

Zkoušky stárnutí fasádních nátěrů v přírodních podmínkách

Petr KOTLÍK

ANOTACE: V článku je popsáno chování čtyř základních typů fasádních nátěrů – vápenných, silikátových, silikonových a akrylátových – při dlouhodobé expozici přírodním podmínkám. Jsou uvedeny rozdíly v jejich vzhledu, špinění i ochranné funkci po 16 letech stárnutí.

Úvod

Fasádní nátěry jsou spolu s omítkou významnou částí povrchové úpravy staveb. Ovlivňují nejen vzhled stavby, umožňují barevné členění fasády apod., ale plní i ochrannou funkci pro podkladní omítky. Nejstarší fasádní nátěry obsahovaly zpravidla stejné pojivo jako omítky, zdicí malty atd. – tedy vápno (konkrétně hydroxid vápenatý, který reakcí se vzdušným oxidem uhličitým přešel postupně na uhličitán vápenatý). S rozvojem chemie se paleta pojiv rozšiřovala. Významným krokem ve vývoji fasádních barev bylo užití vodního skla jako pojiva W. A. Keimem v poslední čtvrtině 19. století. Další bouřlivý vývoj fasádních nátěrů nastal s rozvojem syntetických polymerů. Postupně byly hledány vhodné typy polymerů, které by mohly spolehlivě plnit funkci pojiva pro další složky fasádních nátěrových hmot. První nadšení při obnově fasád památkově cenných objektů bylo v průběhu času vystřídáno skepsí až odporem k fasádním nátěrům s polymerním pojivem. Důvodem byly mimo jiné ne zcela vhodné vlastnosti prvního velmi rozšířeného polymeru – polyvinylacetátu – a fakt, že tehdejší výrobci často podceňovali některé důležité vlastnosti, které úspěšný fasádní nátěr musí mít.

Postupem doby se paleta pojiv i barevných složek vyráběných fasádních nátěrů velice rozšířila a dnes uživatelé někdy jen obtížně (často i pod vlivem reklamy, laických doporučení apod.) vybírají z bohaté nabídky výrobců. Zvláště v památkové péči bývá volba vhodného fasádního nátěru komplikovaná. K základním vlastnostem nátěrové hmoty zde přistupují i hlediska historická. Snaha používat při obnově stavby materiály, které byly používány i při jejím vzniku, často výběr vhodného materiálu značně zužuje.¹

Ponecháme-li stranou málo používané fasádní nátěry cementové a roztokové (obsahující polymerní pojivo rozpuštěné v organickém rozpouštědle), lze dnes nejčastěji používané fasádní nátěrové hmoty rozdělit podle typu hlavního pojiva do čtyř základních skupin.² Nejběžnější (a „nejobyčejnější“) jsou fasádní nátěry akrylátové (základním pojivem je vodná

disperze akrylátového kopolymeru). Druhou skupinu tvoří nátěry silikonové, obsahující vedle jiného, hlavního polymerního pojiva (zpravidla opět akrylátového kopolymeru) ještě organosiloxanový polymer, zvyšující především vodoodpudivost výsledného nátěru. Třetí skupinou jsou nátěry silikátové, hlavním pojivem je u nich draselné vodní sklo. A konečně čtvrtou skupinou jsou nátěry vápenné, významným (ale zpravidla ne jediným – viz dále) pojivem je u nich hašené vápno – hydroxid vápenatý.

V praxi jsou až na výjimky používány silikátové a vápenné nátěry modifikované, obsahující určité (někdy malé, jindy větší) množství zpravidla akrylátové disperze, která zlepšuje některé zpracovatelské i konečné vlastnosti nátěrů s anorganickým pojivem. Vyšší přítomnost polymerního aditiva naopak některé vlastnosti (propustnost pro vodní páru apod.) zhoršuje. Pro praxi je potom velmi důležité vědět, kolik modifikační akrylátové či jiné polymerní složky nátěr obsahuje. Neexistuje však přesná a závazná definice, která by určovala, jak velké množství polymerní přísady ve fasádní nátěrové hmotě se základním anorganickým pojivem je přípustné, aby ji bylo možno ještě označovat jako vápennou nebo silikátovou. Často se za takovou hranici považuje obsah modifikační přísady 5 %. Zpětné stanovení množství polymerní modifikující látky ve fasádním nátěru je dosti obtížné. Důvodem je zpravidla malé množství polymeru vedle silně převažujícího anorganického pojiva, pigmentů a plniv a navíc není obvykle v současných fasádních nátěrech modifikující přísada jedinou organickou látkou (často jsou přidávány látky potlačující růst plísní a bakterií při skladování, někdy hydrofobizující přísady apod.).

