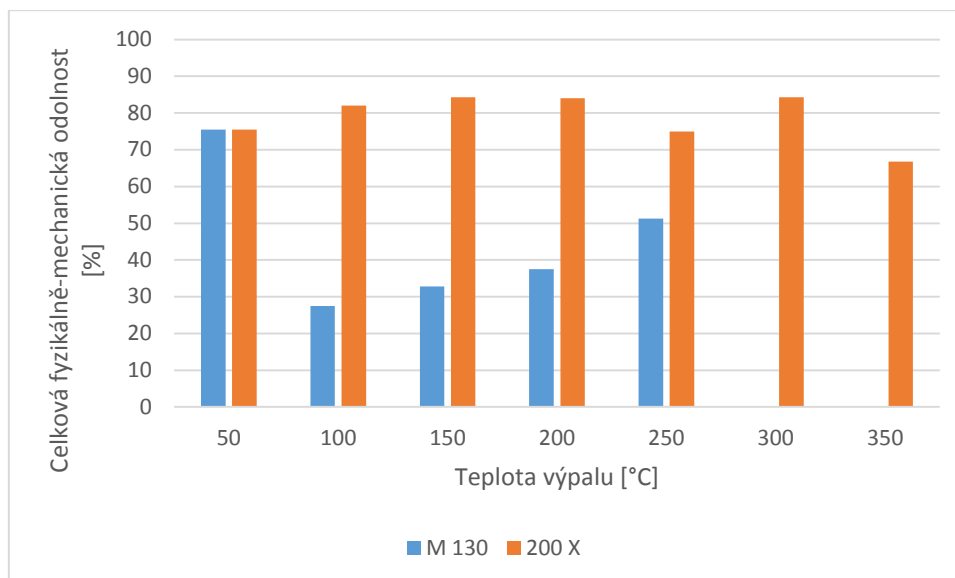
5.1 Vyhodnocení studia nepigmentovaných pojiv

Byly provedeny zkoušky na skle i ocelových panelech Lukosilu M 130 a Lukosilu 200 X. Také byly stanoveny jejich sušiny a to u methylsilikonové pryskyřice s průměrným výsledkem 55 % a u methylfenylsilikonové pryskyřice s průměrným obsahem sušiny 51 %. Drobným problémem byla částečná slévavost methylsilikonové pryskyřice (Lukosil M 130), která se po pigmentaci již neprojevovala. Při zkoumání nepigmentovaných pojiv bylo jasně znatelné, že Lukosil M 130 není příliš vhodný na vypalování vyšších teplot, než 250 °C. Při překročení této teploty výpalu degradoval. Jeho výsledky po vypálení na 100 °C také nebyly příliš uspokojivé, obzvláště jeho přilnavost nebyla dostačující. Tento problém se s vyššími teplotami výpalů zlepšoval. Lukosil M 130 ale dosahoval vysokých hodnot při stanovení tvrdosti. Nátěry Lukosilu 200 X dosáhly v porovnání s nátěry Lukosilu M 130 lepších výsledků. Nátěry Lukosilu 200 X se chovaly pružněji a degradovaly až při teplotě výpalu na 400 °C.

U nátěrů Lukosilu M 130 na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru do teploty výpalu 200 °C. Na ocelovém panelu hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu kolísaly.

U nátěrů Lukosilu 200 X na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly.

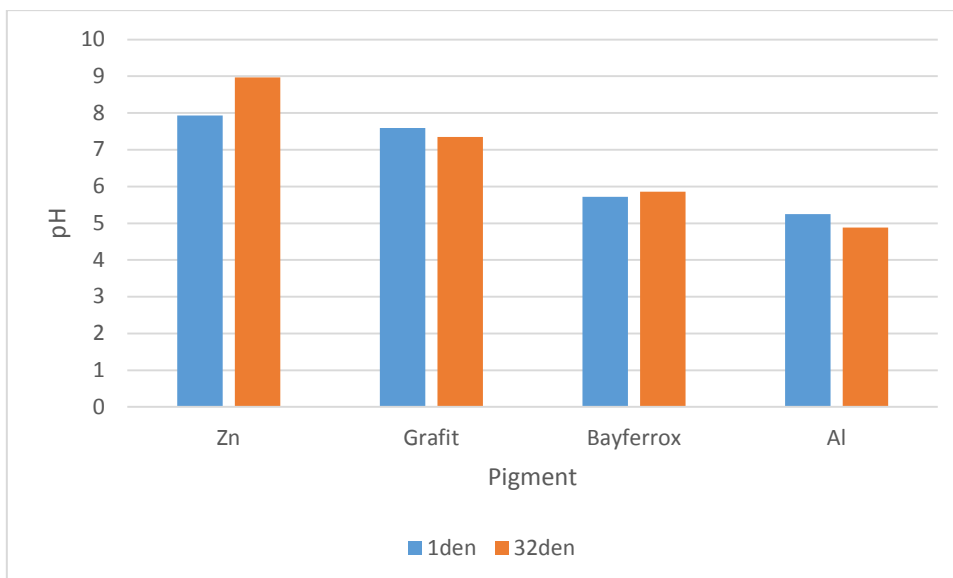
Jak je zřejmé z obrázku 5.1 nátěr Lukosil M 130 dosáhl po teplotě výpalu na 50 °C hodnoty celkové fyzikálně-mechanické odolnosti 76 %, stejně jako nátěr Lukosilu 200 X. Nátěr Lukosilu 200 X však ještě při této teplotě výpalu nebyl vytvrzen. Při vyšších teplotách výpalu dosáhly nátěry Lukosilu 200 X vyšších hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, v porovnání s nátěry Lukosilu M 130.



Obrázek 5.1: Celková fyzikálně-mechanická odolnost nepigmentovaných pojiv

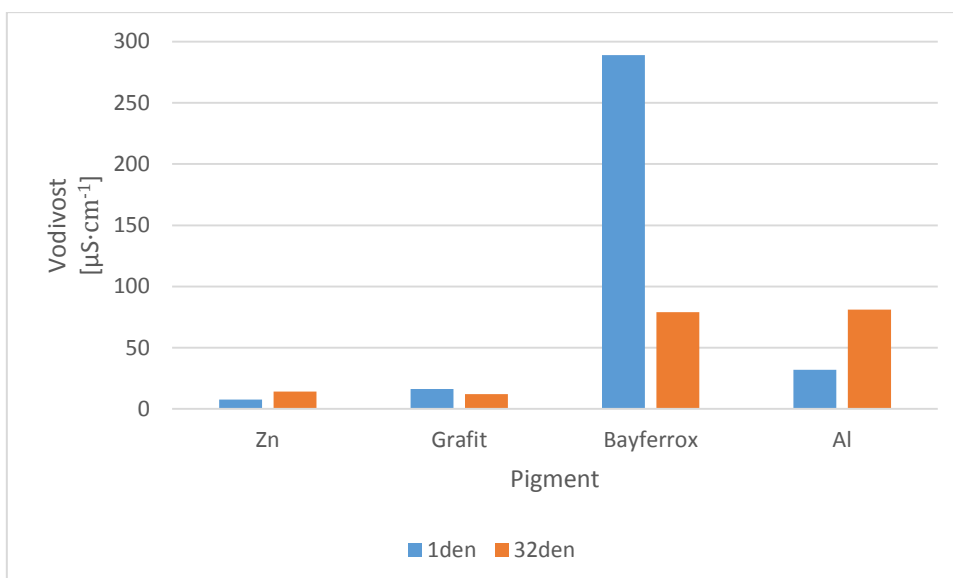
5.2 Vyhodnocení studia pigmentů

U všech použitých pigmentů bylo provedeno stanovení hustoty, spotřeby oleje, KOKP, pH a elektrické vodivosti vodných výluhů. Po dobu 32 dnů probíhalo měření pH vodných suspenzí. Hodnoty pH pigmentů, které jsou znázorněny v obrázku 5.2, mírně rostly u zinku a Bayferroxu, u grafitu a hliníku se mírně snižovaly. Nejvíce zásadité pH bylo pozorováno u zinku a pH nejvíce kyselé bylo pozorováno u hliníku. Hodnota pH PANI byla první den 7,39 a poslední den 7,35, čili se prakticky neměnila. Tento výsledek tedy potvrzuje, že převedení vodivé formy PANI na formu nevodivou bylo řádně provedeno. Pokud by tomu tak nebylo a nevodivá forma PANI by obsahovala i vodivou formu PANI, bylo by pozorováno snížení hodnoty pH. Toto snížení pH by bylo způsobeno deprotonací vodivé formy PANI.



Obrázek 5.2: Hodnoty pH vodných výluhů pigmentů

Z výsledků vodivosti, které jsou znázorněny v obrázku 5.3 vyplývá, že vyšších hodnot nabýval pigment Bayferrox. S postupem času ale Bayferrox hodnotu vodivosti ztrácel a dostal se na stejnou hodnotu, jako hliník, u kterého se naopak hodnota vodivosti zvyšovala. Hodnoty vodivosti zinku a grafitu byly po celou dobu nízké, u zinku se hodnota vodivosti s časem mírně zvýšila a u grafitu se mírně snížila. PANI nebyl zařazen do obrázku 5.3, jelikož jeho vodivost byla v porovnání s ostatními pigmenty minimálně 100 x vyšší.



