

## PŘÍPRAVA VODOU ŘEDITELNÉHO SAMOSÍTUJÍCÍHO POLYMERNÍHO POJIVA S ODOLNOSTÍ PROTI BLESKOVÉ KOROZI

JANA MACHOTOVÁ<sup>a</sup>, ANDRÉA KALEDOVÁ<sup>a</sup>,  
DAGMAR PITTHARDOVÁ<sup>a</sup>, DENISA  
STEINEROVÁ<sup>a</sup> a ELIŠKA STRÁNSKÁ<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek, Studentská 573, 532 10 Pardubice, <sup>b</sup> MemBrain s.r.o., Pod Vinicí 87, 471 27 Stráž pod Ralskem  
jana.machotova@upce.cz

Došlo 2.4.19, přepracováno 7.8.19, přijato 4.9.19.

Klíčová slova: emulzní polymerace, latex, oxid hořečnatý, blesková koroze

### Úvod

Rostoucí zájem o využívání vodou ředitelných nátěrových hmot je způsoben zvyšujícím se tlakem na ochranu životního prostředí, zejména z pohledu omezení emisí těkavých organických látek do atmosféry. Z tohoto důvodu se dostávají do popředí zájmu nátěrové hmoty a pojiva na bázi latexů, což jsou vodné koloidní polymerní disperze připravené technikou emulzní polymerace. Vážným nedostatkem latexových nátěrových hmot oproti rozpouštědlovým typům je však blesková koroze, což je rychlý vznik rzi po nanesení a během zasychání nátěru na kovový povrch (zvláště ocel)<sup>1</sup>. Projevy bleskové koroze jsou v komerčních, vodou ředitelných nátěrových hmotách účinně potlačovány použitím inhibitorů bleskové koroze<sup>2,3</sup>, nicméně mnohé přípravky proti bleskové korozi (např. na bázi dusitanu sodného) jsou považovány za zdraví škodlivé.

Jedním z klíčových faktorů, který rozhoduje o velikosti korozního potenciálu kovu a charakteru koroze, je koncentrace vodíkových iontů ve vodném prostředí (pH elektrolytu). Často se proto k předvídaní korozních poměrů, které mohou nastat při různém pH vodného prostředí, používají Pourbaixovy diagramy<sup>4,5</sup>, v nichž jsou vyznačeny charakteristické oblasti korozního chování příslušného kovu včetně těch oblastí pH, kde koroze neprobíhá (oblast imunity) nebo je kov v pasivním stavu (vznik ochranné vrstvy oxidu nebo hydroxidu). V případě vodou ředitelných nátěrových hmot určených pro ochranu ocelových materiálů lze dle Pourbaixova diagramu pro železo očekávat při pH vodného prostředí vyšším než 8,5 výskyt kovu zpravidla pouze v oblasti imunity, protože běžně používané alkalické látky nezpůsobují oxidaci železa. Pokud je tento přístup zajišťován pomocí konvenčních bazických

činidel (amoniak nebo aminomethylpropanol), rizikem je možnost předčasného vytěkání těchto látek během zasychání nátěrového povlaku, spojená se vznikem bleskové koroze.

Nadějně se jako vhodné aditivum jeví nanostrukturní oxid hořečnatý (MgO), který je toxikologicky nezávadný a není klasifikován jako látka zdraví a životnímu prostředí nebezpečná<sup>6-8</sup>. I přes nízkou rozpustnost MgO ve vodě (0,0086 g/100 ml při 30 °C) obsahuje vodný roztok disociované hydroxylové a hořečnaté ionty a vykazuje v nasyceném stavu pH přibližně 10,4, takže lze zavedením této látky do vodou ředitelné nátěrové hmoty posunout pH do oblasti, kde blesková koroze ocelového podkladu již neprobíhá. Disociované dvojmocné hořečnaté ionty rovněž zajistí v případě kopolymerovaných karboxy-funcionalizovaných monomerů zesílení vzniklého polymerního filmu pomocí iontových vazeb.