Někteří odborníci – především ti s technickým či přírodovědným vzděláním – dávají často přednost nátěrům s novými, „moderními“ pojivy a naopak někteří „tradicionalisté“, snažící se o udržování tradičních postupů a materiálů, mají k těmto produktům odpor, odůvodňovaný kromě jiného i jejich „špatným“, „nedůstojným“ stárnutím, a preferují nátěry s anorganickými pojivy, hlavně nátěry vápenné.

Informace o životnosti fasádního nátěru a jeho proměnách vlivem vnějších podmínek patří často mezi základní znalosti, podle nichž se volba vhodného produktu řídí. Bohužel objektivní informace o stárnutí fasádních nátěrů s různými typy pojiva jsou velice vzácné. Důvodů je více – praktické zkoušky v přírodních podmínkách vyžadují velmi dlouhou dobu expozice, urychlené stárnutí v klimatizačních komorách modeluje skutečné podmínky, kterým je daný nátěr (spolu s omítkou a zdívkou) vystaven, jen velmi přibližně. Chování fasádního nátěru ovlivňují i vlastnosti podkladní omítky a vlastně celé zděné konstrukce. Proto máme jen velmi zřídka možnost porovnat chování různých nátěrů za stejných nebo srovnatelných podmínek.

Z těchto důvodů byl v roce 2000 Společností pro technologie ochrany památek STOP ve spolupráci s firmou Baumit, spol. s r. o., a Ústavem chemické technologie restaurování památek VŠCHT započat dlouhodobý experiment,³ jehož cílem bylo porovnat chování základních typů fasádních nátěrů na shodné „podložce“ a ve stejných přírodních podmínkách. Dále pak posuzovat, jak se vzhled nátěrů mění a jaké typické závady se v průběhu experimentu začínou na různých nátěrových systémech objevovat. Pro zmíněný dlouhodobý experiment tehdy poskytly své výrobky firmy uvedené v tabulce 1.

■ Poznámky

1 Základní publikace k tématu: *Sborník semináře STOP: Přirozené stárnutí fasádních barev*, Praha 2003–2010. – *Sborník semináře STOP: Barva a její vnímání v památkové péči*, Praha 2000. – *Sborník semináře STOP: Barva v památkové péči*, Praha 2016. – *Zpravodaj STOP I*, 1999, č. 1 (Fasádní nátěrové hmoty). – *Zpravodaj STOP VII*, 2015, č. 1 (Stárnutí fasádních nátěrů). – *Zpravodaj STOP VII*, 2015, č. 2 (Vnímání a identifikace barev).

2 Viktor Heidingsfeld et al., *Nátěry fasád*, Praha 2002.

3 Ivan Vaněček, Parametry experimentu s fasádními barvami, in: *Sborník semináře STOP: Přirozené stárnutí fasádních barev*, Praha 2003, s. 10–12.

Tab. 1. Firmy, které poskytly své fasádní nátěry pro srovnávací experiment

Alligator CS, s. r. o., Praha
AQUA obnova staveb, s. r. o., Praha
Baumit, spol. s r. o., Brandýs n. Labem
DPC Systems, s. r. o., Brno
Erich Slupetzky, s. r. o., České Budějovice
HET, s. r. o., Ohnič u Teplic
Imesta, s. r. o., Dubá u České Lípy
Paulín CZ, s. r. o., Brno
Remmers CZ, s. r. o., Praha – Horní Počernice
Schwenk, s. r. o., České Budějovice
Stavební chemie, a. s. (nyní Stachema, a. s.), Slaný
Teluria, s. r. o., Skrchov



