

## PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

### SAMOSÍŤUJÍCÍ LATEXY S ANTIBAKTERIÁLNÍM ÚČINKEM A CHEMICKOU ODOLNOSTÍ NÁTĚROVÝCH POVLAKŮ

JANA MACHOTOVÁ<sup>a</sup>, ANDRÉA KALEDOVÁ<sup>a</sup>,  
MARCELA PEJCHALOVÁ<sup>b</sup>, MARTINA  
DANKOVÁ<sup>a</sup> a JIŘÍ PALAŘČÍK<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek,  
<sup>b</sup> Katedra biologických a biochemických věd, <sup>c</sup> Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemiko-technologická, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice  
jana.machotova@upce.cz

Došlo 30.4.19, přijato 13.11.19.

Klíčová slova: emulzní polymerace, latex, oxid zinečnatý, biocid

#### Úvod

Na vlastnosti nátěrových povlaků jsou kladeny čím dál větší nároky, přičemž vliv na životní prostředí, bezpečnost, zdravotní aspekty a snižování nákladů jsou hlavními prioritami. Vodou ředitelné koloidní polymerní disperze (tzv. latexy) vyráběné emulzní polymerací jsou ekologicky nezávadné a představují slibnou alternativu k rozpouštědlovým nátěrovým hmotám. Jejich syntéza je technologicky na velmi vysoké úrovni. V současnosti jsou předmětem zvýšeného zájmu jednosložková reaktoplastická pojiva nátěrových hmot na bázi samosíťujících latexů. Zavedením síťování lze úspěšně překonat nedostatky běžných vodou ředitelných polymerních disperzí, jako je nízká odolnost proti rozpouštědlům, lepivost povrchu při vyšších teplotách a křehkost při nízkých teplotách. Tzv. samosíťování latexových pojmů je nejčastěji docíleno reakcí karbonylové skupiny, která je součástí latexového polymeru, a dihydrazidu, rozpuštěného ve vodném disperzním prostředí<sup>1–3</sup>. Významnou předností tohoto síťování je schopnost probíhat velmi rychle i při nízkých teplotách. Jelikož je síťující reakce kyselá katalyzovaná, probíhá ve významné míře až po vytěkání alkalizačních činidel přítomných v nátěrové hmotě. Zároveň se jedná o dehydratační reakci, jejíž rovnováha je posunována směrem k výsledným produktům odpařováním vody. Díky tomu je možné připravit stabilní jednosložkovou nátěrovou hmotu, kdy síťování začíná probíhat až po aplikaci nátěrového povlaku.

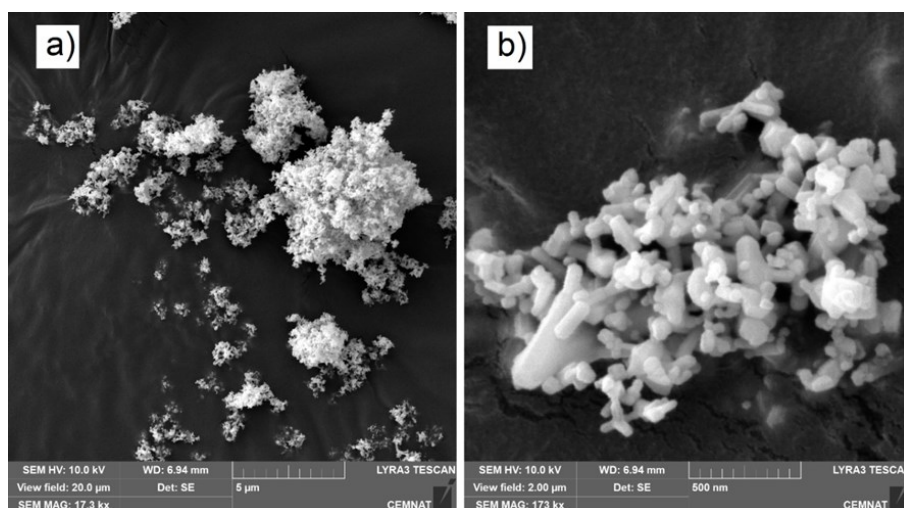
V současné době roste poptávka i produkce hygienických nátěrových hmot, které nacházejí uplatnění při ochraně předmětů a povrchů nejen v nemocnicích a léčebnách, ale i v místech každodenního života. Oxid zinečnatý (ZnO) je ve formě svých nanočástic využíván kvůli svým antibakteriálním účinkům<sup>4–6</sup>. Podle nynějších znalostí jsou však pro zachování hygienického účinku používány značně vysoké koncentrace ZnO (více než 2,5 hm.% vzhledem k celkové hmotnosti nátěrové hmoty<sup>7,8</sup>), což představuje značné riziko ekologické zátěže v důsledku úniku zinku<sup>9</sup>. Nadějně se jeví nanostrukturní ZnO, který za předpokladu dosažení vysoké kvality dispergace v nátěrové hmotě bude díky velkému specifickému povrchu zajišťovat biocidní aktivitu i při snížených koncentracích. I když ZnO vykazuje nízkou rozpustnost ve vodě, poskytuje určitou koncentraci hydroxylových a zinečnatých iontů, takže v přítomnosti karboxy-funkcionalizovaného latexového polymeru se tvoří iontové (ionomerní) vazby mezi Zn<sup>2+</sup> kationty a –COOH skupinami<sup>10</sup>, a lze proto očekávat zvýšení chemické odolnosti příslušného polymerního filmu.

