

Doporučení školitele

k vykonání obhajoby disertační práce

Díky zvyšujícímu se tlaku veřejnosti na nezávadnost výroby a zpracování nátěrových hmot pro lidské zdraví a životní prostředí jsou v dnešní době stále častěji využívány vodou-ředitelné nátěrové hmoty s nízkým či žádným obsahem VOC. Téma disertační práce bylo zvoleno na základě aktuální situace v oblasti tohoto typu nátěrových hmot. Mezi nejčastěji používanými vodou-ředitelné nátěrové hmoty patří totiž akrylátové latexy, které nedosahují vlastností nátěrových hmot síťovaných chemicky. K dispozici je jen velmi málo komerčních produktů síťující chemie, i z tohoto důvodu se práce Ing. Denisy Steinerové zaměřila na jedno-složkové latexy síťované při pokojové teplotě. K síťování byla využita keto-hydrazidová chemie, která nijak významně neovlivňuje stabilitu latexu při skladování. Dalším problémem vodou-ředitelných nátěrových hmot je, mikrobiální kolonizace. K zamezení růstu mikroorganismů jsou stále hledány nové alternativy mikrobiální ochrany. Vhodnou alternativou se zdají nanočástice, které mají potenciál snižovat mikrobiální kolonizaci a zároveň mohou mít příznivý vliv na strukturální vlastnosti nátěrového filmu.

Disertační práce Ing. *Denisy Steinerové* se konkrétně zabývá jednoduchou přípravou ekologicky přijatelných akrylátových latexových pojiv, které jsou funkcionalizovány nanočásticemi oxidů kovů, konkrétně MgO, ZnO, La₂O₃ a kombinací MgO a ZnO, sloužících jako funkční složky pro dosažení antimikrobiálních vlastností, ale také pro zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností a chemické odolnosti. Začlenění práškových nanočástic bez povrchové úpravy bylo provedeno v průběhu syntézy, a to technikou dvoustupňové emulzní polymerace, čímž byly získány latexy obsahující 0.5–1.3 % nanočástic vzhledem k obsahu polymeru. Změny užitných vlastností latexů vlivem nanočástic byly studovány z hlediska typu a koncentrace nanočástic oxidů kovů v latexu. První část disertační práce byla věnována vývoji antimikrobiálních akrylátových latexů, u kterých se očekávala antimikrobiální aktivita jak v kapalném stavu, tak následně u povlakového filmu na různých substrátech bez použití komerčních (často toxických) antimikrobiálních přísad. Jako funkční antimikrobiální přísady byly použity různé typy povrchově neupravených nanočástic MeO, konkrétně MgO, ZnO, La₂O₃ a kombinace MgO a ZnO. K překonání typických nedostatků akrylátových latexů bylo do latexů zavedeno keto-hydrazidové mezifázové post-síťování.

Konkrétním cílem předložené disertační práce byla syntéza ekologicky nezávadných samo-síťujících akrylátových latexů s nanočásticemi MeO při různých koncentracích a charakterizace jejich základních vlastností, zejména antimikrobiální účinnosti, propůjčených latexu nanočásticemi, a to v porovnání s akrylátovým latexem bez obsahu příslušných nanočástic syntetizovaným stejným postupem a dále cílem bylo rovněž stanovit, zda síťující chemie zlepšuje, jinak nízkou, antikorozi účinnost akrylátových nátěrových filmů. Druhá část disertační práce byla věnována podrobné charakterizaci vybraných akrylátových latexů, charakterizaci a umístění vložených anorganických nanočástic a studiu struktury a vlastností povlaků. Poslední část disertační práce byla věnována charakterizaci práškových materiálů pro formulaci pigmentovaných modelových antikorozi nátěrových hmot na bázi nejúspěšnějšího zástupce z každé připravené série akrylátových latexů (L_{MgO}-1,5%, L_{ZnO}-1,5%, L_{La2O3}-1,5%, L_{MgO+ZnO}-1,75%). Z výsledků získaných vůči neutrální solné mlze lze konstatovat, že zesílení vlivem vložených nanočástic opět zvyšuje korozní odolnost nátěrů, ale je nedostatečné k získání antikorozi nátěrů požadovaných vlastností, a je tedy zapotřebí zvolit k přípravě antikorozi barev s korozní odolností C3 a výše pigmenty s vysokou antikorozi účinností. Z důvodu nízké odolnosti připravených povlaků vůči neutrální solné mlze byly základní nátěry pro toto testování opatřeny i emailem, a to povlakem čistého pojiva příslušného danému latexu,

