



Obr. 4

hmota je jednoduše ožíví přidáním další vrstvy, která opět bleskově zapenetruje do povrchu, posílí ochranné působení stávajícího nátěru a ožíví jeho vzhled, aniž by zároveň dřevo uzavírala. Dřevo přitom zůstává dřevem, což oceňují opět zejména památkáři a pracovníci lidových skanzenů, kteří jsou velmi častými a pravidelnými uživateli Karbolinea extra.



Obr. 5

Tradiční zápach je zcela eliminován a omezen pouze na dobu zasychnutí. Po vytvrzení je nátěr zcela bez zápachu a bez škodlivých výparů.

Tímto je umožněno jeho použití také v interiéru. Je potěšující, že nové Karbolinea extra přijali nejen jeho tradiční uživatelé, jako například tesaři, truhláři, natěrači, ale že si nachází stále nové příznivce z řad restaurátorů, výrobců dřevěných šindelů, majitelů historických roubenek, ale i moderních dřevostaveb, kteří již nejsou zatíženi vzpomínkami na původní levný nátěr (obr. 1-5). Vždyť i například dřevěná fasáda na moderní architektuře může mít atraktivní barevný odstín a přitom vypadat přirozeně a zároveň být dokonalou ochranou před všemi extrémními dnešního nestálého klimatu. Nová nátěrová hmota podléhá pravidelnému certifikačnímu dozoru. Bylo na ni vydáno Stavebně technické osvědčení č. 811/11 a její biocidní účinnost a ochranné vlastnosti jsou pravidelně kontrolovány Výzkumným a vývojovým ústavem dřevařským v Praze. ■

Ovlivnění nátěrů na podlahové konstrukce pomocí nanočástic

✦ Ing. Zdeněk Vávra

Povrchová ochrana konstrukcí průmyslových podlah je v současné době běžnou záležitostí. Se zvyšujícími se nároky na veškeré moderní produkty rostou požadavky i na tyto povrchové úpravy a to zejména co se týká jejich odolnosti proti opotřebení i co se týká jejich bariérových vlastností v náročných provozech. Epoxidové pryskyřice dotované nanofilery tyto požadavky splňují i při menších výsledných tloušťkách povrchových úprav.

Vzhledem k tomu, že dochází k neustálému zlepšování vlastností všech používaných materiálů ve

stavební výrobě, není překvapivým, že se tento trend dotkl i nátěrových hmot. Vlastností, které investor příp. dodavatel od nátěrů na betonové konstrukce požaduje, je celá řada. Vedle estetické funkce a nejrůznějších typů odolnosti samotného nátěrového systému se jedná také o ochranu betonové konstrukce, která je pro nátěr podkladem, a v neposlední řadě co nejdelší funkčnost a životnost použitého výrobku. Veškeré tyto vlastnosti je možné ovlivňovat pomocí úpravy formulace nátěrů. Taty úpravy je však nutné podložit teoretickými

znalostmi a možnostmi testovat provedené úpravy.

Použití NH

U konstrukcí, kde je ze statických případně jiných důvodů využito vynikajících vlastností oceli při namáhání v tahu, je potřeba vzít v úvahu vedle výše uvedených požadavků na nátěrové hmoty ještě ochranu výztuže uvnitř betonové konstrukce po celou dobu její životnosti. Výztuž je zdánlivě dostatečně chráněna samotným betonem, ale za určitých okolností může dojít k narušení této ochrany. Právě aplikací nátěrových hmot na železobetonové konstrukce je možné riziko poškození konstrukce oddálit a při zodpovědné údržbě mu zamezit na celou dobu životnosti železobetonové konstrukce. Příčinou narušení ochrany výztuže betonem je proces tzv. karbonatace.

Pokud se budeme zabývat podlahovými konstrukcemi, ty jsou oproti konstrukcím stropů nebo konstrukcím stěnovým navíc přímo zatěžovány užitným zatížením, které je reprezentováno pojezdy nejrůznějších vozidel, přepravních prostředků a chůzí

osob. Povrchové úpravy proto musí, vedle výše popsaných vlastností, mít zvýšenou povrchovou tvrdost a houževnatost, resp. odolnost proti obrusu. Dalšími sledovanými vlastnostmi jsou rovinnost, kluznost povrchu, omyvatelnost a další.