1

Tab. 2. Parametry vlastností vzorků nátěrových hmot

Označení vzorku	typ FNH	pH	Sušina [hm.%]	Počet nátěrů /nános [g/m ²]	s _d [m]	w [kg/m ² .h ^{0,5}]
1.1	vápenná	12,5	39,2	6/150	0,12	3,10
1.2	vápenná	12,5	22,3	2/150	0,14	2,80
1.3	vápenná	12	63,0	2/200	0,12	2,00
2.1	silikátová	12	57,5	2/200	0,11	1,10
2.2	silikátová	12	63,2	2/200	0,10	0,02
2.3	silikátová	12	61,5	2/200	0,11	0,05
3.1	silikátová	12	63,4	2/200	0,11	0,03
3.2	silikonová	8	64,2	2/250	0,12	0,03
3.3	disperzní	8	69,8	2/250	0,14	0,04
4.1	silikonová	8	62,2	2/250	0,12	0,04
4.2	silikonová	8	61,1	2/250	0,12	0,03
4.3	silikonová	9	55,9	2/250	0,18	0,02
5.1	disperzní	8	64,7	2/250	0,13	0,03
5.2	disperzní	9	61,1	2/250	0,12	0,02
5.3	disperzní	7	68,3	2/250	0,12	0,03

Podmínky experimentu

V areálu společnosti Baumit, spol. s r. o., v Brandýse nad Labem bylo v roce 2000 vyzděno pět volně stojících, stejně orientovaných zídek o rozměrech cca 150 × 150 cm. Ty byly následně omítnuty průmyslově vyráběnou jádrovou omítkou Baumit MPA 36 (tl. 16 mm) a obdobně vyráběnou vápennou štukovou omítkou, rovněž firmy Baumit (tl. 3 mm). Horní plochy zídek byly zastřešeny pozinkovaným plechem. Na omítnutých stěnách zídek otočených k jihovýchodu byly vymezeny tři svislé pruhy – zkušební plochy – široké cca 50 cm, každý pro jeden vzorek fasádního nátěru. Průmyslově vyráběný omítkový systém byl použit pro zajištění totožných vlastností u všech zkušebních ploch.

Zídky mají v úrovni terénu vodorovnou hydroizolaci, aby nebyly vystaveny působení vztlakové vlhkosti, omítka končí několik cm nad terénem. Před zatékající srážkovou vodou chrání

konstrukci zídky výše zmíněná plechová stříška (viz obr. 1).

Zvolená orientace zkušebních ploch zaručuje jejich určitou ochranu před deštěm hnaným větrem (ten v dané lokalitě přichází obvykle ze západu). Závětrná strana tedy do jisté míry kompenzuje i nevýhodu těch nátěrů, které nejsou hydrofobní, oproti nátěrům hydrofobním (polymerní pojivo – akrylový nebo siloxanový polymer – jsou ze své podstaty nositeli vodoodpudivých vlastností, anorganická pojiva silikátových nebo vápenných barev vodoodpudivá nejsou a případné hydrofobity je u takového nátěru dosahováno přidavkem hydrofobizujících přísad). Při slunečném počasí jsou zkušební stěny vystaveny intenzivnímu slunečnímu svítu (od ranních hodin do cca 15 hodin odpoledne).

Aby byly omezeny rozdíly v intenzitě absorpce slunečního záření jednotlivými nátěry, byly barvy všech nátěrů voleny pokud možno po-

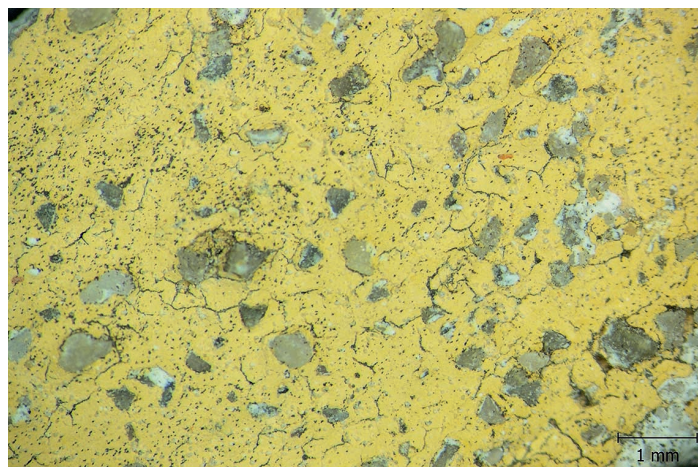
Obr. 1. Zkušební zidky – celkový pohled. Foto: VŠCHT Praha.