Dalším nedostatkem latexových nátěrových hmot ve srovnání s rozpouštědlovými produkty je obvykle nižší kvalita nátěrových povlaků z hlediska chemické odolnosti a mechanických vlastností. Ve snaze zlepšit tyto lakařské vlastnosti jsou již delší dobu vyvíjeny latexy využívající síťování při vzniku nátěrového filmu, mezi něž patří tzv. keto-hydrazidové síťování<sup>9,10</sup>. Mechanismus tohoto síťování je nejčastěji založen na reakci karbonylové skupiny, která je součástí polymerních latexových částic, a diaminu, rozpuštěného ve vodné fázi latexu. Jako monomer nesoucí karbonylovou funkční skupinu je nejvíce používán diacetoneakrylamid, zatímco diaminem je nejčastěji dihydrazid kyseliny adipové. Významnou předností keto-hydrazidového síťování je schopnost probíhat velmi rychle při běžných teplotách. Jelikož se jedná o dehydratační reakci, jejíž rovnováha je posunována směrem k výsledným produktům vlivem ztráty vody, je možné připravit stabilní jednosložkový nátěrový systém, kdy síťování začíná probíhat až po aplikaci nátěrového filmu po odpaření velké části vody<sup>11</sup>.

Cílem této práce byl vývoj pro životní prostředí nezávadného a dlouhodobě stabilního vodou ředitelného pojiva nátěrových hmot na bázi samosítuujícího latexu a nanostrukturního MgO, které vyniká odolností proti bleskové korozi a umožní univerzální ochranu různých podkladů včetně oceli. Začlenění anorganických nanočástic do pojiva probíhalo ve fázi syntézy latexu prováděné technikou semi-kontinuální emulzní polymerace. Byl sledován vliv obsahu anorganických nanočástic v polymerním pojivu na stabilitu latexu při skladování a především na odolnost vůči bleskové korozi ocelového podkladu.

### Experimentální část

#### Materiály

K syntéze vodou ředitelných pojiv byly použity tyto monomery: methyl-methakrylát (MMA), *n*-butyl-akrylát (BA), kyselina methakrylová (KMA) a diacetoneakrylamid (*N*-(1,1-dimethyl-3-oxobutyl)akrylamid, DAAM). Monomery byly zakoupeny od Sigma-Aldrich (ČR) stejně jako

sítující činidlo - dihydrazid kyseliny adipové (ADH). Jako emulgátor byl použit anionaktivní tenzid na bázi alkyloxyethylenglykolethersíranu sodného<sup>12</sup> pod obchodním názvem Disponil FES 993 (BASF, ČR), jako iniciátor sloužil peroxodisíran amonný (Henkel, ČR). Nanostrukturní MgO pod obchodním názvem JR-NMg30 (Xuancheng Jingrui New Materials Co., Čína) vykazoval průměrnou velikost primárních částic cca 100 nm.

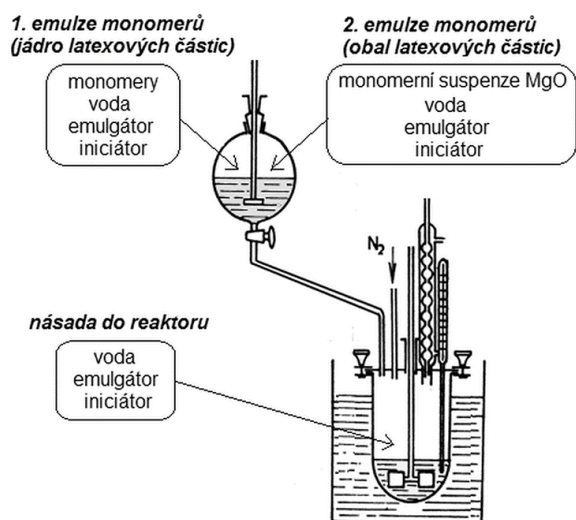
#### Syntéza a hodnocení vodou ředitelných pojiv

Pomocí techniky semi-kontinuální emulzní polymerace byly připraveny polyakrylátové latexy lišící se výchozím obsahem nanostrukturního MgO. Pro umožnění samosítující reakce s ADH byly do polymerní struktury latexových částic zavedeny karbonylové skupiny pomocí kopolymerace s DAAM. Zastoupení monomerů bylo zvoleno tak, aby se teplota skelného přechodu výsledného kopolymeru pohybovala okolo 10 °C.