Obrázek 5.3: Hodnoty vodivosti vodných výluhů pigmentů

5.3 Vyhodnocení studia pigmentovaných nátěrových hmot

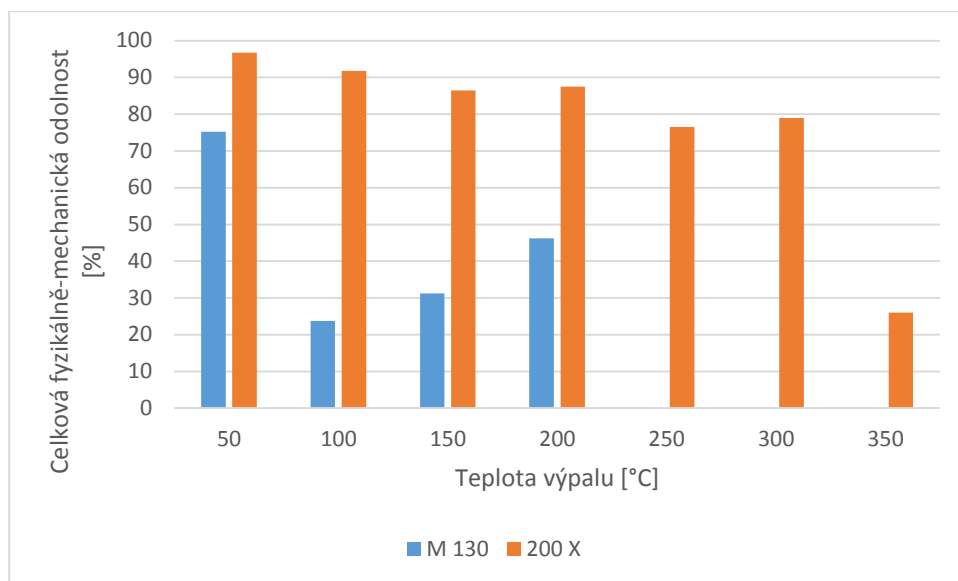
Celkem bylo testováno 14 připravených nátěrových hmot a dále jedna komerční nátěrová hmota (Termostal 600), která sloužila jako standartní nátěrová hmota. Pojiva se s pigmenty dobře snášela a u Lukosilu M 130 došlo k výraznému zlepšení slévavosti a nízké viskozity. Všech 17 nátěrových hmot bylo testováno na skle i ocelových panelech, a to vždy po výpalu na určitou teplotu.

5.3.1 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem zinku při OKP = 30 %

U nátěru Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % byla pozorována nejnižší termická odolnost v porovnání s ostatními pigmentovanými nátěrovými hmotami. Kdy při 250 °C již film zdegradoval (popraskal a ztratil přilnavost). Při 50 °C nátěr ještě nebyl vytvrzen, proto se jevil jako velmi odolný. Při 100 °C již vytvrdnul a došlo k snížení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti na hodnotu 24 %. S následující rostoucí teplotou výpalu se až do jeho degradace celková fyzikálně-mechanická odolnost postupně zlepšovala a po teplotě výpalu na 200 °C dosáhla hodnoty 46 %. Výsledky celkové fyzikálně-mechanické odolnosti těchto nátěrů jsou uvedeny v obrázku 5.4. U tohoto nátěru na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu ke snižování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 200 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti.

U nátěru Lukosilu 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % dosahovaly výsledky celkové fyzikálně-mechanické odolnosti vysokých hodnot, které převyšovali 75 %. Nátěr byl pružný a snášel dobře výpal až do teploty 350 °C. Jeho celková fyzikálně-mechanická odolnost se s rostoucí teplotou výpalu mírně snižovala a při teplotě výpalu 350 °C již nastal výrazný pokles celkové fyzikálně-mechanické odolnosti. Výsledky celkové fyzikálně-mechanické odolnosti těchto nátěrů jsou uvedeny v obrázku 5.4. U tohoto nátěru na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 200 °C

menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při 250 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a nad teplotu výpalu 300 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.



Obrázek 5.4: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných zinkem (OKP = 30 %)

5.3.2 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10 % a 15 %

U nátěru s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10 % a 15 % byla stanovena maximální teplota výpalu 250 °C, jelikož nad teplotou 250 °C PANI degraduje a způsobuje vznik mikroskopických trhlinek ve zkoumaném filmu. Tato skutečnost byla pozorována u všech nátěrových hmot, nezávisle na typu pojiva (Lukosil M 130 i Lukosil 200 X).

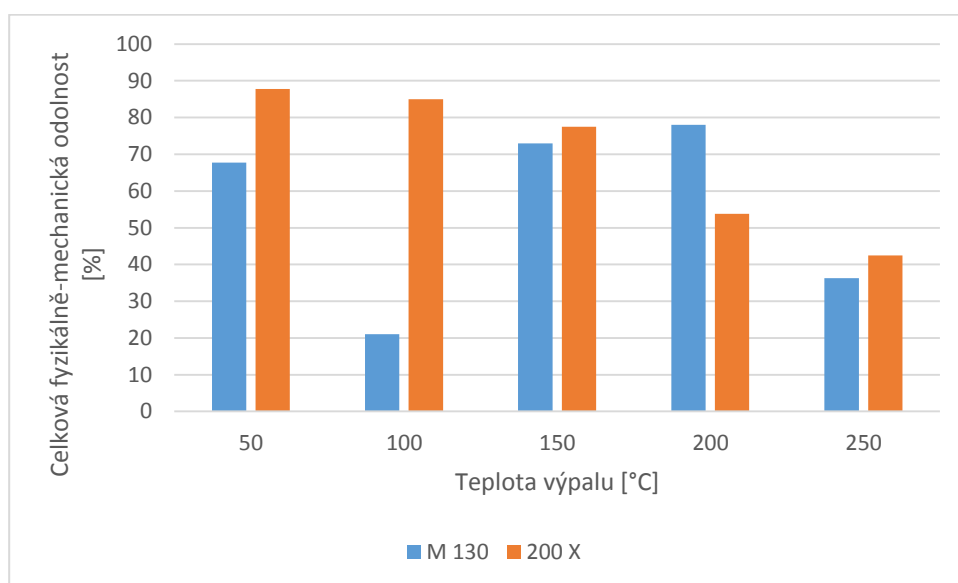
5.3.2.1 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %

U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % bylo pozorováno při teplotách výpalu nad 100 °C zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí

teplotou výpalu zvyšovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 100 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Nad teplotu výpalu 150 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

U nátěrů Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % bylo pozorováno při všech teplotách výpalu snížení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U tohoto nátěru na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu kolísaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 150 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při 200 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a nad teplotu výpalu 250 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

Jak je zřejmé z obrázku 5.5 nátěr Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % při teplotě výpalu 150 a 250 °C téměř dosáhl na hodnotu celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, které dosáhl nátěr Lukosil 200 X s obsahem pigmentu Zn při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %. Navíc tento nátěr M130 s PANI při OKP = 5 % vypálený na 200 °C dosáhl vyšší fyzikálně-mechanické odolnosti, nežli Lukosil 200 X s PANI při OKP = 5 %.



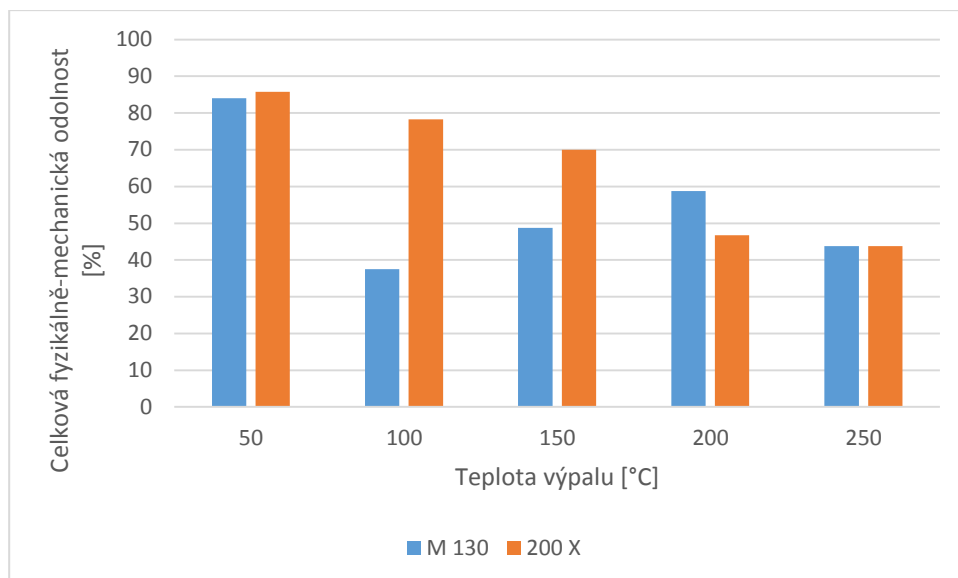
Obrázek 5.5: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných zinkem (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 5 %)

5.3.2.2 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 10 %

U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 10 % bylo pozorováno při všech teplotách výpalu zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 10 % bylo pozorováno na ocelovém panelu i na skle s rostoucí teplotou výpalu zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu zvyšovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 100 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Nad teplotu výpalu 150 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

U nátěrů Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % bylo pozorováno při všech teplotách výpalu snížení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U tohoto nátěru na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 150 °C 1-2, tudíž došlo k malé změně barevnosti. Nad teplotu výpalu 200 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

Jak je zřejmé z obrázku 5.6 nátěr Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 10 % při teplotě výpalu 200 °C dosáhl vyšší fyzikálně-mechanické odolnosti, nežli Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a s PANI při OKP = 10 %.



Obrázek 5.6: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných zinkem (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 10 %)

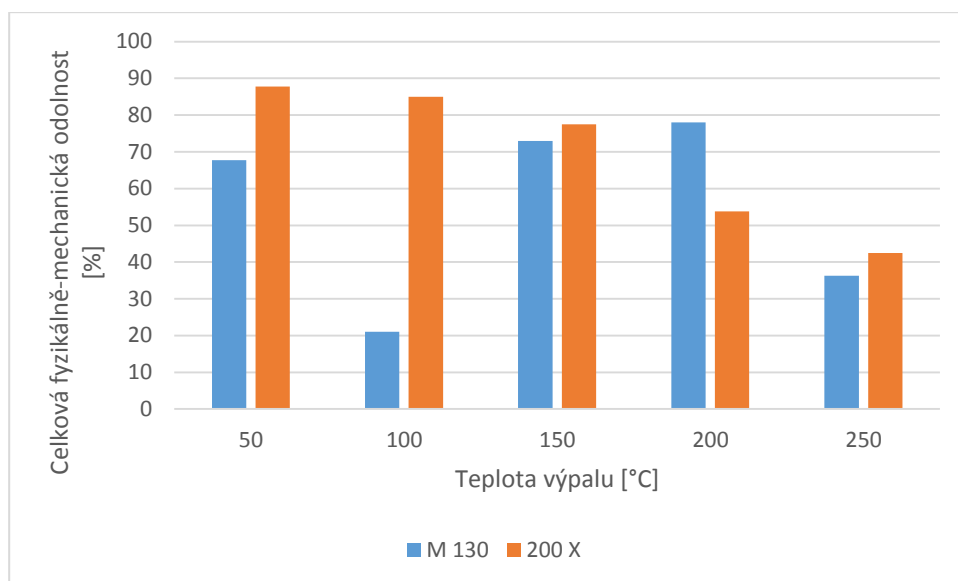
5.3.2.3 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 15 %

U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 15 % bylo pozorováno při všech teplotách výpalu zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 15 % bylo pozorováno na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu téměř neměnily a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 150 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při 200 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a při teplotě výpalu 250 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

U nátěrů Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 % bylo pozorováno při všech teplotách výpalu snížení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI. U tohoto nátěru na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu zvyšovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 100 °C menší

než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při 150 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a nad teplotu výpalu 200 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

Jak je zřejmé z obrázku 5.7 nátěr Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 15 % při teplotě výpalu 200 °C dosáhl vyšší fyzikálně-mechanické odolnosti, nežli Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a s PANI při OKP = 15 %.