dobně – jako středně sytý okr se světelnou odrazivostí cca 60 %. Uvedený odstín vylučuje nadměrné přehřívání nátěru při oslunění. Aby výrobci barev nebyli nuceni vyrábět fasádní barvu v odstínu, jenž by pro jejich nátěrové hmoty daného složení nebyl zcela vhodný (barvitelnost různých bází nátěrových hmot se liší), nebyl požadován přesný odstín, ale odstín co možná nejvíce se blížící uvedenému barevu. Cenou za přesné dodržení žádaného barevného odstínu by totiž mohla být nepříznivá skladba pigmentů (např. s různou světlostalostí), která by danou nátěrovou hmotu znevýhodnila.

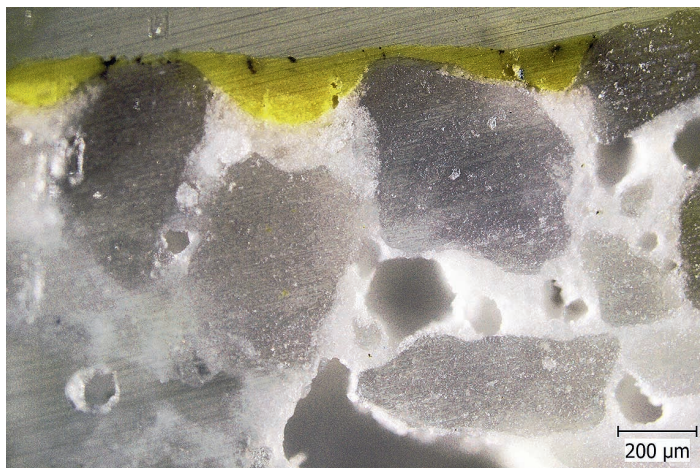
Je zřejmé, že podmínky celého experimentu byly nastaveny tak, aby žádný z aplikovaných fasádních nátěrových systémů, bez ohledu na jeho materiálovou bázi (vápenně, silikátové,



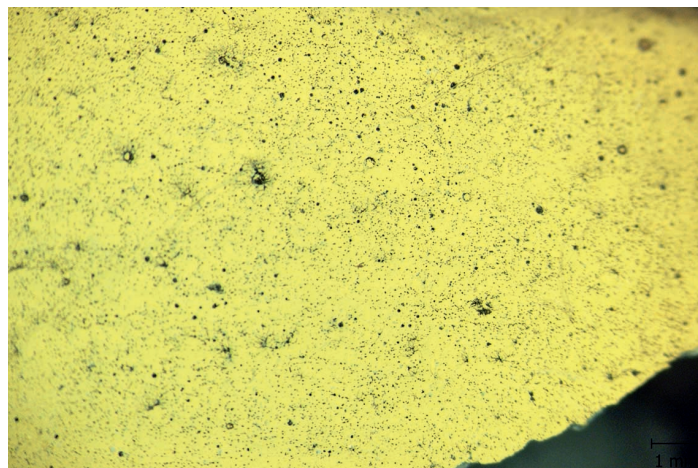
2



3



4



5

Obr. 2. Mikroskopický snímek příčného řezu štukem bez nátěru, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 3. Povrch vápenného nátěru, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 4. Mikroskopický snímek příčného řezu štukem s vápenným nátěrem, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 5. Povrch silikátového nátěru, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

silikonové, akrylátové pojivo), nebyl znevýhodněn.

Určité námitky byly vůči údajně nižší vhodnosti tzv. vnějšího štuk (komerčně vyráběná suchá omítková směs, viz výše) jako podkladu pod vápenné barvy. Vnější štukové omítky jsou totiž výrobci zpravidla mírně vnitřně hydrofobizované. Podle dostupných údajů se však jedná o materiál, který se běžně užívá i pod vápenné barvy. Jak bylo uvedeno dříve, dnešní vápenné a silikátové barvy v naprosté většině obsahují přísadu polymerní disperze, která kromě jiného zajistí dobré smočení i takového podkladu a potřebnou adhezi nátěru k němu.