Testování nátěrových hmot

Všechny výše uvedené vlastnosti je možno u nátěrových hmot zlepšovat a to dotováním nejrůznějšími druhy nanočástic. Vzhledem k tomu, že oblast nanotechnologií je poměrně nová a normově není zcela podchycena, bylo potřeba na počátku řešení projektu prověřit legislativní a normativní podklady, které je možné použít k hodnocení vlastností nátěrových hmot dotovaných nanofilery. Pro upřesnění této metodiky testování a srovnání v budoucnu „vylepšených“ nátěrů byly zvoleny referenční nátěrové hmoty zahraničních i tuzemských výrobců. Byly použity tři zástupci nátěrů na bázi epoxidových pryskyřic a jeden zástupce z řady polyuretanových nátěrů. Nátěrové hmoty jsou standardně zkoušeny „lakařskými“ metodami ve fázi formulace (výrobce) a „stavařskými“ metodami „in-situ“ se ověřuje zda nátěr nanesený na konkrétní konstrukci tyto vlastnosti opravdu splňuje.

Tento příspěvek se zaměřuje na zkušební metody prováděné v terénu (in-situ) na skutečné konstrukci, nebo v laboratoři na podkladních tělesech skutečnou konstrukci simulujících (tyto metody lze zařadit mezi tzv. stavařské). Ty jsou zaměřené především na ověření kvality nátěrů těsně po aplikaci, čili v počátcích životnosti. Komplexní metodika zkoušení nátěrových hmot není ve stavařské oblasti ustálena. Vhodnost použití jednotlivých stávajících zkušebních metod na nátěrové hmoty s vlastnostmi vylepšenými nanočásticemi byla ověřována studiem dostupných podkladů z různých zdrojů. Právě vzhledem k tomu, že oblast nanotechnologií je poměrně mladým odvětvím, je v této oblasti nejobsáhlejším zdrojem informací internet. Zde je možné získávat informace nejen z elektronických médií, ale rovněž z různých zpráv nejrůznějších institucí, které se

v této oblasti angažují. Dále se sběr poznatků zaměřil i na zkušenosti použití nanočástic v jiných oborech stavební praxe než jsou pouze nátěrové hmoty a samozřejmě bylo hledáno i v jiných odvětvích.

Pro ověření vlastností nátěrových hmot s přídavkem nanočástic byla vytvořena referenční reálná betonová podlahová konstrukce. Podlahové konstrukce jsou v oblasti stavebnictví významným zástupcem mezi celkově realizovanými konstrukcemi a zároveň jsou vystaveny poměrně velkému namáhání. Účelem bylo, kromě provádění testů nátěrů na reálné konstrukci, rovněž pozorování trvanlivosti nátěrů a případných změn jejich vlastností.

Pro ověření vlivu nanočástic na NH byly vybrány dvě oblasti zkoušení, které mají výrazný vliv na použití NH a zároveň jsou vzorem pro možnosti ovlivnění dalších vlastností. Jedná se o zkoušku tzv. valivým obrusem a testování bariérových vlastností, především odolnosti proti prostupu vzdušného CO₂.

Metoda tzv. valivého obrusu

Cílem zkoušky je zjistit odolnost nátěrové konstrukce nejen proti obrusu, ale i rázovou houževnatost a odolnost dynamickým účinkům (obr. 1 a 2 – Přístroj pro zkoušku „valivým obrusem“ – detail na pojízďecí mechanismus).

Nátěr je při zkoušce zatěžován pojížděním ložiskových kuliček při relativně velkém zatížení po svém povrchu stálou rychlostí a po volitelný časový interval. Po skončení času zatěžování je vizuálně zhodnocen povrch a měřena hloubka „probrusu“ případně procento poškození zatěžo-



Obr. 2

vané plochy zkoušeného nátěru. Také je možné určit množství odstraněného materiálu. Nahrazuje se jím pojíždění podlah naloženými vozíky s kolečky z tvrdých materiálů, jako jsou ocel nebo polyuretany. Kolový tlak způsobený lokálním zatížením těmito přepravními prostředky mnohonásobně převyšuje uvažované plošné zatížení. (obr. 3 a 4 – Poškození nátěru po zkoušce „valivým obrusem“).