Latexy byly připravovány při teplotě 85 °C ve skleněné čtyřhrdlé reakční nádobě opatřené míchadlem, přívodem inertního plynu a chladičem. Schéma laboratorní přípravy latexu je na obr. 1. Nejprve bylo do reakční nádoby předloženo 35 g destilované vody, 0,25 g emulgátoru a 0,2 g peroxodisíranu amonného (ve schématu označeno jako „násada do reaktoru“). Poté byla připravena emulze monomerů pro syntézu jádra latexových částic (ve schématu s označením „1. emulze monomerů“) tak, že do emulgační baňky opatřené míchadlem bylo předloženo 37 g destilované vody, 3,7 g emulgátoru, 0,2 g peroxodisíranu amonného a násada monomerů sestávající z 21 g MMA, 26,5 g BA a 2,5 g KMA. Po zamíchání byla vytvořena mléčně bílá emulze, která byla po vyhřátí obsahu reakční nádoby na teplotu 85 °C za neustálého míchání přikapávána do reaktoru po dobu 90 min. Dále byla připra-

vena emulze monomerů pro syntézu obalu latexových částic obsahující nanostrukturní MgO (ve schématu označena jako „2. emulze monomerů“). Postup přípravy 2. emulze monomerů byl následující. Nejprve byla připravena suspenze nanočástic MgO ve směsi monomerů předložením patřičného množství nanostrukturního MgO (0,5; 1; 1,5 a 2 g) do násady monomerů sestávající z 20,5 g MMA, 26 g BA a 1 g KMA. Homogenizací pomocí dispergátoru SilentCrusher M (Heidolph, Německo) při 15 000 rpm po dobu 20 min byla připravena monomerní suspenze nanostrukturního MgO, přičemž po celou dobu dispergace byla suspenze chlazená v ledové lázni. V další fázi přípravy 2. emulze monomerů bylo do emulgační baňky opatřené míchadlem předloženo 63 g destilované vody, 0,2 g peroxodisíranu amonného, 3,5 g emulgátoru a 2,5 g DAAM. Následně byla k obsahu emulgační baňky přilita monomerní suspenze MgO. Mícháním byla vytvořena mléčně bílá emulze obsahující anorganické nanočástice, které byly mícháním udržovány ve vznosu. Po dokončení dávkování 1. emulze monomerů tvořících jádro latexových částic reakční směs polymerovala dalších 15 min a poté bylo do reakční nádoby spuštěno dávkování 2. emulze monomerů určených pro syntézu obalu latexových částic. Doba přiřapávání 2. emulze monomerů byla 75 min. Poté reakční směs polymerovala ještě 2 hodiny. Po celou dobu trvání reakce byla udržována konstantní rychlost míchání a teplota 85 °C. Vzniklý latex byl za neustálého míchání ochlazen v reakční nádobě pod inertní atmosférou na pokojovou teplotu, přefiltrován přes nylonovou tkaninu UHELON 120T (Silk Progress, s.r.o., Česká republika) a zvážen, přičemž koagulát byl vysušen do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C.

Latex v této podobě byl charakterizován z hlediska pH, obsahu sušiny dle normy ČSN EN ISO 3215 a obsahu koagulátu, k jejichž výpočtu byly využity následující vzorce:



Obr. 1. Schéma laboratorní přípravy vodou ředitelných samosítujících pojiv

$$\text{Obsah sušiny [hm.\%]} = \frac{M_1}{M_0} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\text{Obsah koagulátu [hm.\%]} = \frac{M_K}{\frac{\text{sušina [hm.\%]}}{100} \cdot M_L + M_K} \cdot 100 \quad (2)$$

kde  $M_0$  je hmotnost vzorku před vysušením,  $M_1$  je hmotnost vzorku po vysušení,  $M_K$  je hmotnost koagulátu a  $M_L$  je hmotnost přefiltrovaného latexu.