Aby byla zachována anonymita jednotlivých výrobců, resp. jejich výrobků, jsou jednotlivé testované nátěrové systémy vedeny pod kódo-

vým označením. První číslo udává číslo zídky (a zároveň skupinu nátěrů se stejným pojivým systémem), druhé konkrétní nátěrovou hmotu, resp. její polohu na zkušební ploše. Např. skupina (a zídka) 1 jsou nátěry vápenné, skupina 2 silikátové, skupina 4 silikonové a skupina 5 nátěry disperzní. Skupina 3 (nátěry na třetí zídce) zahrnuje tři různé nátěrové systémy – silikátový, silikonový a disperzní. Všechny nátěry byly provedeny v roce 2001.

Charakterizace použitých nátěrových systémů⁴

U všech testovaných nátěrových hmot byly v laboratoři Ústavu chemické technologie restaurování památek VŠCHT ověřeny základní parametry důležité pro charakterizaci daného systému. Byl stanoven obsah sušiny a změřena hodnota pH nátěrové hmoty, bylo sledováno její zasychání. U zaschlých nátěrů byla stanovena hodnota koeficientu nasákavosti w (podle ČSN EN 1062-3), který udává, do jaké míry je nátěr schopen zabránit průniku dešťové vody do omítky a zdiva. U kondiciovaných nátěrů nanesených na zkušební podložce byl změřen difúzní ekvivalent tloušťky vzduchové vrstvy s_d (podle ČSN EN ISO 7783-2). Ten charakterizuje schopnost nátěru umožnit odpařo-

vání vody obsažené ve zdivu a omítce. (Hodnota parametru s_d udává, jaká by musela být tloušťka vzduchové vrstvy, aby měla stejný difúzní odpor jako vrstva zjišťovaného materiálu.)

Při přípravě vzorků nátěrů byla nanášena příslušná nátěrová hmota vždy v množství a počtu nánosů podle doporučení výrobce (viz tabulku 2), při dodržení doporučených technologických prodlev.

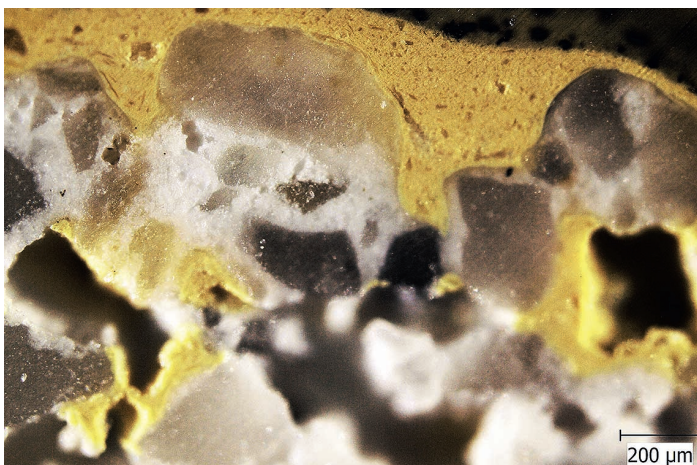
Výsledky měření

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 2, označení vzorku odpovídá značení nátěrů na zkušebních zídkách.

Z výsledků jednotlivých měření v tabulce 2 je zřejmé, že obsah sušiny nejvíce kolísá u nátěrů vápenných. V ostatních případech se liší jen málo. Rovněž spotřeba nátěrové hmoty doporučená výrobcem byla u většiny produktů velmi podobná, výjimkou jsou opět nátěrové hmoty vápenné, u kterých co do množství na