Právě zkouška „valivým obrusem“ by měla přinést výsledky, které při běžném testování nátěrových hmot není možné získat. Vzorky nátěrů, které se jeví v laboratorních podmínkách i v ostatních zkouškách na reálné konstrukci slibně, mohou být touto zkouškou více prověřeny. Pro testování podlahových konstrukcí a nátěrů na nich není prakticky žádná dostupná zkouška, která by se svým pojetím blížila reálnému zatížení podlahových konstrukcí. Souběžně se pracuje na několika obdobných zařízeních, která se vzájemně liší celkovou hmotností a stopou, kterou zanechávají.

Přístroj byl vyvinut v rámci tohoto výzkumného programu z potřeby co nejvěrněji simulovat skutečný stav zatěžování na základě provedených rešeršních prací testování nátěrů a zahraničních poznatků, předpisů a norm. [6., 8., 12.]



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 4

Testování bariérových vlastností

Mezi základní vlastnosti nátěrových hmot na betonové konstrukce je jejich schopnost propouštět nejrůznější média z okolí k povrchu betonové konstrukce a zároveň na některá média působit jako bariéra. Hlavními bariérovými vlastnostmi, které jsou u nátěrových hmot na betonové konstrukce sledovány, jsou propustnost pro vzdušné CO_2 a propustnost pro vodní páru. Obě tyto vlastnosti jsou relativně důležitým faktorem, který ovlivňuje použitelnost a celkovou životnost betonové konstrukce.

Propustnost pro vodní páru

Propustnost pro vodní páru je definována bezrozměrným koeficientem difúzního odporu $m_{\text{H}_2\text{O}}$, potažmo tzv. ekvivalentní difúzní tloušťkou ($S_{\text{D,H}_2\text{O}}$). Ekvivalentní difúzní tloušťku lze zjednodušeně popsat tak, že vztahuje odpor nátěru proti prostupu vodní páry (příp. CO_2) k odporu vzduchu s odpovídající tloušťkou. V případě prostupu vodní páry by ekvivalentní difúzní tloušťka měla být $S_{\text{D,H}_2\text{O}} < 2$ m. Větší odpor pro pro-

stup vodní páry může mít zásadní vliv na odvod vody z přirozeně vlhké betonové konstrukce a případně vliv na její odolnost proti mrazovému poškození. Zkouška propustnosti pro vodní páru je prováděna dle ČSN 73 2580.

Propustnost pro vzdušný CO_2

Propustnost nátěru pro vzdušný CO_2 má zásadní význam pro ochranu železobetonových konstrukcí proti karbonataci betonu. Vzhledem k tomu, že pevnost betonu v tahu je řádově nižší než v tlaku, je v betonových konstrukcích k přenesení tahových napětí využíváno ocelových vložek (výztuží), které přenášejí tato napětí místo betonu. Použití ocelové výztuže je v mnoha směrech výhodné (možnost tvarování, blízký koeficient teplotní roztažnosti k betonu, dobrá soudržnost s betonem atd.), ale má i některé nevýhody. Jednou z nich je koroze ocelové výztuže vystavené vlivům prostředí. Korozi dochází k postupnému narušování struktury ocelového prutu, postupnému odlučování a odpadu šupinek zkorodované oceli a tím celkovému oslabení průřezu výztuže.

Integrální volumetrická metoda

Samotná měření byla prováděna integrální volumetrickou metodou, která přináší reprodukovatelné výsledky. Jednotlivá měření v průběhu řešení byla zaměřena na výběr perspektivních nátěrových systémů

vhodných pro použití jako bariérových vrstev na betonové konstrukce. Obecným kritériem pro určení dostatečných bariérových vlastností je hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky alespoň 50 m. Tato hodnota je odvozena od požadavku, aby nátěrové systémy měly desetinásobnou účinnost než samotná krycí vrstva betonu nad výztuží.