K latexu bylo následně přidáno 1,5 g ADH ve formě vodného roztoku o koncentraci 10 hm.%. Takto připravené vodou ředitelné samosítující pojivo bylo charakterizováno z hlediska zdánlivé viskozity měřené pomocí viskozimetru Brookfield LVDV-E (Brookfield Engineering Laboratories, Anglie) a minimální filmotvorné teploty (MFT) měřené přístrojem MFFT-60 (Rhopoint Instruments, Anglie). Koloidní stabilita pojiva byla hodnocena sledováním případného vzniku koagulátu nebo nárůstu viskozity během vystavení pojiva působení teploty 50 °C po dobu 60 dní.

## Příprava a hodnocení nátěrových filmů

Vodou ředitelná samosíťující pojiva byla aplikována na skleněné a ocelové panely (tloušťka mokrého filmu 120  $\mu\text{m}$ ). Nátěry na ocelových panelech (nizkougliřková ocel) vysychaly v klimatizované místnosti při teplotě  $23 \pm 1$   $^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $45 \pm 5$  % po dobu 4 h a poté byly vizuálně hodnoceny projevy bleskové koroze. Nátěrové filmy na skleněných panelech vysychaly v klimatizované místnosti při stejných podmínkách po dobu 7 dní. Poté byly testovány z hlediska tvrdosti dle Persoze na kyvadlovém přístroji Automatic 500 (BYK-Gardner, Německo) v souladu s normou ČSN EN ISO 1522, odolnosti vůči působení methylethylketonu (MEK) dle ASTM D 4752 a lesku pomocí leskoměru Micro TRI Gloss (BYK Gardner, Německo) při geometrii  $60^{\circ}$  v souladu s normou ISO 2813. Rovněž byl sledován reálný obsah anorganických nanočástic v nátěrových filmech na základě stanovení obsahu Mg metodou emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) na přístroji Thermo Scientific iCAP 7000 Series (Thermo Fisher Scientific, Německo), struktura nátěrového filmu na ploše lomu pomocí skenovací elektronové mikroskopie (SEM) na přístroji LYRA 3 (Tescan, Česká republika) a teplota skelného přechodu ( $T_g$ ) s využitím metody diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) na přístroji Pyris 1 (Perkin-Elmer, USA) při rychlosti ohřevu  $10$   $^{\circ}\text{C min}^{-1}$  v rozmezí teplot  $-80$  až  $120$   $^{\circ}\text{C}$ . Z výsledků ICP-OES byla také vypočítána efektivita inkorporace nanostrukturálního MgO dle níže uvedeného vzorce:

$$\text{Efektivita inkorporace MgO [hm.\%]} = \frac{c_{\text{Mg}} [\text{mg/kg}] \cdot M_{\text{m}}(\text{MgO}) \cdot 0,01}{A_{\text{m}}(\text{Mg}) \cdot w_{\text{MgO}} [\text{hm.\%}]} \quad (3)$$

kde  $c_{\text{Mg}}$  je obsah Mg získaný z ICP-OES,  $M_{\text{m}}(\text{MgO})$  je relativní molekulová hmotnost MgO,  $A_{\text{m}}(\text{Mg})$  je relativní atomová hmotnost Mg a  $w_{\text{MgO}}$  je násada MgO vzhledem k monomerům.

## Tabulka I

Charakteristické vlastnosti vodou ředitelných samosíťujících pojiv připravených s různou násadou anorganických nanočástic (zkratky viz text)

Vzorek	Násada MgO [hm.\%] <sup>a</sup>	Obsah koagulátu [hm.\%]	pH	Viskozita [mPa s]	MFT [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_g$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
VŘ 0	0,0	0,36	1,91	10,9	7,2	13,8
VŘ 0,5	0,5	1,01	7,15	10,8	6,5	11,7
VŘ 1	1,0	3,42	8,34	15,8	4,8	8,3
VŘ 1,5	1,5	5,97	9,76	18,0	2,6	5,6
VŘ 2	2,0	9,05	10,15	19,1	1,8	4,0