Cílem práce bylo připravit dlouhodobě stabilní jednosložkové pojivo vodou ředitelných nátěrových hmot na bázi samosíťujícího latexu a nanostrukturního ZnO, které vykazuje při výrazně sníženém obsahu ZnO hygienický účinek, ale také vysokou chemickou odolnost, lesk a transparentní charakter realizovaných nátěrových povlaků. Začlenění nanostrukturního ZnO do pojiva probíhalo ve fázi syntézy latexu prováděné technikou semikontinuální emulzní polymerace. Byl sledován vliv obsahu nanostrukturního ZnO v polymerním pojivu na stabilitu latexu při skladování a především na antibakteriální účinek nátěrových povlaků.

#### Experimentální část

##### Materiály

K syntéze pojmů na bázi samosíťujících latexů a nanostrukturního ZnO byly použity tyto monomery: methylmethakrylát (MMA), *n*-butyl-akrylát (BA), kyselina methakrylová (KMA) a diacetonakrylamid (systematicky *N*-(1,1-dimethyl-3-oxo-butyl)prop-2-enamid, DAAM). Monomery byly zakoupeny od Sigma-Aldrich (ČR) stejně jako síťující činidlo, tj. dihydrazid kyseliny adipové (ADH). Jako emulgátor byl použit Disponil FES 993 (BASF, ČR), jako iniciátor sloužil peroxodisíran amonný (Henkel, ČR). Nanostrukturní ZnO bez povrchové úpravy pod obchodním názvem NanoTek® (Alfa Aesar, Fisher Scientific, ČR) ve formě jemného prášku vykazoval průměrnou velikost sekundárních částic, tvořených aglomerovanými nanočásticemi, v řádu desítek μm a průměrnou velikost primárních částic 40–200 nm (viz obr. 1).



Obr. 1. Morfologie nanostrukturalního ZnO pomocí SEM při různém zvětšení: a) 17 300×, b) 173 000×

### Syntéza a hodnocení pojiv na bázi samosíťujícího latexu a nanostrukturalního ZnO

Technikou emulzní polymerace byly připraveny strukturované latexy lišící se výchozí zásadou nanostrukturalního ZnO. Do polymerní struktury latexových částic byly zavedeny pomocí kopolymerace DAAM karboxylové skupiny, aby byla umožněna samosíťující reakce s ADH. Zastoupení jednotlivých monomerů bylo zvoleno tak, aby se teplota skelného přechodu výsledného kopolymeru pohybovala okolo 10 °C.