Obrázek 5.7: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných zinkem (OKP = 30 %) a PANI (OKP = 15 %)

5.3.3 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem grafitu při OKP = 30 %

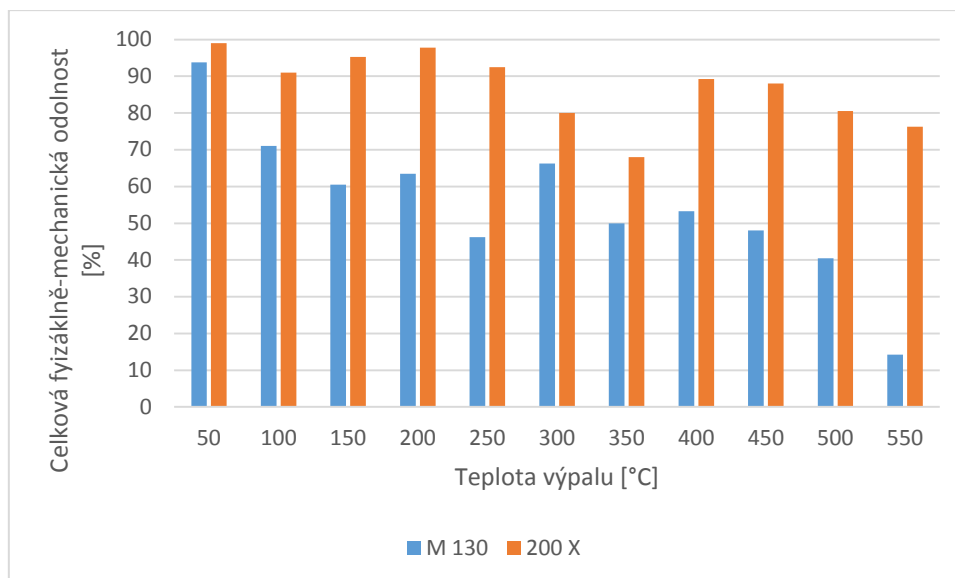
Grafit se v obou pojivech choval po stránce termické odolnosti nejlépe ze všech v této práci zkoumaných pigmentů. U nátěrů obou pojiv s obsahem grafitu při OKP = 30 % na ocelových panelech nebyly pozorovány ani po maximální teplotě výpalu 550 °C známky degradace. Na skle tuto teplotu výpalu vydržel pouze nátěr Lukosilu M 130 s obsahem grafitu při OKP = 30 %. Nátěr Lukosil 200 X s obsahem grafitu při OKP = 30 % na skle však nezdegradoval, došlo pouze k absolutní ztrátě přilnavosti a nátěr se v celku oddělil od skla. Pravděpodobně by obě nátěrové hmoty na ocelových panelech nedegradovaly ani při vyšších teplotách výpalu, ale teplota 550 °C byla v tomto experimentu maximální. Nátěry Lukosilu 200 X s obsahem grafitu při OKP = 30 % měly vyšší hodnoty

celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, které mírně kolísaly a byly vždy velmi vysoké. U nátěrů Lukosilu M 130 s obsahem grafitu při OKP = 30 % při teplotě výpalu 550 °C došlo k výraznému poklesu celkové fyzikálně-mechanické odolnosti.

U nátěrů Lukosilu M 130 s obsahem grafitu při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle nedocházelo ke změnám hodnot lesku, ale docházelo k snižování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu zvyšovaly do 300 °C, dále se snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 300 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při 350 až 500 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a při teplotu výpalu 550 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

nátěr Lukosilu 200 X s obsahem grafitu při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle nedocházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle nedocházelo ke změnám hodnot lesku, ale docházelo k zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu zvyšovaly do 350 °C, dále se snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 400 °C 1-2, tudíž došlo k malé změně barevnosti. Nad teplotu výpalu 450 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.

Jak je zřejmé z obrázku 5.8 nátěry Lukosilu M 130 s obsahem grafitu při OKP = 30 % dosáhl při všech teplotách výpalu v porovnání s nátěry Lukosilu 200 X s obsahem grafitu při OKP = 30 % nižších hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti.



Obrázek 5.8: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných grafitem (OKP = 30 %)

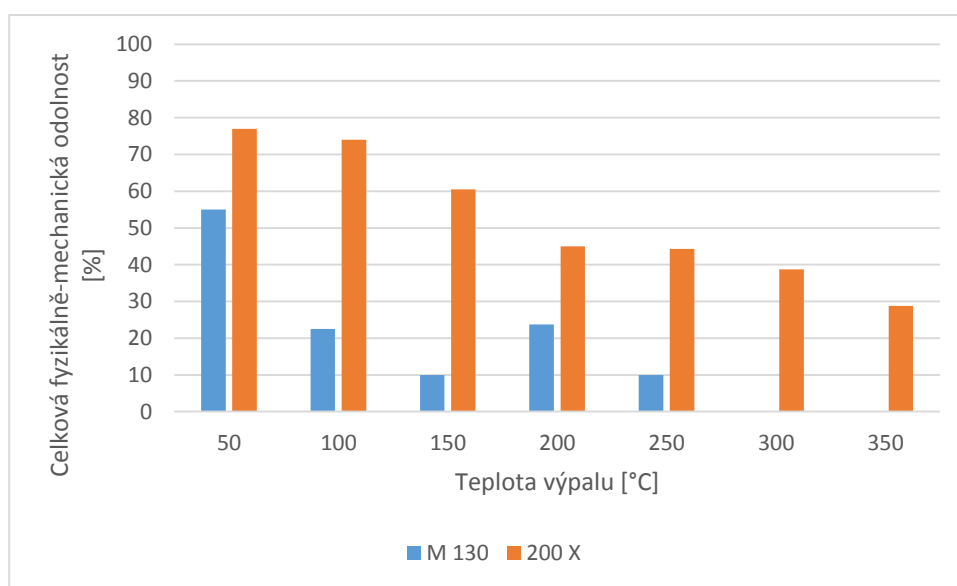
5.3.4 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 %

Nátěry Lukosilu M 130 s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % lze na základě výsledků celkové fyzikálně-mechanické odolnosti považovat za nátěry méně odolné. Jejich celková fyzikálně-mechanická odolnost nad teplotou výpalu 50 °C nepřesáhla hodnotu 25 %. Film byl lesklý a měl sytou žlutou barvu až do teploty 200 °C. U nátěrů Lukosilu M 130 s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k snižování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu zvyšovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 200 °C větší než 2, tudíž docházelo k výrazné změně barevnosti. Při 250 °C byla změna ΔE^* kolem 30. Tuto výraznou změnu lze vysvětlit přechodem žluté barvy pigmentu na červenou barvu pigmentu.

Nátěry Lukosilu 200 X s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % dosahovaly podstatně vyšších hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti. U nátěrů Lukosilu 200 X s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % docházelo s teplotou výpalu k poklesu jeho celkové fyzikálně-mechanické odolnosti. U nátěrů Lukosilu 200 X s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle nedocházelo ke změnám hodnot lesku, ale docházelo zvyšování tvrdosti

nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 200 °C větší než 2, tudíž docházelo k výrazné změně barevnosti. Při 250 až 350 °C byla změna ΔE^* kolem 30, tedy došlo k přechodu barvy žluté na barvu červenou.

Jak je zřejmé z obrázku 5.9 nátěry Lukosilu M 130 s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % dosáhl při všech teplotách výpalu v porovnání s nátěry Lukosilu 200 X s obsahem Bayferroxu při OKP = 30 % nižších hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti.



Obrázek 5.9: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných Bayferroxem (OKP = 30 %)

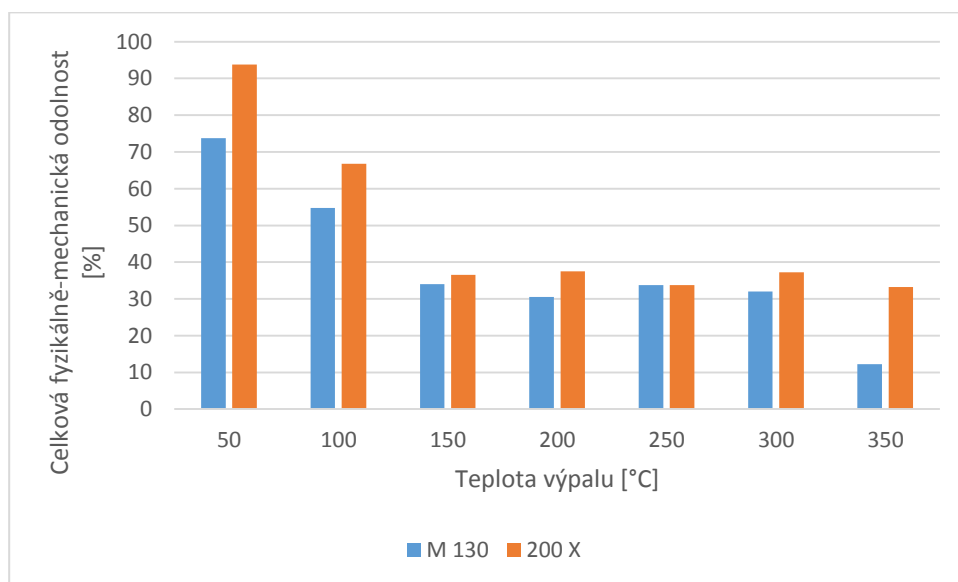
5.3.5 Vyhodnocení pigmentovaných nátěrových hmot s obsahem hliníku při OKP = 30 %

Nátěry Lukosilu M 130 s obsahem hliníku při OKP = 30 % byly sice velice křehké, snadno se lámaly a praskaly, ale jejich přilnavost byla velmi dobrá. Při rostoucí teplotě výpalu docházelo k poklesu celkové fyzikálně-mechanické odolnosti do teploty 150 °C, dále byly hodnoty obou téměř totožné a neměnné, až do teploty 350 °C, při které se u nátěrů Lukosilu M 130 s obsahem hliníku při OKP = 30 % snížila celková fyzikálně-mechanická odolnost. Tato změna nebyla u Lukosilu 200 X s obsahem hliníku při OKP = 30 % pozorována. Při 400 °C již nátěry s obsahem hliníku nezávisle na typu pojiva degradovaly.