Koeficient difúzního odporu (m_{CO_2}) betonu v závislosti na jeho kvalitě (hutnost, pórovitost apod.) je uváděn v rozmezí 200 – 300. Při použití průměrné hodnoty difúzního odporu 250 a předpokládané základní tloušťky krycí vrstvy nad výztuží 20 mm, dostaneme ekvivalentní difúzní tloušťku vzduchu pro 20 mm krycí vrstvu betonu 5 m. Z toho plyne, že pro efektivní ochranu železobetonových konstrukcí proti vzdušnému CO_2 pomocí tzv. sekundárních prostředků je nutné požadovat od daného nátěru ekvivalentní difúzní tloušťku ($S_{\text{D,CO}_2}$) alespoň výše zmíněných 50 m.

Pro samotná měření, která mají mít přiměřenou reprodukovatelnost je nezbytné připravovat syntetickou směs čistého vzduchu s obsahem 10 % objemových CO_2 .

Sorpční činidlo, kterým je koncentrovaný roztok hydroxidu draselného, je ve stanovených časových intervalech odebráno z měrného kelímku, rozloženo kyselinou chlorovodíkovou a objem uvolněného CO_2 je změřen byretou s vysokou přesností. Po přepočtu na standardní teplotní a tlakové podmínky je možno takto

BETOSAN[®]

DRŽITEL CERTIFIKÁTU ČSN EN ISO 9001 A 14001



alternativa,
kterou oceníte

Materiály na bázi syntetických pryskyřic

**PENETRAČNÍ EPOXIDOVÉ NÁTĚRY
NÍZKOVISKÓZNÍ KOMPOZICE PRO NÁŠLAPNÉ
VRSTVY**

**KOMPOZICE A PLNIVA PRO VÝROBU
PLASTMALT A PLASTBETONŮ**

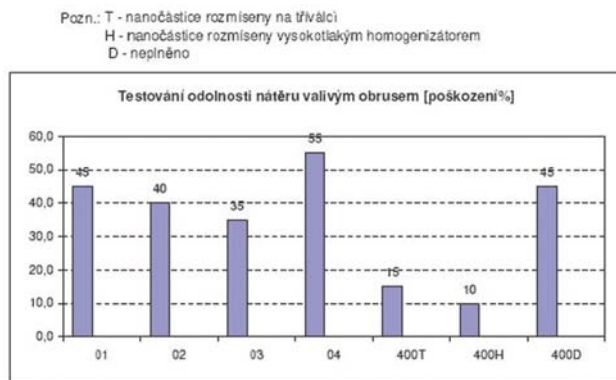
**EPOXIDOVÁ LEPIDLA A PRYSKYŘICE
PRO APLIKACI V NÁROČNÝCH PODMÍNKÁCH
INJEKTÁŽNÍ SYSTÉMY NA POLYURETANOVÉ
BÁZI**

www.betosan.cz

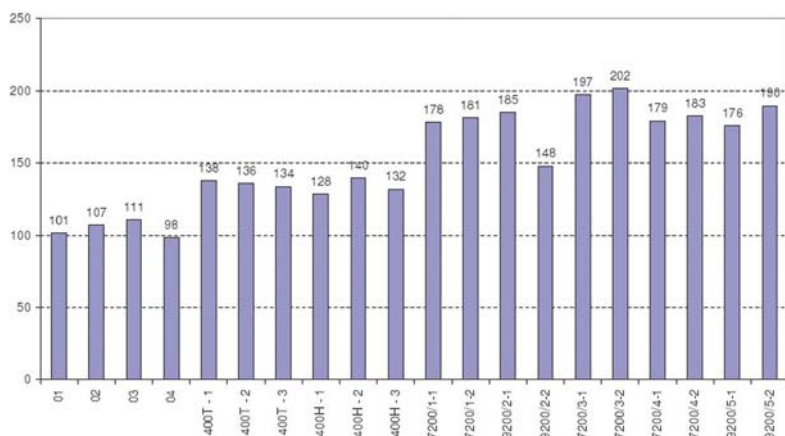
OBCHODNĚ-TECHNICKÁ KANCELÁŘ

Na Dolinách 23 tel./fax: 241 431 212

147 00 Praha 4 e-mail: paha@betosan.cz



Obr. 5



Obr. 6

stanovit hustotu difúzního toku přes proměřovanou polymerní membránu (nátěr). Jako podklad jsou využívány pórovinné obkladačky po 1. výpalu, tedy keramické porézní destičky s definovanou tloušťkou, které s procházejícím plynným médiem nereagují. Tento druh podkladního tělesa se blíží poréznoti ke struktuře betonu nebo malty.