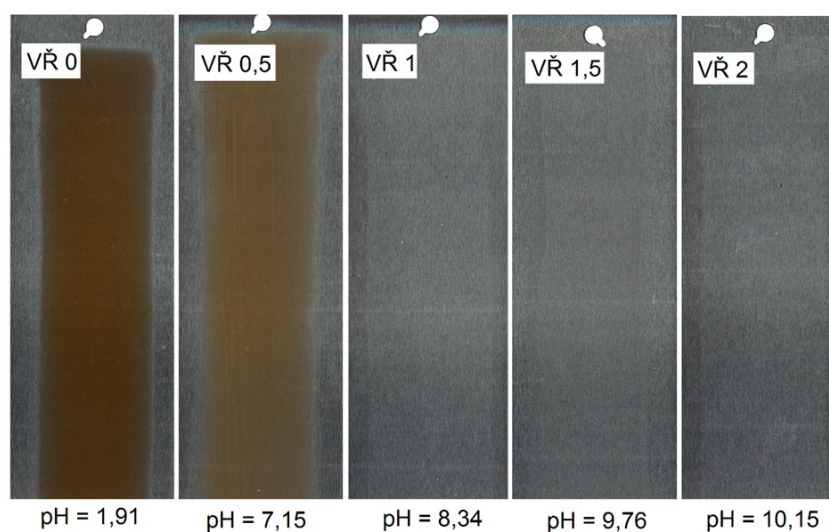
<sup>a</sup> Vztaženo na celkovou násadu akrylátových monomerů

## Výsledky a diskuse

Charakteristické vlastnosti připravených vodou ředitelných pojiv v souvislosti s výchozí násadou nanostrukturálního MgO jsou uvedeny v tab. I. Ukázalo se, že pokud byly nanočástice MgO použity jako součást polymeračního systému, docházelo s jejich rostoucím obsahem ke zvyšování obsahu koagulátu, což vypovídá o snížení koloidní stability latexů během syntézy. Zároveň bylo u připravených latexů s rostoucí násadou nanostrukturálního MgO pozorováno výrazné zvýšení pH, mírné zvýšení viskozity a významný pokles MFT. Tyto jevy zřejmě souvisejí s hydratací nanočástic MgO za vzniku ve vodě nerozpustných nanočástic  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , popř. nanočástic MgO pokrytých vrstvou  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , a disociovaných iontů  $\text{Mg}^{2+}$  a  $\text{OH}^-$ . V této souvislosti je nutné poznamenat, že kyselé prostředí polymeračního systému, způsobené přítomností emulgátoru a zejména iniciátoru, s vysokou pravděpodobností významně podpořilo rozpouštění hořčičných nanočástic. Hydroxylové ionty, jejichž koncentrace vzrůstala s násadou nanostrukturálního MgO, byly zodpovědné za posun pH z kyselé až do alkalické oblasti. Karboxylové skupiny jako součást polymerních řetězců přešly vlivem přítomných  $\text{Mg}^{2+}$  iontů do ionizované formy, což způsobilo hydroplastifikaci (změkčení vodou) latexového kopolymeru a s ní související snížení MFT a  $T_g$ . Ionizace karboxylových skupin zároveň vedla ke zbotnění latexových částic vodou, jehož následkem bylo zvýšení viskozity.

U připravených vodou ředitelných pojiv byla rovněž testována dlouhodobá stabilita a skladovatelnost. Navzdory poklesu koloidní stability s rostoucí násadou nanostrukturálního MgO, zaznamenanému během syntézy latexu, nebylo během skladování při teplotě  $50$   $^{\circ}\text{C}$  po dobu 60 dní u žádného z pojiv zaznamenáno zvýšení viskozity převyšující 5 rel.%, ani nedošlo ke vzniku koagulátu, tudíž lze všechna připravená pojiva považovat za dlouhodobě stabilní.