Latexy byly připravovány ve skleněné čtyřhrdlé reakční nádobě opatřené míchadlem, přívodem inertního plynu a chladičem při teplotě 85 °C. Nejprve byla připravena emulze monomerů pro syntézu jádra latexových částic. Do emulgační baňky opatřené míchadlem bylo předloženo 37 g destilované vody, 3,7 g emulgátoru, 0,2 g peroxidisíranu amonného, 21 g MMA, 26,5 g BA a 2,5 g KMA. Mícháním byla vytvořena emulze monomerů. Poté bylo do reakční nádoby předloženo 35 g destilované vody, 0,25 g emulgátoru a 0,2 g peroxidisíranu amonného. Po vyhřátí na teplotu 85 °C byla do reakční nádoby za neustálého míchání přikapávána po dobu 60 min emulze monomerů určená pro vytvoření jádra polymerních částic. Dále byla připravena emulze monomerů pro syntézu obalu latexových částic obsahující nanostrukturalní ZnO. Do emulgační baňky opatřené míchadlem bylo předloženo 15 g destilované vody, 0,2 g peroxidisíranu amonného, 3,5 g emulgátoru, 20,5 g MMA, 26 g BA, 1 g KMA a 2,5 g DAAM. Mícháním byla vytvořena emulze monomerů. Dále byla připravena vodná suspenze nanočástic ZnO předložením příčinného množství nanostrukturalního ZnO (0,5; 1; 1,5 a 2 g) do 40 g destilované vody. Pro podpoření rozrušení aglomerátů tvořených nanočásticemi ZnO byla vodná suspenze ZnO dispergována pomocí dispergátoru T18 digital ULTRA TURRAX (IKA Works, Německo) při 14 000 rpm po dobu 20 min a poté ponechána 1 h

v ultrazvukové lázni. Takto ošetřená vodná suspenze ZnO byla následně přilita k emulzi monomerů určené pro syntézu obalu latexových částic. Mícháním byla vytvořena emulze monomerů obsahující anorganické nanočástice, které byly mícháním udržovány ve vznosu. Po dokončení přikapu emulze monomerů tvořících jádro polymerních částic byla ponechána reakční směs polymerovat po dobu dalších 15 min a poté bylo do reakční nádoby spuštěno dávkování emulze monomerů, obsahující nanostrukturalní ZnO, určených pro syntézu obalu latexových částic. Doba reakční směs ponechána polymerovat po dobu 2 hodin. 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 a poté bylo jeho pH upraveno na hodnotu 8,5 pomocí 10% vodného roztoku amoniaku. Samosíťující latex vznikl předložením 1,25 g ADH ve formě 10% vodného roztoku. Obsah sušiny takto připraveného samosíťujícího latexu byl přibližně 40 hm. %.

Po syntéze latexu byl stanoven obsah koagulátu, který byl vypočten pomocí vzorce:

$$\text{koagulát (\%)} = 100 \times M_K / (\text{obsah sušiny} \times M_L + M_K)$$

kde  $M_K$  je hmotnost koagulátu a  $M_L$  je hmotnost přefiltrovaného latexu. Metodou dynamického rozptylu světla (DLS) na přístroji Zeta Sizer Nano ZS (Malvern Instruments, Velká Británie) byla na základě měření průměrné velikosti latexových částic a zeta potenciálu hodnocena koloidní stabilita samosíťujících latexů jednak po dokončení syntézy, jednak po vystavení působení teploty 50 °C po dobu 60 dní.

### Příprava a hodnocení nátěrových povlaků

Připravená pojiva byla pomocí nanášecího pravítka aplikována na skleněné panely (tloušťka mokrého filmu

120 µm). Nátěrové povlaky vysychaly v klimatizované místnosti při teplotě  $23 \pm 1$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $45 \pm 5$  % po dobu 7 dní. Poté byly testovány z hlediska tvrdosti dle Persoze na kyvadlovém přístroji Automatic 500 (BYK-Gardner, Německo), odolnosti vůči působení methylethylketonu (MEK) dle ASTM D 4752 a lesku pomocí leskoměru Micro TRI Gloss (BYK Gardner, Německo) při geometrii 60°.

V nátěrových povlácích byl zjišťován obsah nanočástic ZnO na základě stanovení obsahu Zn metodou emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) na přístroji Thermo Scientific iCAP 7000 Series (Thermo Fisher Scientific, Německo). Z výsledků ICP-OES analýzy byla následně vypočtena efektivita začlenění nanostrukturního ZnO dle vzorce (1):

$$\text{efektivní začlenění ZnO [\%]} = \frac{\text{obsah Zn [mg/kg]} \times M(\text{ZnO}) \times 0,01}{M(\text{Zn}) \times \text{násada ZnO vzhledem k monomerům [hm.\%]}} \quad (1)$$

přičemž efektivita začlenění ZnO např. 76,2 % vyjadřuje, že 0,762 g z 1 g násady nanostrukturního ZnO bylo stabilně přítomno v připraveném latexu a 0,238 g bylo zachyceno v koagulátu.