U nátěrů Lukosilu M 130 s obsahem hliníku při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k zvyšování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 350 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Jen při teplotě 250 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti.

U nátěrů Lukosilu 200 X s obsahem hliníku při OKP = 30 % na ocelovém panelu i na skle docházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k zvyšování hodnot lesku a zvyšování tvrdosti nátěru. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu snižovaly do teploty 250 °C, od teploty 300 °C se opět zvyšovaly a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 200 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Při teplotách výpalu 250 až 350 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti.

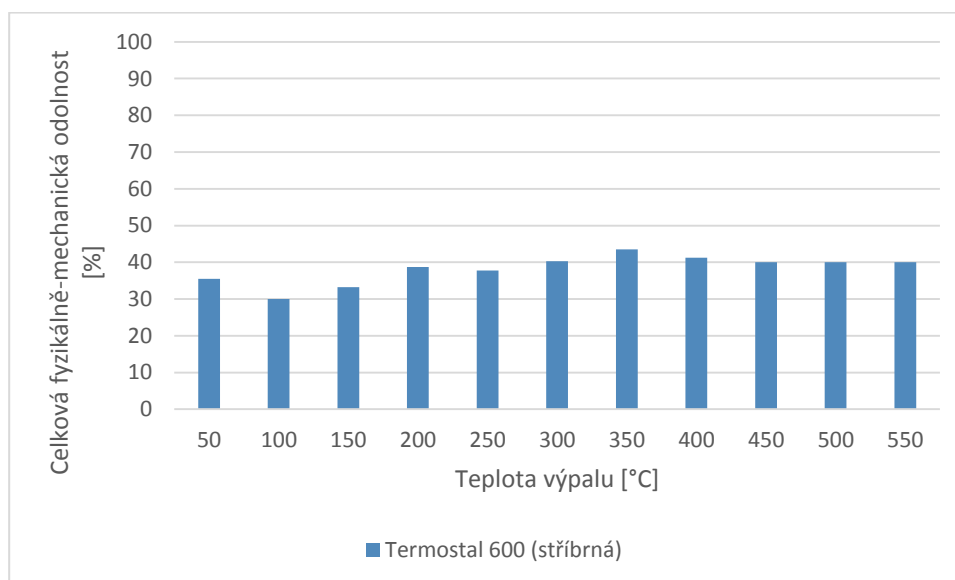
Jak je zřejmé z obrázku 5.10 nátěry Lukosilu M 130 s obsahem hliníku při OKP = 30 % dosáhl při všech teplotách výpalu v porovnání s nátěry Lukosilu 200 X s obsahem hliníku při OKP = 30 % nižších hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti.



Obrázek 5.10: Celková fyzikálně-mechanická odolnost pojiv pigmentovaných hliníkem (OKP = 30 %)

5.4 Vyhodnocení komerční nátěrové hmoty

Komerční nátěrová hmota Termostal 600 (stříbrná), která sloužila jako srovnávací nátěrová hmota, měla na ocelových panelech velmi dobré vlastnosti vyjímaje křehkosti, která u ní byla výrazná. Její výsledky termostability se velmi přiblížily výsledkům nátěrů, které obsahovaly grafit při OKP = 30 %. Na ocelových panelech i po maximální testované teplotě výpalu (550 °C) nejevila známky degradace. Na skle došlo u této nátěrové hmoty k degradaci po teplotě výpalu 400 °C. Dále je z obrázku 5.11 zřejmé, že po celou dobu Termostal 600 téměř neměnil svoje vlastnosti, tudíž ani celkovou fyzikálně-mechanickou odolnost. U nátěru Termostal 600 na ocelovém panelu i na skle nedocházelo s rostoucí teplotou výpalu k zmenšování tloušťky nátěru. Na skle docházelo k mírnému snižování hodnot lesku a nedocházelo ke změnám tvrdosti. Na ocelovém panelu se hodnoty síly odtrhu s rostoucí teplotou výpalu pohybovaly stále okolo 100 N a změna ΔE^* byla do teploty výpalu 300 °C menší než jedna, tudíž nedošlo k výrazné změně barevnosti. Po teplotách výpalu od 350 do 450 °C byla změna ΔE^* 1-2, tedy došlo k malé změně barevnosti a nad teplotu výpalu 500 °C docházelo k výrazné změně barevnosti, ΔE^* byla větší než 2.



Obrázek 5.11: Celková fyzikálně-mechanická odolnost komerční nátěrové hmoty Termostal 600

5.5 Přínosy bakalářské práce

- Při srovnání nátěrů pojiv Lukosilu M130 a Lukosilu 200 X nepigmentovaných i pigmentovaných bylo zjištěno, že nátěry pojiva Lukosil 200 X vykazují lepší celkové fyzikálně-mechanické odolnosti a dosahují vyšší termostability, než nátěry Lukosil M 130.
- U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10% i 15 % bylo pozorováno při teplotách výpalu nad 100 °C zlepšení fyzikálně-mechanických vlastnosti, v porovnání s povlaky s obsahem zinku, ale bez obsahu pigmentu PANI.
- U nátěrů Lukosil M 130 s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10 % i 15 % bylo pozorováno zvýšení jejich teplotní odolnosti o 50 °C v porovnání s nátěry s obsahem zinku při OKP = 30 %, ale bez obsahu pigmentu PANI.
- U nátěrů s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10 % a 15 % byla stanovena maximální teplota výpalu 250 °C, jelikož nad teplotou 250 °C PANI degraduje a způsobuje vznik mikroskopických trhlinek ve zkoumaných filmech. Tato skutečnost byla pozorována u všech nátěrových hmot, nezávisle na typu pojiva (Lukosil M 130 i Lukosil 200 X).
- U nátěrů Lukosil 200 X s obsahem zinku při OKP = 30 % a PANI při OKP = 5 %, 10 % i 15 % bylo pozorováno, že při všech teplotách výpalu dochází ke snížení celkové fyzikálně-mechanické odolnosti v porovnání s povlaky s obsahem zinku při OKP = 30 %, ale bez obsahu pigmentu PANI.
- Při testech nátěrových filmů pojiv s grafitem bylo zjištěno, že tyto pojiva dosahují vysoké termické stability na sklech i ocelových panelech, a to nejvyšší teploty výpalu v tomto experimentu (550 °C).
- Při porovnání komerční nátěrové hmoty Termostal 600 s připravenými nátěrovými hmotami s hliníkem bylo zjištěno, že Termostal 600 dosahuje vyšší termostability a stálosti hodnot celkové fyzikálně-mechanické odolnosti, které ale nabývaly nižších hodnot, než u filmů s hliníkem.

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zkoumat termickou odolnost a vybrané fyzikálně-mechanické vlastnosti pigmentů a připravených nátěrových hmot na bázi methylsilikonové a methylfenylsilikonové pryskyřice. Vybranými zkouškami fyzikálně-mechanických vlastností pro studium pigmentů bylo stanovení hustoty, stanovení olejového čísla a kritické objemové koncentrace pigmentu, stanovení hodnoty pH a elektrické vodivosti vodného výluhu pigmentů. Mezi metody hodnocení povlaků z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností bylo zařazeno měření tloušťky nátěrů, stanovení lesku nátěrových filmů, stanovení přilnavosti nátěrových filmů mřížkovou metodou, měření povrchové tvrdosti nátěrového filmu, stanovení odolnosti nátěrového filmu hloubením, při deformaci úderem a při ohybu, stanovení odtrhovou zkouškou a stanovení změny barevnosti.

Připravené nátěrové hmoty byly kombinací jednoho pojiva (methylsilikonové či methylfenylsilikonová pryskyřice) a jednoho až dvou pigmentů. Prvním pigmentem byl zinkový prach při OKP = 30 %, který byl zkoumán nejprve samostatně a poté byl třikrát kombinován s pigmentem PANI o různé objemové koncentraci a to při OKP = 5 %, OKP = 10 % a OKP = 15 %. Druhým zkoumaným pigmentem byl grafit o OKP = 30 %, třetím pigmentem byl práškový hliník při OKP = 30 % a posledním zkoumaným pigmentem byl oxid-hydroxid železitý. Navíc byla zkoumána komerční nátěrová hmota Termostal 600, což je modifikovaný silikonový nátěr s xylenem.