Připravená pojiva byla hodnocena také na základě projevů bleskové koroze po aplikaci na ocelový substrát. Výsledky testu jsou na obr. 2, kde je patrné, že při násadě MgO 1 hm.% a vyšší (vztaženo na celkovou násadu monomerů) již blesková koroze na makroskopické úrovni ne-



Obr. 2. Projevy bleskové koroze na ocelových panelech po aplikaci nátěru v závislosti na hodnotě pH vodou ředitelných samosítujících pojiv. Barevně dostupný v on-line podobě.

vznikala. Lze tedy konstatovat, že začlenění hořčnatých nanočástic do latexů plnilo funkci inhibitoru bleskové koroze, který účinkoval pravděpodobně zejména na principu alkalického působení. Vysvětlení tohoto působení spočívá v tom, že od pH elektrolytu cca 8,5 výše se železo dle Pourbaixova diagramu vyskytuje pouze v oblastech pasivity nebo imunity. Jelikož však v bazickém prostředí latexového pojiva, daném rozpuštěným  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , nelze železo oxidovat, nachází se tedy pouze v oblasti imunity, kdy ke korozi nedochází.

Součástí hodnocení připravených vodou ředitelných samosítujících pojiv bylo také testování vysušených nátěrových filmů z hlediska obsahu hořčíku (Mg), jehož výsledky jsou shrnuty v tab. II. Bylo zjištěno, že se zvyšující se násadou nanostrukturálního  $\text{MgO}$ , zavedenou do polymeračního systému, rostl v nátěrových filmech až

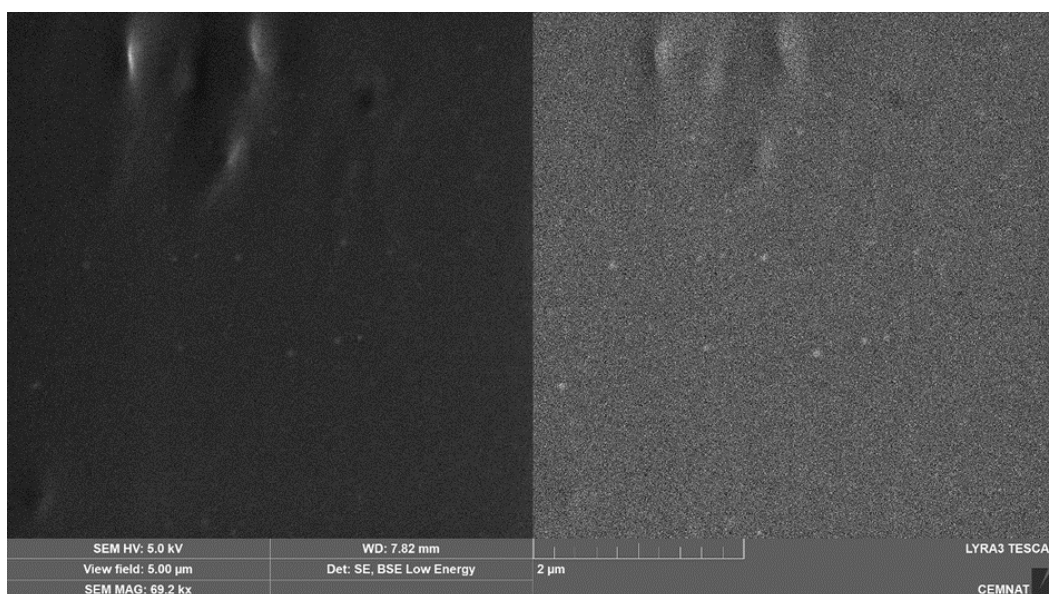
do násady  $\text{MgO}$  1,5 hm.% (vztaženo na celkovou násadu monomerů) obsah hořčnatých sloučenin, majících pravděpodobně převážně charakter  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , zatímco při násadě nanočástic  $\text{MgO}$  2 hm.% již byl zaznamenán mírný pokles obsahu Mg v nátěrových filmech. Tento jev dokresluje i hodnoty efektivity inkorporace výchozích nanočástic  $\text{MgO}$ , které dokládají, že s rostoucí násadou nanostrukturálního  $\text{MgO}$  klesal podíl hořčnatých nanočástic koloidně začleněných do disperzního prostředí připravených latexů a naopak rostl podíl nanočástic zachycených ve formě koagulátu.