Rovněž byla sledována struktura nátěrového filmu na ploše lomu pomocí skenovací elektronové mikroskopie (SEM) na přístroji LYRA 3 (Tescan, Česká republika). Analyzován byl vzorek s nejvyšším předpokládaným obsahem nanostrukturního ZnO.

Dále byly hodnoceny antibakteriální účinky nátěrových povlaků vůči bakteriím *Staphylococcus aureus* CCM 2022, *Pseudomonas aeruginosa* CCM 3955 a *Escherichia coli* CCM 3954. K tomuto účelu byl na filtrační papír (Munkel Filtrak 391), který byl před nanesením nátěru sterilizován UV zářením po dobu 30 min, pomocí štětce aplikován ve čtyřech na sebe kolmých vrstvách latexový nátěr. Mezi nanášením jednotlivých vrstev byl udržován časový odstup 2 h. Vícevrstvý nátěrový povlak pak vysychal v klimatizované místnosti při teplotě  $23 \pm 1$  °C v předem sterilizované Petriho misce po dobu 7 dní. Bakteriální suspenze z 24hodinových kultur testovaných bakterií byly připraveny ve fyziologickém roztoku tak, aby stupeň zákalu odpovídal 0,5 stupni McFarlandovy zákalové stupnice ( $1,5 \cdot 10^8$  cfu/ml). Postupným desítkovým ředě-

ním byla suspenze  $5 \times$  naředěna a z tohoto ředění bylo 0,1 ml suspenze rozetřeno L-hokejkou na povrch BHI agaru. Na živné médium byly poté sterilně umístěny čtverce filtračního papíru s testovaným nátěrovým povlakem a Petriho misky byly inkubovány 24 h v termostatu při 37 °C. Po inkubaci bylo vyhodnoceno procento nárůstu bakteriálních kolonií na testovaném čtverci nátěru. Poté byl hodnocen i nárůst bakterií po otisknutí nátěru na sterilní živnou půdu v Petriho misce. Procento nárůstu bylo vyjádřeno vzhledem ke kontrolnímu vzorku, který představoval filtrační papír bez nátěru, inkubovaný stejným způsobem. Všechny analýzy byly provedeny v tripletu.

## Výsledky a diskuse

Charakteristické vlastnosti připravených pojev z pohledu koloidní stability a dlouhodobé skladovatelnosti v souvislosti s výchozí násadou nanostrukturního ZnO jsou uvedeny v tab. I. Bylo zjištěno, že pokud byly nanočástice ZnO použity jako součást polymeračního systému, docházelo s jejich rostoucí násadou k mírnému zvyšování obsahu koagulátu i k poklesu absolutní hodnoty zeta potenciálu, což vypovídá o snížení koloidní stability latexů během syntézy. Zároveň bylo u připravených latexů s rostoucí násadou nanostrukturního ZnO pozorováno zvýšení pH ze silně do slabě kyselé oblasti. Tyto jevy pravděpodobně souvisí jednak s hydratací povrchu nanočástic ZnO vedoucí k jejich pokryvu vrstvou nerozpustného  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  a k uvolnění iontů  $\text{Zn}^{2+}$  a  $\text{OH}^-$  (rozpustnost ZnO ve vodě při 20 °C je 0,00016 g/100 ml), jednak s tvorbou ve vodě rozpustného síranu zinečnatého ( $\text{ZnSO}_4$ ), který mohl vznikat reakcí ZnO, popř.  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , s  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , nacházející se v disperzním prostředí latexu jako produkt reakce iniciátoru s vodou. Testování dlouhodobé stability a skladovatelnosti pojev ukázalo, že u žádného z připravených latexů nebylo zaznamenáno významné zvýšení velikosti částic ani pokles absolutní hodnoty zeta potenciálu vlivem dlouhodobého působení zvýšené teploty. Naopak bylo zjištěno, že u všech vzorků došlo při skladování k nárůstu absolutní hodnoty zeta potenciálu, což vypovídá o zvýšení koloidní stability. Vzhledem k výsledným hodnotám zeta potenciálu (v rozsahu  $-47,7$  až  $-37,5$  mV) lze všechna připravená pojeva považovat za dlouhodobě stabilní.