Vzorek je zároveň po provedení měření na tomto nosiči způsobilý pro další experimenty, kam může náležet například umělé stárnutí, chemické či mechanické zatěžování nátěrového souvrství apod.

Postup zkoušení

Testování nátěrových hmot v průběhu řešení probíhalo v několika krocích. V první fázi byly vybrány vzorové komerčně dostupné referenční nátěrové hmoty, které vedle získání referenčních hodnot u ověřených systémů byly použity také k ověření zkušební metodiky.

Dále byly postupně vyvíjeny nátěrové systémy tak, aby jejich podstat-

né vlastnosti byly dotováním plniva nanočásticemi vylepšeny. Po dobu řešení byly testovány formulace založené na různých pojivových systémech (epoxidové, akrylátové) a s různou mírou plnění pojiva. Stejně tak byly obměňovány druhy použitých plniv. Pro dosažení požadovaných vlastností je mimo jiné důležitým faktorem dokonalé rozmísení nanočástic v pojivu dané formulace. Toho bylo dosahováno pomocí vysokotlakového homogenzátora, ultrazvukového dispergátoru a pomocí mísícího tříválce. Zpětnou vazbou bylo ověřováno, zda jsou jednotlivé vlastnosti porovnatelné s komerčně dostupnými nátěrovými hmotami (obr. 5 a obr. 6).

Závěr

V současné době je v našich podmínkách využívání nanočástic v nátěrových hmotách zaměřeno na použití samočistících schopností speciálně formulovaných nátěrů, jako retardérů UV záření, kvalitnější probarvení apod. Co se týká zvýšené tvrdosti

nebo bariérových vlastností, není stávající trh určitě uspokojen, přestože poptávka po podobně vylepšených nátěrech existuje.

V průběhu řešení bylo experimentálně ověřeno, že plnění nátěrů částicemi jejichž rozměry nepřesahují 100 μm se jeví jako efektivní a to jak pro zvýšení výsledné tvrdosti, tak i pro lepší bariérové vlastnosti. Při použití nanočástic o objemu jednotlivých hmotnostních procent, je možné ovlivnit výsledné vlastnosti až o desítky procent. Rovněž se ukázalo, že se zvyšující se dávkou částic v pojivu dané vlastnosti také v kladném směru rostou.

Podmínkou pro správnou funkci nátěru je pečlivý výběr částic (tvar, velikost, povrch, úprava) a jejich dokonalé rozmísení v pojivu.

Testovací metody, které byly v průběhu řešení vyvinuty a doladěny, napomohly nejen k samotnému vývoji nových materiálů, ale bude možné je využít ve stavební praxi k hodnocení aplikovaných nátěrových hmot na betonové konstrukce, nebo k jejich kvalifikovanějšímu výběru (**kontakt na str. 38**).

Citovaná a použitá literatura

1. ČSN 73 2580 „Zkouška prostupu vodních par povrchovou úpravou stavebních konstrukcí.“
2. Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí TP SSBK II, Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, Brno 2003.
3. ČSN EN 1062 – 6 „Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony – část 6: Stanovení propustnosti oxidu uhličitého“, 2003.
4. PUMPR V., VÁVRA Z.: Hodnocení prostředků sekundární ochrany železobetonu – Experimentální stanovení koeficientu odporu proti difúzi CO_2 , Beton TKS 5/2006, ISSN 12133116.
5. DIN 51 951 – „Prüfung von Bodenbelagen - Verschleissprüfung bei Trocken-Roll-Verschleiss (Ebener-Verfahren)“ – „Zkouška podlahových nátěrů - Zkouška odolnosti proti opotřebení při valivém obrusu za sucha“.
6. Ciria Technical Note 140 – 1993 – Standard tests for repair materials and coatings for concrete. ■