7 POUŽITÁ LITERATURA

1. BARTONÍČEK R.: *Navrhování protikorozi ochrany*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, (1980)
2. JARUŠEK J., KALENDA P., ŠŇUPAREK J., *Chemie Filmotvorných Látek*, Pardubice (1998), 1. vydání, 9788071941697
3. KALEDOVÁ A., KALENDA P.: *Technologie nátěrových hmot I., pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Pardubice (2004) 1. vydání, 9788071946915
4. MLEZIVA J., ŠŇUPÁREK J.: *Polymery (výroba, struktura, vlastnosti a použití)*. Praha: Sobotáles (2000) 2. vydání, 9788085920727
5. SCHWEITZER P. A.: *Corrosion of polymers and elastomers, Corrosion engineering handbook (2006) 2 vydání, 849382459*
6. VESELÝ P., BEZKOČKA K., LUČEBNÍ ZÁVODY A.S. KOLÍN, CZ: *Sborník referátů z XXXIX. Konference*. Seč u Chrudimi (2008) 1. vydání s. 17-21, ISBN 9788073950750
7. KEIMAN J. M.: *European Coatings Journal* (2007) 54
8. BAŽANT V., CHVALOVSKÝ V., RATHOUSKÝ J.: *Silikony, organokřemičité sloučeniny, jejich příprava, vlastnosti a použití*, Praha (1954) 1. Vydání
9. ŠULCOVÁ P.: *Vlastnosti anorganických pigmentů a metody jejich hodnocení*. Pardubice (2008) 2. Vydání, ISBN 9788073950576
10. KALEDOVÁ A.: *Technologie nátěrových hmot I., Pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*. Pardubice (2003) 1. vydání, 9788071945765
11. SVOBODA M.: *Protikorozi ochrana kovů organickými povlaky*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, (1985)
12. KOHL M., KALEDOVÁ A., STEJSKAL J.: *Progress in Organic Coatings* Volume 77 (2014) 512–517
13. KALEDOVÁ A.: *Progress in Organic Coatings* 46 (2003) 329-330.
14. TROJAN M., KALENDA P., ŠOLC Z.: *Technologie anorganických pigmentů*, Pardubice (2008) 2. vydání, 9788085113396
15. ŠKRABAN M., KALEDOVÁ A.: *Sborník referátů z XXXI. Konference*. Seč u Chrudimi (2000) s. 254-256, 1 vydání, 9788071942693
16. PROKEŠ P., KALEDOVÁ A.: *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 68 (2007) 1083–1086
17. PROKEŠ, J., NEŠPŮREK, S., STEJSKAL, J.: *Vodivé polymery. Inteligentní materiály pro nové století*. *Vesmír* 80 (2001) 35-38
18. PROKEŠ, J., STEJSKAL, J., OMASTKOVÁ, M.: *Polyanilin a polypyrrol – dva představitelé vodivých polymerů*. *Chemické listy* 95 (2001) 484-492
19. KALEDOVÁ A., VESELÝ D., KOHL M., STEJSKAL J.: *Progress in Organic Coatings* 78 (2015) 1–20

20. KOHL. M., KALEDOVÁ A.: *Progress in Organic Coatings* 86 (2015) 96–100
21. KALEDOVÁ A., VESELÝ D., STEJSKAL J., TRCHOVÁ M. *Progress in Organic Coatings* 63 (2008) 209–221
22. VESELÝ D., KALEDOVÁ A.: *Progress in organics* 62 (2008) 5-20
23. KALEDOVÁ A., VESELÝ D.: *Progress in Organic Coatings* 64 (2009) 5–19
24. GOLDSCHMIDT A., STREITBERGER HJ.: *BASF Handbook on Basics of Coating Technology*, Vincentz Network: Germany (2007) s. 345-401, ISBN 973-3-86630-903-6,

8 PŘÍLOHY

8.1 Vzorčky nepigmentovaných filmů na ocelových panelech

8.1.1 Nátěry pojiva Lukosil M 130



Tv = 50 °C



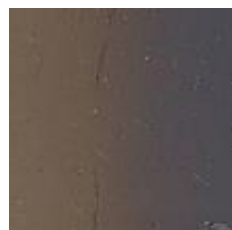
Tv = 100 °C



Tv = 150 °C



Tv = 200 °C



Tv = 250 °C



Tv = 300 °C

8.1.2 Nátěry pojiva Lukosil 200 X



Tv = 50 °C



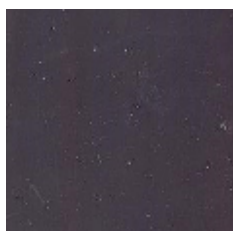
Tv = 100 °C



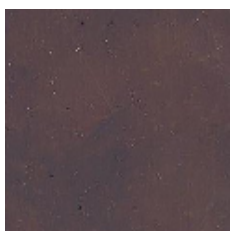
Tv = 150 °C



Tv = 200 °C



Tv = 250 °C



Tv = 300 °C



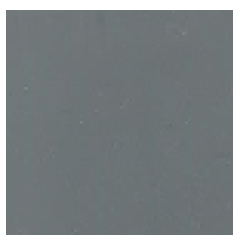
Tv = 350 °C



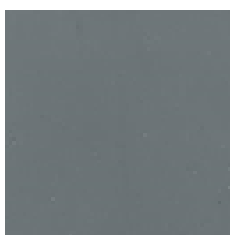
Tv = 400 °C

8.2 Vzorčky pigmentovaných nátěrových filmu na sklech

8.2.1 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Zn při OKP = 30 %



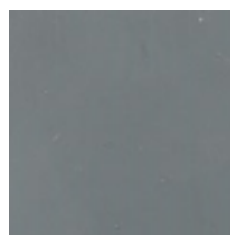
$T_v = 50\text{ °C}$



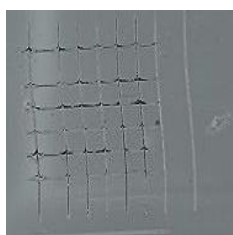
$T_v = 100\text{ °C}$



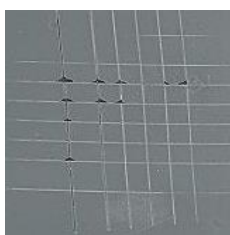
$T_v = 150\text{ °C}$



$T_v = 200\text{ °C}$



Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$



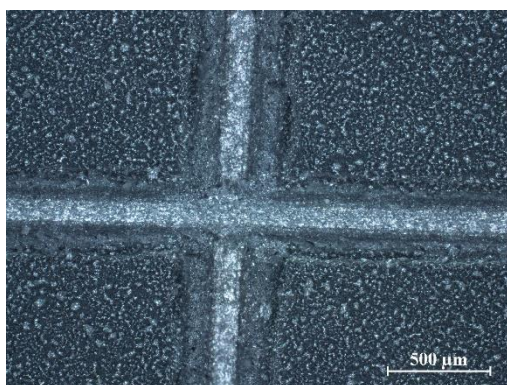
Přilnavost $T_v = 200\text{ °C}$



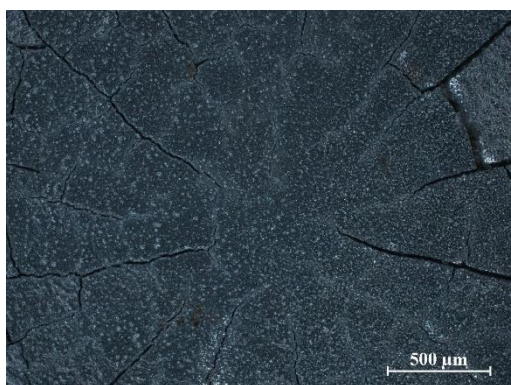
Odtrh $T_v = 200\text{ °C}$



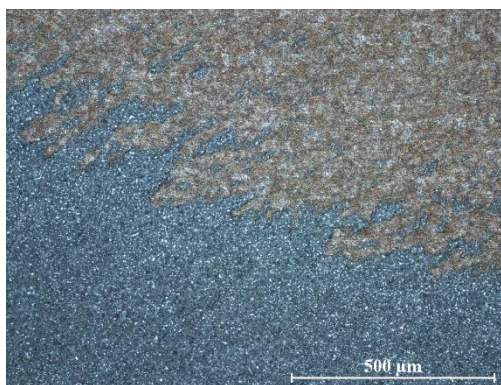
Odtrh $T_v = 200\text{ °C}$



Přilnavost po $T_v = 250\text{ °C}$



Hloubení po $T_v = 100\text{ °C}$



Odtrh po $T_v = 200\text{ °C}$

8.2.2 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Zn při OKP = 30 % a s pigmentem PANI při OKP = 5 %



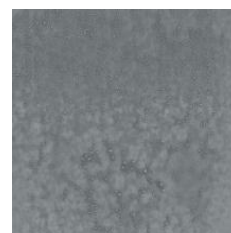
T_v = 50 °C



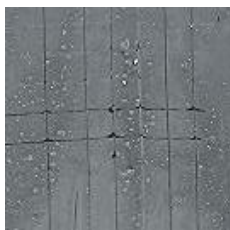
T_v = 100 °C



T_v = 150 °C



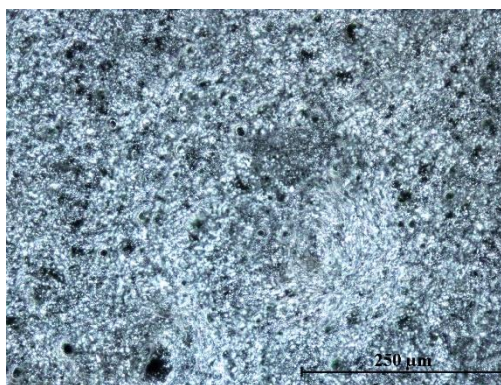
T_v = 200 °C



Přilnavost T_v = 50 °C



Přilnavost T_v = 200 °C



Degradace PANI po T_v = 250 °C

8.2.3 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Zn při OKP = 30 % a s pigmentem PANI při OKP = 10 %