Vzorek	Násada ZnO [hm. %] <sup>a</sup>	Obsah koagulátu [%]	pH	Velikost částic [nm]		Zeta potenciál [mV]	
				počáteční stav	po skladování	počáteční stav	po skladování
L 0	0,0	0,25	2,10	103,2±0,4	104,8±0,8	-39,9±1,1	-47,7±1,3
L 0.5	0,5	0,52	5,71	98,5±0,9	98,8±1,2	-38,1±0,5	-45,4±2,7
L 1	1,0	0,62	5,99	92,6±0,6	94,0±0,9	-32,4±1,3	-42,9±0,9
L 1.5	1,5	0,77	6,03	87,7±0,8	88,2±0,8	-32,0±1,1	-45,7±2,6
L 2	2,0	1,07	6,22	98,8±1,1	99,3±1,3	-29,0±0,9	-37,5±2,1

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

Tabulka II  
Charakteristické vlastnosti nátěrových povlaků

Vzorek	Obsah Zn [mg/kg]	Efektivita začlenění ZnO [%] <sup>a</sup>	Lesk [%]	Tvrdost [%]	MEK odolnost [s]
L 0	0	–	81,6±0,1	29,5±0,2	23
L 0.5	3752	93,4	83,4±0,2	28,7±0,3	201
L1	6120	76,2	82,8±0,2	27,2±0,5	>300
L 1.5	7122	59,1	81,2±0,3	27,6±0,4	>300
L 2	8741	54,4	83,0±0,1	27,4±0,3	>300

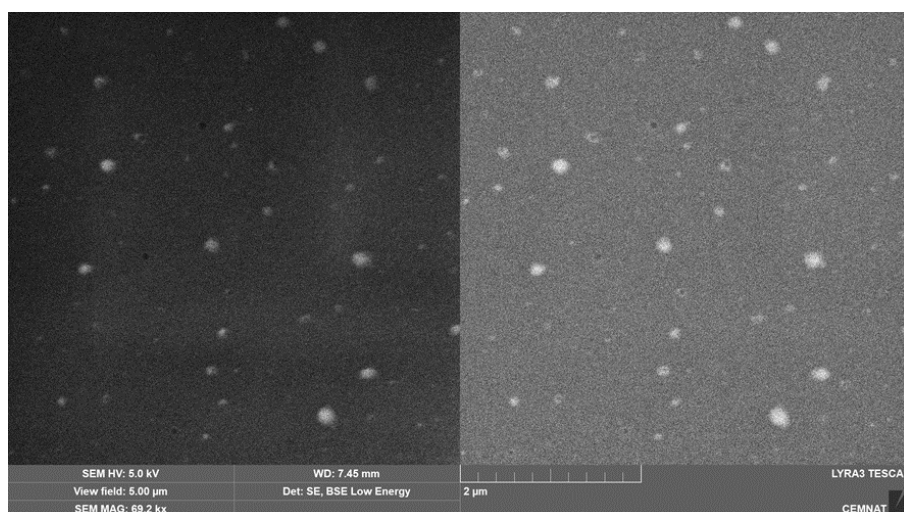
<sup>a</sup> Vypočteno za zjednodušujícího předpokladu, že zinečnaté sloučeniny mají pouze povahu ZnO, dle vztahu (1) v textu

Součástí hodnocení připravených poživ bylo také testování vysušených nátěrových povlaků z hlediska obsahu Zn pomocí metody ICP-OES (viz tab. II). Bylo potvrzeno, že s rostoucí násadou nanostrukturního ZnO, zavedenou do polymeračního systému, se zvyšoval v nátěrových filmech obsah zinečnatých sloučenin, majících pravděpodobně charakter nanočástic ZnO pokrytých vrstvou ve vodě nerozpustného Zn(OH)<sub>2</sub>, přičemž určitý podíl Zn se mohl vyskytovat také ve formě vodorozpustného ZnSO<sub>4</sub>. Na základě výsledků ICP-OES byla rovněž vypočtena efektivita začlenění nanostrukturního ZnO do latexu. Ukázalo se, že s rostoucí násadou nanostrukturního ZnO klesal podíl zinečnatých sloučenin stabilně začleněných do disperzního prostředí připravených latexů a naopak rostl podíl nanočástic na bázi ZnO zachycených ve formě koagulátu.