Pomocí SEM byla rovněž ověřována přítomnost a rozmístění hořčnatých nanočástic v připravených nátěrových filmech. Snímek povrchu lomu nátěrového filmu vycházejícího z pojiva VŘ 1,5 pořízený v režimu sekundárních a zpětně odražených elektronů je představen na

Tabulka II  
Charakteristické vlastnosti nátěrových filmů

Vzorek	Obsah Mg [mg/kg]	Efektivita inkorporace $\text{MgO}$ [hm.%] <sup>a</sup>	Lesk [Čl]	Tvrdość [rel.%]	MEK odolnosť [s]
VŘ 0	0	–	82,3±0,2	26,8±0,3	28
VŘ 0,5	2760	91,6	83,0±0,3	22,0±0,4	214
VŘ 1	4925	81,7	82,5±0,1	14,1±0,2	>300
VŘ 1,5	6570	72,7	81,8±0,1	13,6±0,1	>300
VŘ 2	6440	53,4	82,1±0,2	13,4±0,3	>300

<sup>a</sup> Efektivita inkorporace  $\text{MgO}$  např. 81,7 hm.% vyjadřuje, že 0,817 g z 1 g násady nanočástic  $\text{MgO}$  bylo stabilně přítomno v připraveném latexu (ve formě zejména  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , v malé míře i  $\text{MgO}$  a  $\text{MgSO}_4$ , v disociovaném i nedisociovaném stavu) a 0,183 g bylo zachyceno v koagulátu



Obr. 3. SEM snímek povrchu lomu nátěrového filmu vzorku VŘ 1,5 pořízený v sekundárních (vlevo) a zpětně odražených elektronech (vpravo)

obr. 3. Záznam získaný pomocí sekundárních elektronů (vlevo), charakterizující především topografií sledovaného vzorku, ale také záznam zpětně odražených elektronů (vpravo), vyjadřující elementární kontrast (resp. materiálové složení vzorku), vypovídají o tom, že v nátěru byly pravidelně rozmístěny izolované kulovité nanočástice o velikosti v řádu desítek nanometrů, což je předpokladem pro zachování transparentního charakteru nátěrových filmů a zároveň dokazuje, že během syntézy došlo k efektivnímu rozrušení aglomerátů nanostrukturního MgO.

Dále byly hodnoceny lesk, tvrdost a chemická odolnost nátěrových filmů, které jsou zaznamenány v tab. II. Všechna připravená vodou ředitelná pojiva poskytovala transparentní a hladké nátěrové filmy prosté povrchových vad a defektů, což dokládají i vysoké hodnoty lesku nezávislé na reálném obsahu hořecnatých nanočástic. Obsah přítomných nanočástic však měl významný vliv na tvrdost a chemickou odolnost nátěrů. Zatímco výrazné zvýšení chemické odolnosti lze přičíst zvýšení síťové hustoty, které bylo způsobeno tvorbou iontových vazeb mezi  $Mg^{2+}$  kationty a karboxylovými skupinami vázanými na polymerních řetězcích, pokles tvrdosti s rostoucím obsahem hořecnatých nanočástic pravděpodobně souvisí s hydroplastifikací latexového polymeru a poklesem  $T_g$ , jak již bylo popsáno výše. Na tomto místě je vhodné poznamenat, že nízká tvrdost nátěrových filmů může být pro řadu aplikací nežádoucí, avšak zlepšení této užitné vlastnosti lze snadno docílit změnou zastoupení výchozích monomerů v základní receptuře (více MMA oproti BA) nebo zavedením vhodných pigmentů a plniv v případě využití latexů jako pojiv pigmentovaných nátěrových hmot.

## Závěr

Předmětem práce byl vývoj ekologického vodou ředitelného pojiva s odolností vůči bleskové korozi ocelového podkladu. Pojiva na bázi samosíťujícího latexu lišící se výchozí zásadou nanostrukturního MgO (0,5–2 hm.% vzhledem k celkové zásadě akrylátových monomerů) byla připravena technikou semi-kontinuální emulzní polymerace, přičemž začlenění hořecnatých nanočástic do pojiva probíhalo ve fázi syntézy latexu. Bylo zjištěno, že všechna pojiva vykazovala dlouhodobou skladovatelnost, poskytovala transparentní a vysoce lesklé nátěrové filmy, které při výchozí zásadě MgO 1–2 hm.% (vzhledem k akrylátovým monomerům) vynikaly vysokou chemickou odolností a inhibicí bleskové koroze. V souvislosti se zvýšenou tendencí ke tvorbě koagulátu při syntéze se zvyšující se zásadou nanostrukturního MgO se jako optimální jeví latex syntetizovaný s zásadou nanostrukturního MgO 1,5 hm.%, který může nalézt využití jako pojivo pigmentovaných nátěrových hmot nebo transparentní lak pro univerzální ochranu různých podkladů včetně oceli.