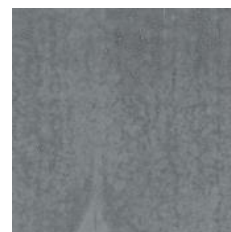
T_v = 50 °C



T_v = 100 °C



T_v = 150 °C



T_v = 200 °C



T_v = 250 °C

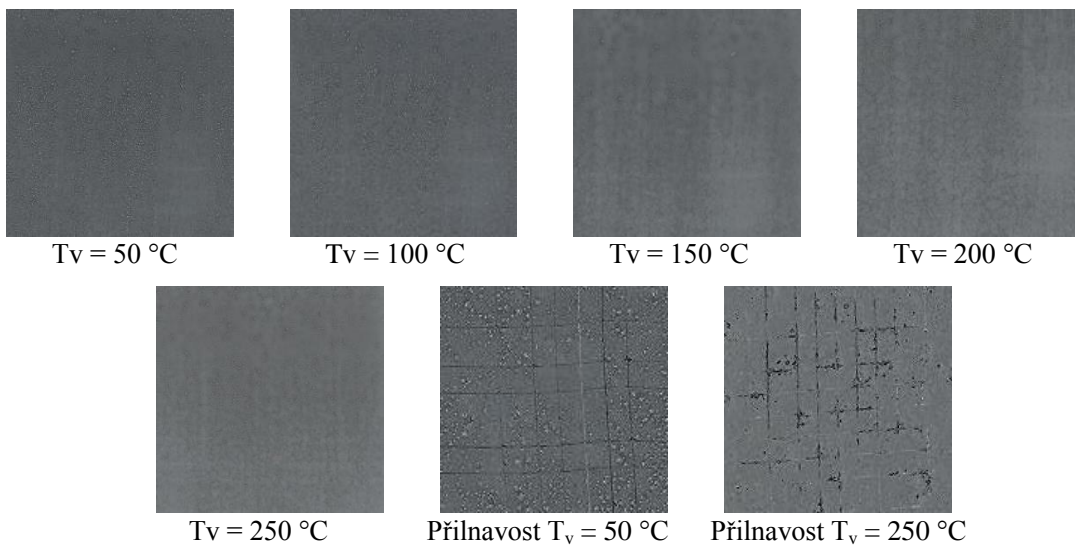


Přilnavost T_v = 50 °C

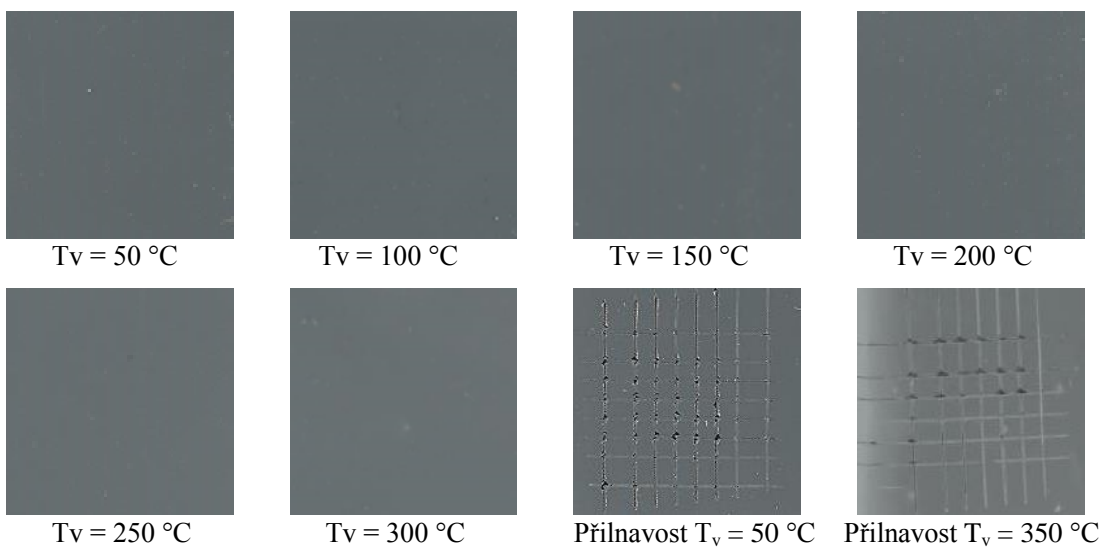


Přilnavost T_v = 250 °C

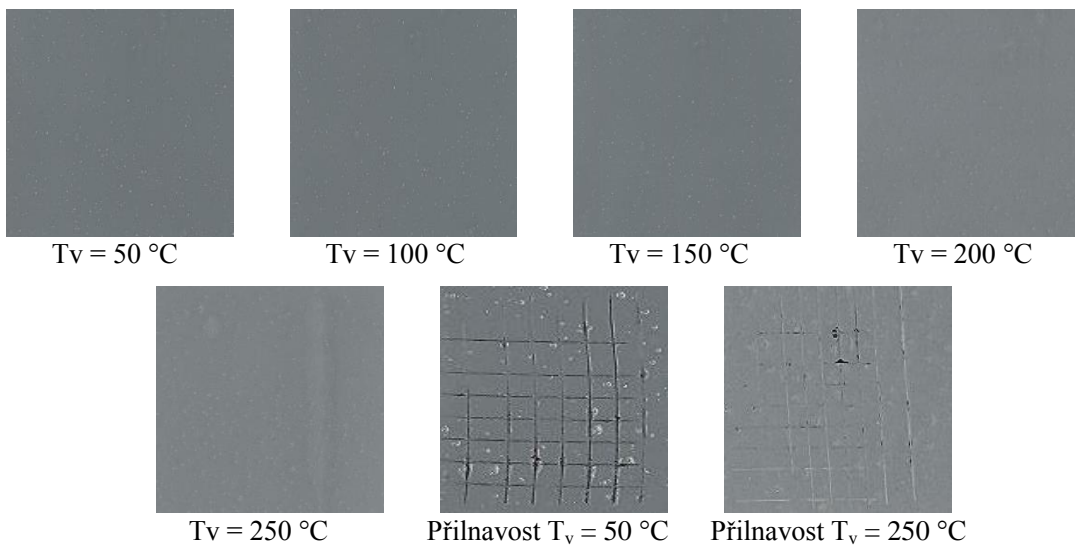
8.2.4 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Zn při OKP = 30 % a s pigmentem PANI při OKP = 15 %



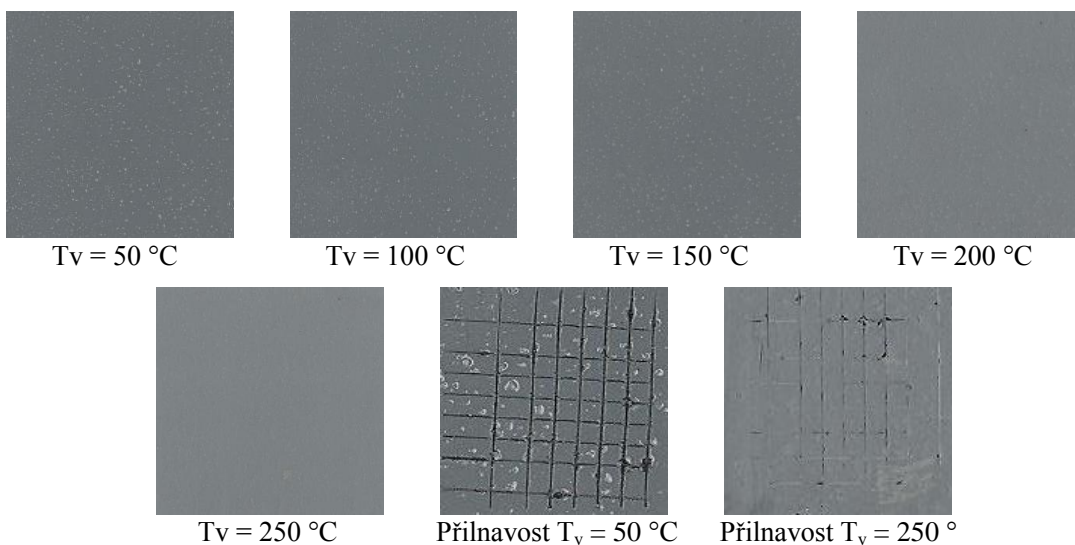
8.2.5 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Zn při OKP = 30 %



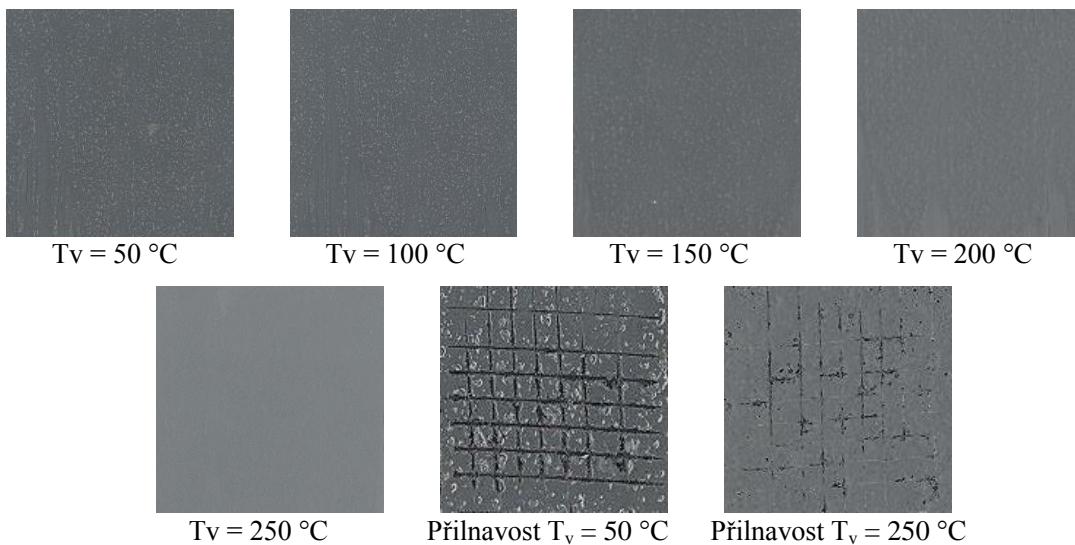
**8.2.6 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Zn při OKP = 30 %
a s pigmentem PANI při OKP = 5 %**