Pomocí SEM byla také ověřována přítomnost a rozmístění nanočástic na bázi ZnO v připravených nátěrových povlácích. Snímek povrchu lomu nátěrového filmu vycházejícího ze samosíťujícího latexu L 2, u něhož byla dle ICP-OES zjištěna nejvyšší koncentrace Zn, pořízený

v režimu sekundárních a zpětně odražených elektronů, je představen na obr. 2. Záznam získaný pomocí sekundárních elektronů (vlevo) charakterizuje především topografii sledovaného vzorku, zatímco záznam zpětně odražených elektronů (vpravo) vyjadřuje elementární kontrast (resp. materiálové složení vzorku). Analýza SEM prokázala, že v polymerní latexové matrici byly pravidelně rozmístěny materiálově odlišné sférické částice o velikosti v řádu desítek až stovek nanometrů, přičemž jejich maximální velikost byla okolo 200 nm. S velkou pravděpodobností se jedná o nanočástice na bázi ZnO. Lze tedy konstatovat, že začlenění nanostrukturního ZnO pomocí výše popsaného laboratorního postupu zajistilo kvalitní dispergaci a pravidelné rozmístění zinečnatých nanočástic v polymerní matrici, což je nutnou podmínkou pro zachování transparentního charakteru nátěrových povlaků.

Nátěrové povlaky byly rovněž hodnoceny z hlediska typických lakařských vlastností, jako jsou lesk, tvrdost a chemická odolnost vůči působení MEK, které jsou rovněž zaznamenány v tab. II. Všechna připravená poživ



Obr. 2. SEM snímek povrchu lomu nátěrového filmu vzorku L 2 pořízený v sekundárních (vlevo) a zpětně odražených elektronech (vpravo)

Tabulka III

Antibakteriální účinky nátěrových filmů vůči *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Escherichia coli*

Vzorek	Obsah ZnO [hm. %] <sup>a</sup>		Nárůst bakterií na ploše nátěru [%]			Nárůst bakterií na živné půdě po otisku nátěru [%]		
	pojivo	povlak	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>
L 0	0	0	100	100	100	100	100	100
L 0.5	0,19	0,47	55	85	75	90	100	100
L1	0,30	0,76	0	0	0	75	100	95
L 1.5	0,36	0,89	0	0	0	55	95	75
L 2	0,44	1,09	0	0	0	50	90	70

<sup>a</sup> Reálná koncentrace ZnO v pojivu, popř. v suchém nátěrovém povlaku, na základě výsledků ICP-OES za zjednodušujícího předpokladu, že stanovený Zn je přítomen pouze ve formě ZnO

poskytovala transparentní nátěrové povlaky bez povrchových vad, což dokládají vysoké hodnoty lesku nezávislé na obsahu nanočástic ZnO, resp. sloučenin na bázi nanostrukturního ZnO. Dále se ukázalo, že obsah nanočástic ZnO měl vliv na tvrdost a zejména na chemickou odolnost nátěrů. Mírný pokles tvrdosti s jejich rostoucí koncentrací pravděpodobně souvisí s hydroplastifikací latexového polymeru, kterou lze objasnit přítomností OH<sup>-</sup> iontů v disperzním prostředí latexu, které vznikly rozpuštěním určitého podílu ZnO a které ionizovaly karboxylové skupiny vázané v polymerních řetězcích, čímž došlo ke zvýšení podílu molekulárně vázané vody v emulzním polymeru. Výrazné zvýšení chemické odolnosti nátěrových povlaků s rostoucím obsahem nanočástic ZnO naopak nasvědčuje zvýšení síťové hustoty, které bylo zřejmě způsobeno tvorbou iontových vazeb mezi Zn<sup>2+</sup> kationty a karboxylovými skupinami latexového polymeru.

Připravená pojiva byla posuzována také na základě antibakteriálního účinku realizovaných nátěrových povlaků v souvislosti s reálnou koncentrací nanočástic ZnO (resp. zinečnatých sloučenin) ve vysušeném nátěrovém filmu, popř. v latexovém pojivu. Z tab. III vyplývá, že v případě hodnocení nárůstu bakterií na ploše nátěru byl s rostoucím obsahem nanostrukturního ZnO zaznamenán nárůst antibakteriálního působení, kdy u koncentrace zinečnatých sloučenin v suchém nátěru odpovídající 0,47 hm.% ZnO byl zjištěn částečný inhibiční účinek a od koncentrace 0,76 hm.% ZnO v nátěru již nátěrové povlaky zcela inhibovaly růst všech tří kmenů bakterií. Nicméně i u těchto vzorků byl po otisku testovaného nátěru na sterilní živnou půdu po 24hodinové inkubaci zjištěn nárůst bakterií v místě otisku, přičemž plocha nárůstu bakteriálních kolonií se s rostoucí koncentrací nanočástic ZnO snižovala. Můžeme tedy konstatovat, že testované nátěrové povlaky vykazují bakteriostatický účinek, který se zvyšuje s rostoucí koncentrací nanostrukturního ZnO v latexovém pojivu.