*Tato práce vznikla v rámci projektu projektu LO1418 „Progresivní rozvoj Membránového inovačního centra“ podporovaného programem NPU I Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a s využitím infrastruktury Membránového inovačního centra.*

## Seznam použitých zkratk

ADH	dihydrazid kyseliny adipové
BA	<i>n</i> -butyl-akrylát
DAAM	diacetonakrylamid
DSC	diferenční skenovací kalorimetrie

ICP-OES	emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
KMA	kyselina methakrylová
MEK	methylethylketon
MFT	minimální filmotvorná teplota
$M_m$	relativní molekulová hmotnost
MMA	methyl-methakrylát
SEM	skenovací elektronová mikroskopie
$T_g$	teplota skelného přechodu

## LITERATURA

1. Kalendová A.: *Prog. Org. Coat.* 44, 201 (2002).
2. Li M., Lin X., Li X., Wang H.: *Appl. Mech. Mat.* 469, 3 (2014).
3. Génin J.-M.R., Olowe A. A., Refait P., Simon L.: *Corrosion Sci.* 38, 1751 (1996).
4. Townsend H. E., Jr.: *Corrosion Sci.* 10, 343 (1970).
5. Zhang X., Liu Y., Huang H., Li Y., Chen H.: *J. Appl. Polym. Sci.* 123, 1822 (2012).
6. Di D. R., He Z. Z., Sun Z. Q., Liu J.: *Nanomedicine* 8, 1233 (2012).
7. Stoimenov P. K., Klinger R. L., Marchin G. L., Klambunde K. J.: *Langmuir* 18, 6679 (2002).
8. Jin T., He Y.: *J. Nanopart. Res.* 13, 6877 (2011).
9. Reinhard G., Simon P., Rammelt U.: *Prog. Org. Coat.* 20, 383 (1992).
10. Reinhard G.: *Prog. Org. Coat.* 18, 123 (1990).
11. Nakayama Y.: *Prog. Org. Coat.* 51, 280 (2004).
12. Van Es S.: EP 1 464 656 A1.

**J. Machotová<sup>a</sup>, A. Kalendová<sup>a</sup>, D. Pitthardová<sup>a</sup>, D. Steinerová<sup>a</sup>, and E. Stránská<sup>b</sup>** (<sup>a</sup> *Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials, University of Pardubice*, <sup>b</sup> *MemBrain s.r.o.*): **Preparation of Water-Borne Self-Crosslinking Polymeric Binder with Flash Rust Resistance**

This paper deals with a facile fabrication of a self-crosslinking acrylic latex coating binder comprising embedded nanoparticles originated from MgO in the role of a flash rust inhibitor. The incorporation of nanostructured MgO was performed during the latex synthesis carried out by a semi-continuous emulsion polymerization technique. For the covalent self-crosslinking, diacetone acrylamide was copolymerized into the polymer to provide sites for the subsequent reaction with adipic acid dihydrazide. The latex storage stability and coating performance were compared with respect to the concentration of incorporated nanoparticles (0.5–2 wt.% based on monomers). It was found that all coating binder compositions containing inorganic nanoparticles exhibited a long-term shelf-life stability and provided crosslinked smooth transparent coating films of high gloss. The binder compositions synthesized using 1–2 wt.% of nanostructured MgO (related to monomers) provided coatings with enhanced solvent resistance and inhibited flash rust pronouncedly.

Keywords: emulsion polymerization, latex, magnesium oxide, flash rust

*Acknowledgement*

*The work was carried out within the framework of projects No. LO1418 "Progressive development of Membrane Innovation Centre" supported by the program NPU I of Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic, using the infrastructure of the Membrane Innovation Centre.*