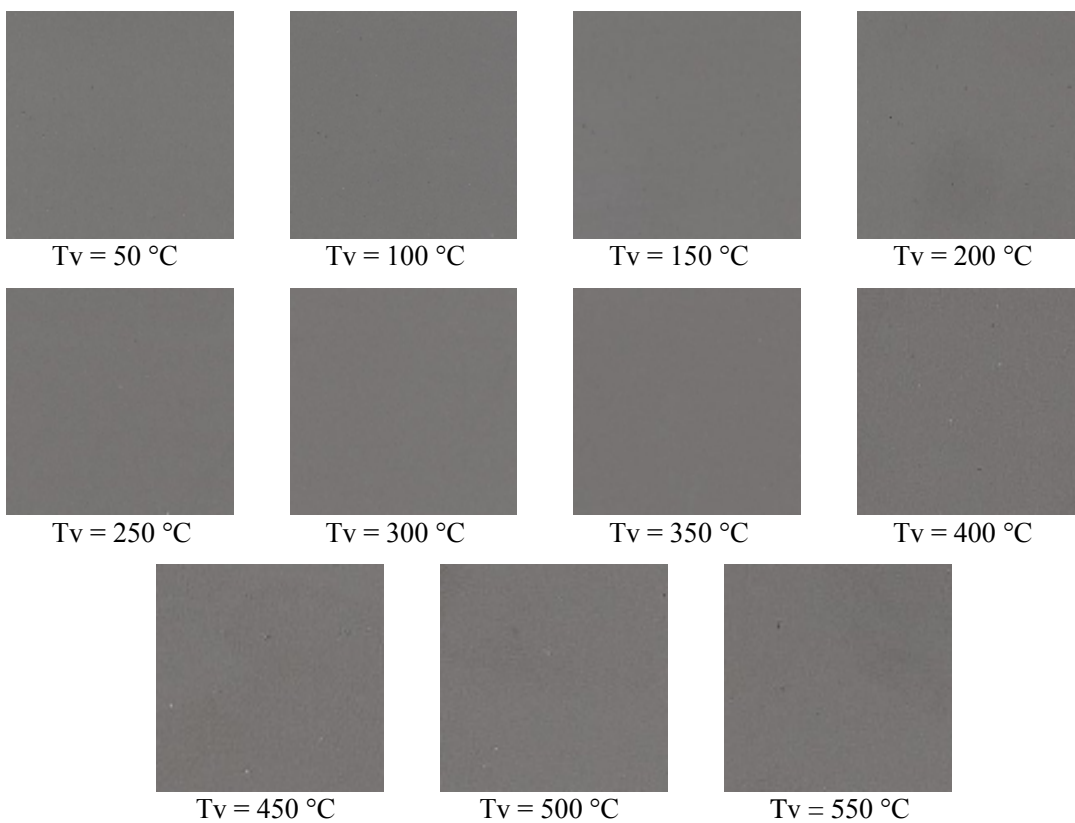
**8.2.7 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Zn při OKP = 30 %
a s pigmentem PANI při OKP = 10 %**

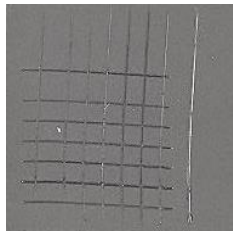


8.2.8 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Zn při OKP = 30 % a s pigmentem PANI při OKP = 15 %

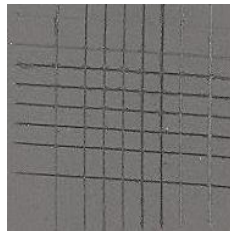


8.2.9 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem grafitu při OKP = 30 %

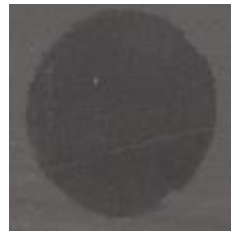




Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$



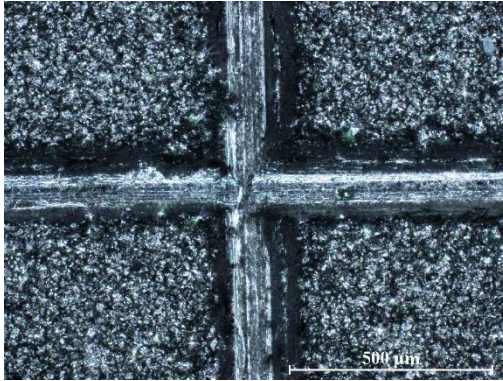
Přilnavost $T_v = 550\text{ °C}$



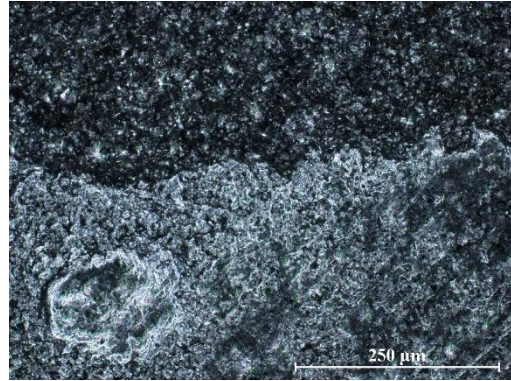
Odtrh $T_v = 200\text{ °C}$



Odtrh $T_v = 200\text{ °C}$

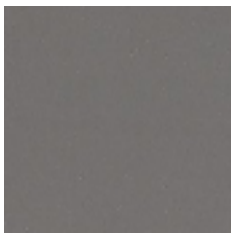


Přilnavost po $T_v = 50\text{ °C}$



Odtrh po $T_v = 200\text{ °C}$

8.2.10 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem grafitu při OKP = 30 %



$T_v = 50\text{ °C}$



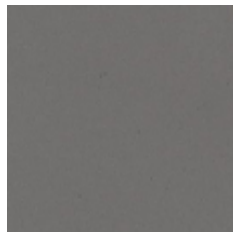
$T_v = 100\text{ °C}$



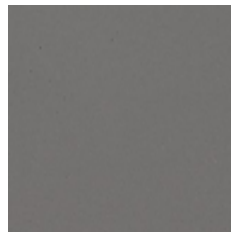
$T_v = 150\text{ °C}$



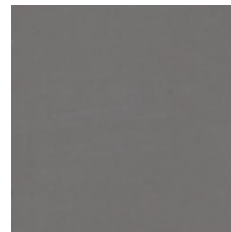
$T_v = 200\text{ °C}$



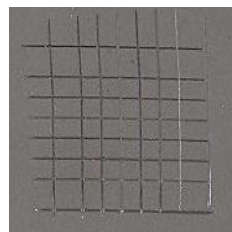
$T_v = 250\text{ °C}$



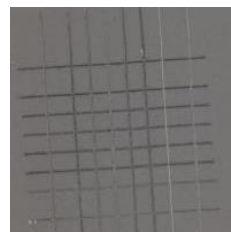
$T_v = 300\text{ °C}$



$T_v = 350\text{ °C}$



Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$



Přilnavost $T_v = 350\text{ °C}$

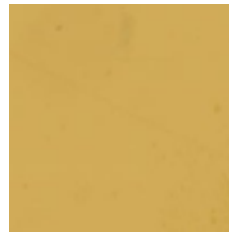
8.2.11 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Bayferrox při OKP = 30 %