ze kterého byly vytvořeny základní antikorozi povlaky a dále byly použity dva komerčně dostupné emaily, jeden na bázi akrylátu a druhý na bázi polyuretanu. Ovšem ani to nevedlo k výraznému zlepšení antikorozi vlastností vůči neutrální solné mlže, vyjma latexu bez obsahu nanočástic, který bez emailu vykazoval velmi nízkou korozi odolnost. Testování antimikrobiálních účinností povlaků ukázala, že vlivem pigmentace nedošlo ke zhoršení antibakteriálních vlastností a byla nalezena antimikrobiální účinnost vůči *E. faecalis* u všech nátěru obsahující nanočástice, patrně díky synergickému účinku mezi nanočásticemi a α -Fe₂O₃ s velikostí 0,2 μ m, u kterého lze předpokládat, že jeho mechanismu působení bude na podobném principu jako u použitých nanočástic, ale samostatně je nedostatečný. Oproti tomu antifungální testování ukázalo snížení antifungální aktivity, pravděpodobně zastíněním pojiva pigmenty, které nevykazují antifungální aktivitu.

Seznam publikovaných prací Ing. Denisy Steinerové je následující:

1. Publikace v odborném časopise – Web of Science (J_{imp})

Steinerová D., Kalendová A., Machotová J., Pejchalová M. *Environmentally Friendly Water-Based Self-Crosslinking Acrylate Dispersion Containing Magnesium Nanoparticles and Their Films Exhibiting Antimicrobial Properties*, Coatings, 10(4), (2020) 1–16. DOI:10.3390/coatings10040340

Steinerová D., Kalendová A., Machotová J., Knotek P., Humpolíček P., Vajdák J., Slang S., Krejčová A., Beneš L., Wolff-Fabris F. *Influence of metal oxide nanoparticles as antimicrobial additives embedded in waterborne coating binders based on self-crosslinking acrylic latex*. Coatings, (2022). Accepted Article

Machotová J., Kalendová A., Pitthardová D., **Steinerová D.**, Stránská E. *Příprava vodou ředitelného samosítujícího polymerního pojiva s odolností proti bleskové korozi*, Chemické listy, 113 (2019) 745–750.

Machotová J., Kalendová A., Voleská M., **Steinerová D.**, Pejchalová M., Knotek P., Zárybnická L. *Waterborne hygienic coatings based on self-crosslinking acrylic latex with embedded inorganic nanoparticles: Comparison of nanostructured ZnO and MgO as antibacterial agents*, Progress in Organic Coatings, 147, (2020) 1–14. DOI:10.1016/j.porgcoat.2020.105704

Machotová J., Kalendová A., **Steinerová D.**, Mácová P., Šlang S., Šňupárek J., Vajdák J., *Water-Resistant Latex Coatings: Tuning of Properties by Polymerizable Surfactant, Covalent Crosslinking and Nanostructured ZnO Additive*. Coatings. 11(3), (2021). DOI:10.3390/coatings11030347

Publikace v odborném časopise – Scopus (J_{sc})

Steinerová D., Kalendová A., Machotová J., Kohl M. *Anticorrosion coatings based on novel acrylate binders containing MeO nanoparticles*, Koroze a ochrana materiálu, 63 (2019) 153–158. DOI:10.2478/kom-2019-0013 (J_{sc})

2. Publikace v ostatních časopisech (J_{rec})

Steinerová D., Kalendová A., Machotová J., *Preparation of environmentally harmless paints based on self-crosslinking acrylate latexes and assessment their industrial coating properties*, Scientific Papers of the University of Pardubice, Series A; Faculty of Chemical Technology, 25 (2019),83-99. ISBN: 978-80-7560-243-5.

Kalendová A., Kohl M., **Steinerová D.**, *Volba pojiv a pigmentů pro antikorozi nátěrové hmoty*, Barvy Profí, Vol. 3/4 pp. 32–35.

Doktorandka je tedy autorkou nebo spoluautorkou 5 publikací typu Web of Science (J_{imp}), dále je autorkou nebo spoluautorkou 1 publikace typu J_{sc} a 1 publikace typu J_{sc} .