■ Poznámky

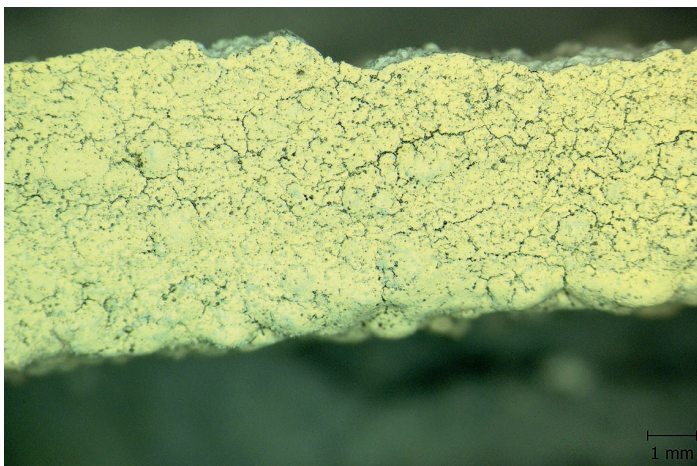
4 Viktor Heidingsfeld, Zkoušení fasádních barev a nátěrů, Sborník semináře STOP: Přirozené stárnutí fasádních barev, Praha 2003, s. 13–17.



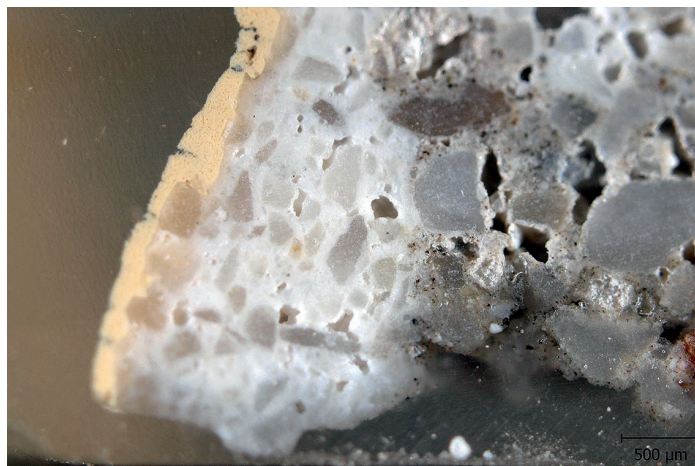
6



7



8



9

jeden nátěr i doporučený počet nátěrů byly značné rozdíly. Svědčí to o tom, že výrobci v době začátku experimentu teprve hledali a ověřovali optimální receptury nátěrových hmot s uvedeným pojivem. U zbylých nátěrových hmot byly obsah sušiny i doporučená spotřeba ve velice úzkém rozmezí. Hodnoty pH se přirozeně lišily podle typu pojiva. Silně alkalické byly hmoty s anorganickými pojivy – vápenným a silikátovým, u ostatních sledovaných produktů byla hodnota pH blízko neutrální oblasti. Je potěšující, že propustnost pro vodní páru je u všech nátěrových hmot ze sledovaného souboru bez ohledu na typ pojiva velmi podobná (a velmi dobrá). Nasákavost vodou je vyšší u skupiny hmot s anorganickými pojivy – vápenných a silikátových (pokud neobsahují dostatečné množství hydrofobizační přísady).

Způsob hodnocení nátěrů

V letech 2001–2010 bylo Společností pro technologie ochrany památek ve spolupráci se společností Baunit, spol. s r. o., každoročně (v dalším období v delších časových intervalech) v jeho areálu pořádáno pracovní setkání spojené s prohlídkou nátěrů na zídkách. Účastníci – specialisté různých profesí (památ-

káři, technologové, projektanti apod.) – měli možnost posoudit vzhled nátěrů a prezentovat svůj názor na pozorované změny. Vždy před každým setkáním bylo pracovníkem Stavební chemie Slaný, a. s., provedeno i objektivní kolorimetrické měření nátěrů (pomocí spektrofotometru byly určovány barevné změny exponovaných nátěrů). V roce 2010 bylo provedeno mikroskopické vyšetření odebraných vzorků nátěrů, v letech 2015 a 2017 vyšetření in situ (pomocí přenosného digitálního mikroskopu DinoLite).