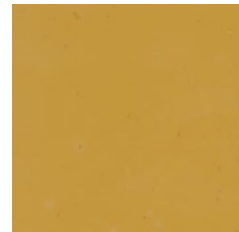
$T_v = 50\text{ °C}$



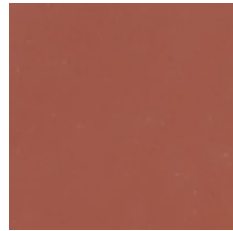
$T_v = 100\text{ °C}$



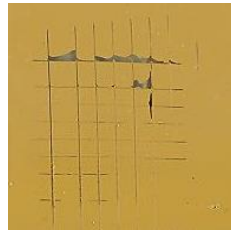
$T_v = 150\text{ °C}$



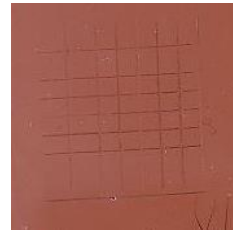
$T_v = 200\text{ °C}$



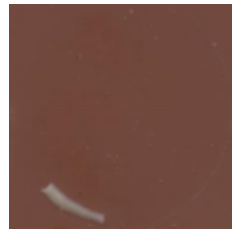
$T_v = 250\text{ °C}$



Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$



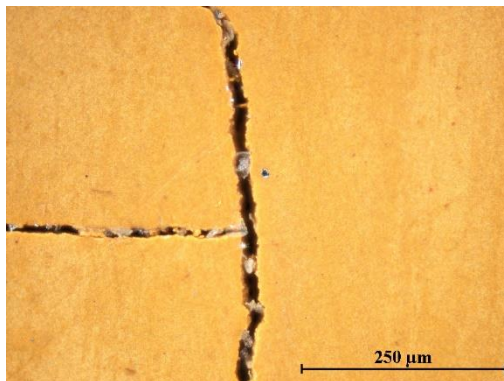
Přilnavost $T_v = 250\text{ °C}$



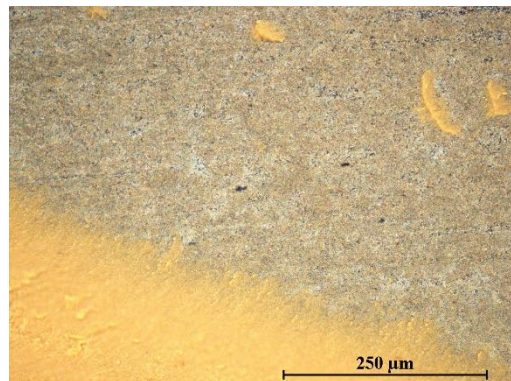
Odrh $T_v = 250\text{ °C}$



Odrh $T_v = 250\text{ °C}$

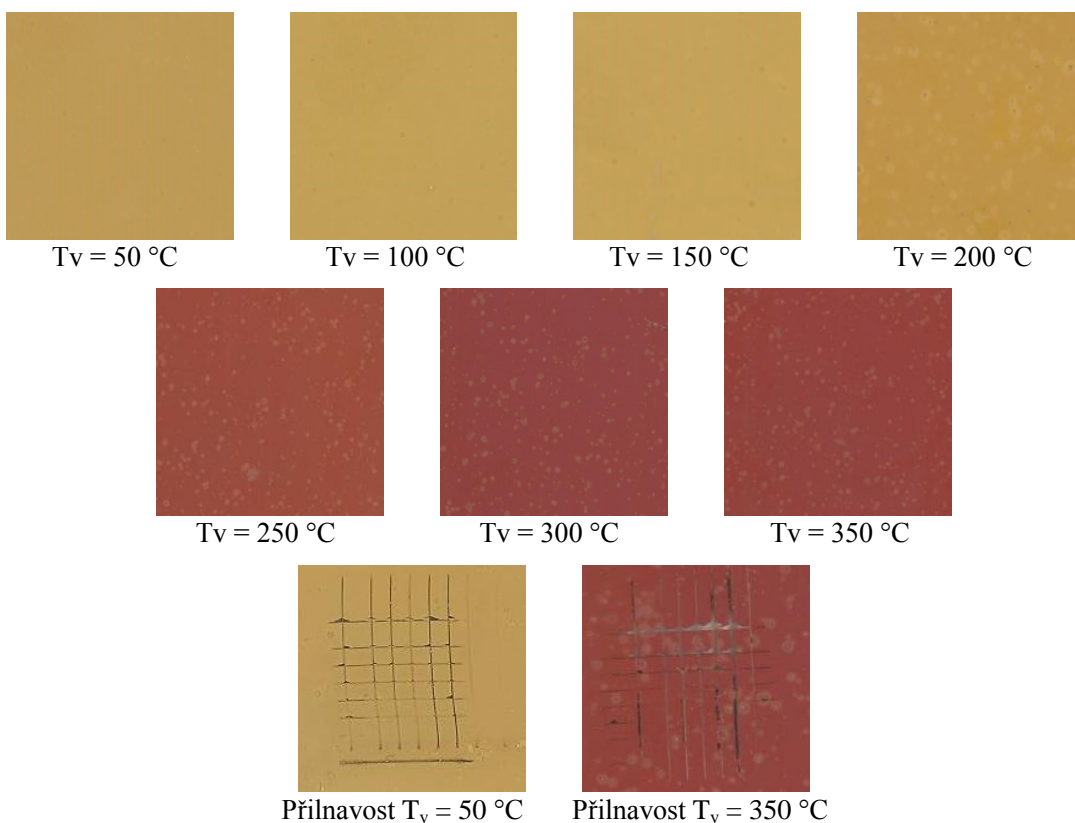


Hloubení po $T_v = 150\text{ °C}$

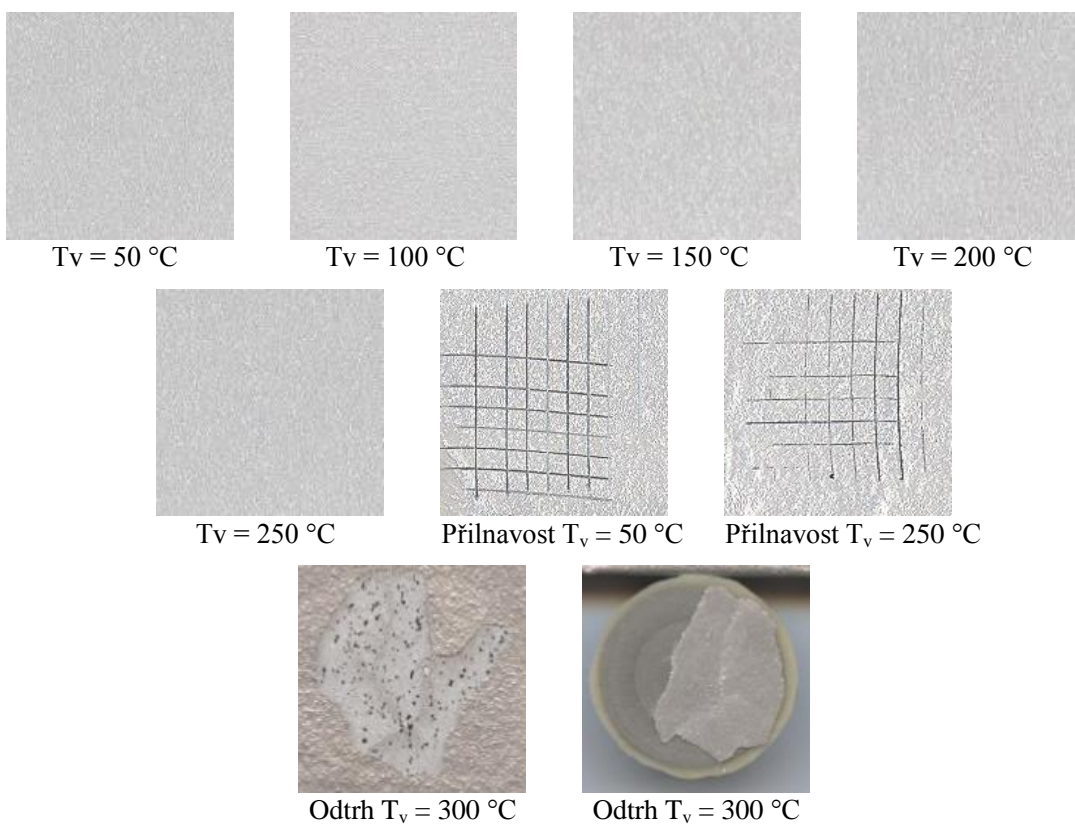


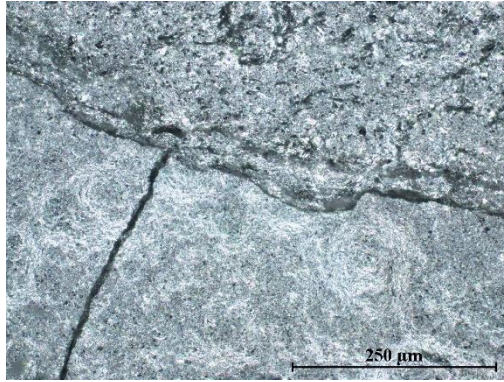
Odrh po $T_v = 200\text{ °C}$

8.2.12 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Bayferrox při OKP = 30 %



8.2.13 Nátěry Lukosil M 130 s pigmentem Al při OKP = 30 %





Odtrh po $T_v = 300\text{ °C}$

8.2.14 Nátěry Lukosil 200 X s pigmentem Al při OKP = 30 %



$T_v = 50\text{ °C}$



$T_v = 100\text{ °C}$



$T_v = 150\text{ °C}$



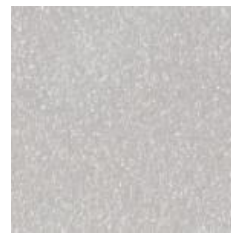
$T_v = 200\text{ °C}$



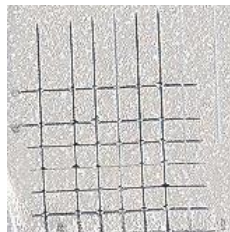
$T_v = 250\text{ °C}$



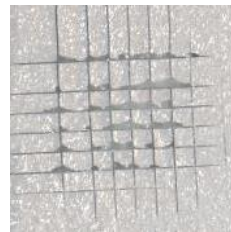
$T_v = 300\text{ °C}$



$T_v = 350\text{ °C}$

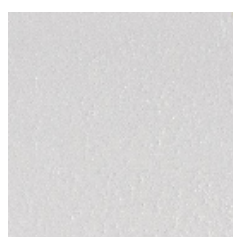


Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$

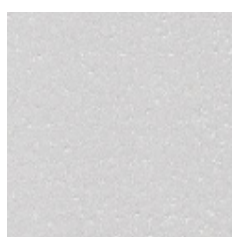


Přilnavost $T_v = 350\text{ °C}$

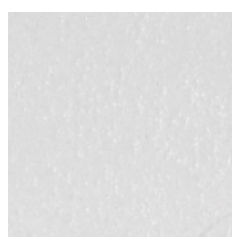
8.3 Vzorky filmů komerční nátěrové hmoty



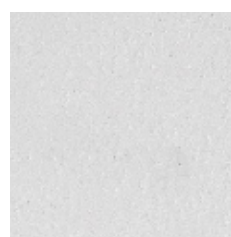
$T_v = 50\text{ °C}$



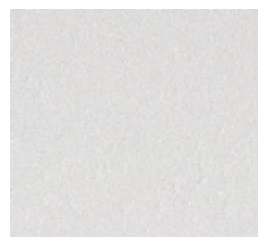
$T_v = 100\text{ °C}$



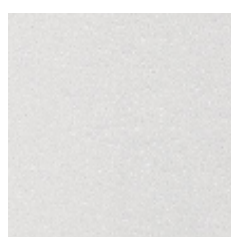
$T_v = 150\text{ °C}$



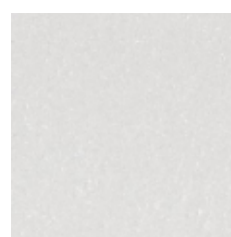
$T_v = 200\text{ °C}$



$T_v = 250\text{ °C}$



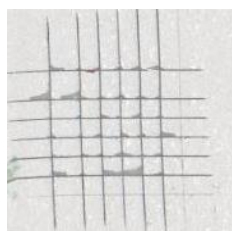
$T_v = 300\text{ °C}$



$T_v = 350\text{ °C}$



Přilnavost $T_v = 50\text{ °C}$



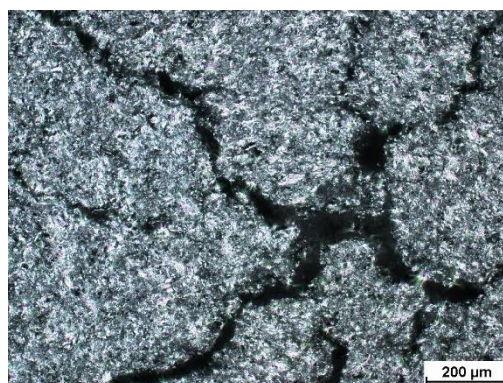
Přilnavost $T_v = 350\text{ °C}$



Odrh $T_v = 250\text{ °C}$



Odrh $T_v = 250\text{ °C}$



Hloubení po $T_v = 50\text{ °C}$

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce	Termostabilní nátěry
Autor práce	Martin Plíšek
Obor	Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Rok obhajoby	2015
Vedoucí práce	Prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.
Anotace	Tato práce je zaměřená na povrchovou ochranu materiálů a to konkrétněji na silikonové nátěrové hmoty a jejich vlastnosti. Bylo připraveno 14 nátěrových hmot na bázi methylsilikonové a methylfenylsilikonové pryskyřice. Tyto připravené nátěrové hmoty byly nanесeny na skla a ocelové panely, na kterých byly testovány jejich fyzikálně-chemické vlastnosti.
Klíčová slova	Povrchová ochrana Silikonová pojiva Termicky stabilní pigmenty