Seznam aktivit – stáží Ing. Denisy Steinerové je následující:

1. Stáž Univerzita Tomáše Bati

Jméno pracoviště: Centrum polymerních systémů – UTB
Vedoucí pracoviště: prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.
Vedoucí stáže: prof. Ing. Petr Humpolíček, Ph.D.
Adresa: třída Tomáše Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika
Doba trvání stáže: 27/05/2019 – 07/06/2019
Internetová adresa: <http://www.cps.utb.cz/cs/>

2. Stáž Univerzita Tomáše Bati

Jméno pracoviště: Centrum polymerních systémů – UTB
Vedoucí pracoviště: prof. Ing. Vladimír Sedlařík, Ph.D.
Vedoucí stáže: prof. Ing. Petr Humpolíček, Ph.D.
Adresa: třída Tomáše Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika
Doba trvání stáže: 23/09/2019 – 4/10/2019
Internetová adresa: <http://www.cps.utb.cz/cs/>


3. Stáž Německo

Jméno pracoviště: European Centre for Dispersion Technologies
Vedoucí pracoviště: Dr.-Ing. Felipe Wolff-Fabris
Adresa: Weissenbacher Str. 86, 95100 Selb, Německo
Doba trvání stáže: 01/10/2020 – 30/11/2020
Internetová adresa: <https://www.skz.de/ezd-en/index.html>

Studentka Denisa Steinerová vypracovala dizertační práci svědomitě, získané výsledky zpracovala s velkou přesností a pečlivostí. Po grafické stránce je diplomová práce vypracována na vysoké úrovni. Z výsledků její práce lze vysledovat další náměty pro vědeckou a odbornou práci na ÚCHTML. Výsledky přinášejí i cenné informace pro výrobce nátěrových hmot při formulaci nových materiálů určených pro povrchovou ochranu materiálů.

Na základě splněných studijních povinností a výše uvedených skutečností **doporučuji** přijmout předloženou dizertační práci Ing. Denisy Steinerové **k obhajobě**.

V Pardubicích, 30. 9. 2022


prof. Ing. Andrea Kalendová, Dr.

Doporučení vedoucího školícího pracoviště k vykonání obhajoby disertační práce


Ing. Denisy Steinerové

Doktorandka Ing. Denisa Steinerová, studijní program Chemie a technologie materiálů, program Povrchové inženýrství, předložila k obhajobě disertační práci s názvem „**Organické ekologicky přijatelné povlaky pro povrchovou ochranu kovových a nekovových materiálů na bázi akrylátových latexů s nanočásticemi MeO**“. Školitelkou byla prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr. z Ústavu Chemie a technologie makromolekulárních látek.

Tato disertační práce je zaměřena na syntézu a stanovení vlastností hygienických povlaků pro ochranu rozličných materiálů. V rámci práce byly syntetizovány čtyři série akrylátových latexů lišící se typem vložených nanočástic. Konkrétně se jednalo o nanočástice na bázi oxidů kovů MgO, ZnO, La₂O₃ a kombinace MgO a ZnO. Změny vlastností vlivem vložených nanočástic byly hodnoceny s ohledem na typ a koncentraci nanočástic, které byly aplikovány do latexů v průběhu syntézy. Z připravených latexů byly připraveny nátěrové filmy, u kterých byly stanovovány antimikrobiální vlastnosti. U připravených nátěrových filmů byly též stanoveny fyzikální vlastnosti a chemická odolnost vůči chemikáliím. Vhodně použité experimentální techniky a interpretace obdržných výsledků svědčí o dobrých teoretických znalostech studentky, a jejích schopnostech tyto zkušenosti využít při řešení disertační práce.

Výsledky disertační práce Ing. Denisy Steinerové jsou předmětem čtyř mezinárodních impaktovaných publikací a byly též studentkou prezentovány na konferencích v podobě přednášek i posterových sdělení. Studentka splnila všechny předepsané odborné zkoušky a úspěšně složila i státní doktorskou zkoušku. Doktorandka, tak splnila všechny požadavky, které jsou pro podání disertační práce vyžadovány. Na základě uvedených skutečností **doporučuji disertační práci k obhajobě.**

V Pardubicích 19. září 2022


doc. Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí školícího pracoviště