## Závěr

Byla připravena pojiva na bázi samosítňujícího latexu, využívajícího keto-hydrazidové síťování, a nanostrukturního ZnO, přičemž začlenění nanostrukturního ZnO do pojiva probíhalo ve fázi syntézy latexu prováděné technikou semi-kontinuální emulzní polymerace. Byl sledován vliv výchozího obsahu nanostrukturního ZnO (0,5–2 hm.% vzhledem k celkové násadě akrylátových monomerů) na koloidní stabilitu latexu i výsledné vlastnosti nátěrových povlaků. Bylo zjištěno, že všechny připravené samosítňující latexy bez ohledu na obsah nanostrukturního ZnO vykazovaly dlouhodobou skladovatelnost, poskytovaly transparentní a vysoce lesklé nátěrové filmy, které při výchozí násadě ZnO v rozmezí 1–2 hm.% (vzhledem k akrylátovým monomerům), odpovídající koncentraci ZnO ve výsledném pojivu přibližně 0,3–0,45 hm.%, vynikaly vysokou chemickou odolností a vykazovaly bakteriostatický účinek. Tyto latexy mohou nalézt využití jako transparentní laky nebo pojiva pigmentovaných nátěrových hmot určených pro interiérové hygienické nátěry zejména ve veřejných prostorách, jako jsou školy, pečovatelská zařízení nebo hotely.

## Seznam použitých zkratk

ADH	dihydrazid kyseliny adipové
BA	<i>n</i> -butyl-akrylát
DAAM	diacetonakrylamid, tj. <i>N</i> -(1,1-dimethyl-3-oxo-butyl)prop-2-enamid
ICP-OES	emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
KMA	kyselina methakrylová
<i>M</i>	relativní molekulová hmotnost
MEK	methylethylketon
MMA	methyl-methakrylát
SEM	skenovací elektronová mikroskopie

## LITERATURA

1. Koukiotis C. G., Karabela M. M., Sideridou I. D.: *Prog. Org. Coat.* 75, 106 (2012).
2. Kessel N., Illsley D. R., Keddie J. L.: *J. Coat. Technol. Res.* 5, 285 (2008).
3. Machotová J., Stránská E., Škorňok J.: *Chem. Listy* 112, 620 (2018).
4. Pasquet J., Chevalier Y., Pelletier J., Couval E., Bouvier D., Bolzinger M. A.: *Colloid Surf. A: Phys. Eng. Asp.* 457, 263 (2014).
5. Liu Y., He L., Mustapha A., Li H., Hu Z. Q., Lin M.: *J. Appl. Microbiol.* 107, 1193 (2009).
6. Stoimenov P. K., Klinger R. L., Marchin G. L., Klambunde K. J.: *Langmuir* 18, 6679 (2002).
7. Hochmannová L., Vytřasová J.: *Chem. Listy* 104, 940 (2010).
8. Hochmannová L., Vytřasová J.: *Prog. Org. Coat.* 67, 1 (2010).
9. Blinova I., Ivask A., Heinlaan M., Mortimer M., Kahru A.: *Environ. Pollut.* 158, 41 (2010).
10. Taylor J. W., Winnik M. A.: *JCT Res.* 1, 163 (2004).

**J. Machotová<sup>a</sup>, A. Kalendová<sup>a</sup>, M. Pejchalová<sup>b</sup>, M. Danková<sup>a</sup>, and J. Palarčík<sup>c</sup>** (<sup>a</sup>*Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials, University of Pardubice*, <sup>b</sup>*Department of Biological and Biochemical Sciences, University of Pardubice*, <sup>c</sup>*Institute of Environmental and Chemical Engineering, University of Pardubice*): **Self-Crosslinking Latexes with Antibacterial Effect and Chemical Resistance of Coatings**

This paper deals with a facile fabrication of self-crosslinking acrylic latex coating binders comprising embedded nanoparticles originated from ZnO in the role of biocide agent. The incorporation of nanostructured ZnO 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 assessed 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 ZnO (related to monomers) provided coatings with enhanced solvent resistance and bacteriostatic effect.

Keywords emulsion polymerization, latex, zinc oxide, biocide