Hodnocení stavu nátěrů v roce 2010 (po 9 letech expozice)

Vzorky pro mikroskopické pozorování v roce 2010 byly odebrány vždy z hrany krajního nátěru na každé zídce, poloha místa odběru byla na všech zídkách obdobná. Zároveň byl ze zadní strany druhé zídky odebrán vzorek nenatřeného štuky. Bylo tedy odebráno celkem 6 vzorků (větší počet vzorků nebyl odebrán, aby se nerozšiřovalo mechanické poškození zkušebních ploch).

Všechny odebrané vzorky byly pozorovány binokulární lupou Olympus SYX 9 při malém zvětšení, charakteristické detaily byly doku-

Obr. 6. Mikroskopický snímek příčného řezu štukem se silikátovým nátěrem, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 7. Mikroskopický snímek příčného řezu štukem se silikonovým nátěrem, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 8. Povrch disperzního nátěru, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 9. Mikroskopický snímek příčného řezu štukem s disperzním nátěrem, stav v roce 2010. Foto: VŠCHT Praha.

mentovány fotograficky. Ze všech vzorků byly rovněž po zalití akrylátovou pryskyřicí zhotoveny nábrusy příčných řezů pro mikroskopické pozorování v dopadajícím světle. Pro toto pozorování byl použit mikroskop Olympus BX 60. Charakteristické detaily byly opět dokumentovány fotograficky.

Výsledky hodnocení po 9 letech expozice

Pozorování pod binokulární lupou⁵ ukázalo podstatné rozdíly ve vzhledu jednotlivých nátě-

■ Poznámky

⁵ Petr Kotlík, Sledování změn barevnosti fasádních barev, *Zpravodaj STOP VII*, 2015, č. 1, s. 19–23.

Obr. 10. Stav jednotlivých nátěrů po 16 letech expozice: 10a – vápenné nátěry, na prostředním poli je patrné poškození způsobené vodou zatékající špatně utěsněným otvorem v plechování; 10b – silikátové nátěry; 10c – vlevo silikát, uprostřed silikon, vpravo akrylát; 10d – silikonové nátěry; 10e – akrylátové nátěry. Foto: VŠCHT Praha.

rů. Štuk nátěrem nechráněný měl na povrchu hrubou strukturu, jasně patrné vystupující částice plniva a velké množství drobných tmavých až černých částic nečistot. Na příčném řezu vzorkem štuky bez nátěru je zřejmé, že hmota štuky je porézní, s množstvím tmavých částic nečistot na povrchu (obr. 2).

Vápenný nátěr, jak je patrné na obr. 3, je velmi tenký, i v tomto případě je řada kamínků plniva obnažena. Nátěr vykazuje množství prasklin a opět se objevuje množství tmavých a černých částic nečistot. Malou tloušťku nátěru dokládá i pohled na příčný řez (obr. 4).

Ve srovnání s vápenným nátěrem je povrch silikátového nátěru homogenní, prakticky bez prasklin, opět s množstvím usazených tmavých částic nečistot (obr. 5). Pohled na příčný řez na obr. 6 ukazuje v porovnání s nátěrem vápenným větší tloušťku nátěru, bez obnažených zrn plniva.

Také silikonový nátěr je relativně homogenní, s minimem prasklin a s množstvím tmavých částic nečistot. Má rovněž větší zachovalou tloušťku, velice malou porozitu a dobře kryje zrna plniva – písku (obr. 7).

Odlišný vzhled má nátěr disperzní (obr. 8). I když tloušťka tohoto nátěru je srovnatelná s nátěrem silikonovým, na jeho povrchu se objevuje hustá síť tmavých prasklin, nátěr je i mimo praskliny dosti znečištěný. Odhalená zrna plniva však na povrchu nejsou patrná. Pozorování příčných řezů při větším zvětšení popsaný stav potvrzuje, praskliny v nátěru jsou velmi dobře patrné, zrna plniva jsou nátěrem kryta (obr. 9).

Shrnutí stavu nátěrů po 9 letech expozice: při běžném vizuálním hodnocení vzhledu jednotlivých nátěrů nebyly nalezeny rozdíly, které by bylo možno přisoudit výhradně danému pojivu.

Pozorování stavu povrchu zástupců jednotlivých nátěrů a jejich příčných řezů po 9 letech expozice při mírném zvětšení dovoluje následující závěry. Samotný nechráněný štuk má povrch hrubý, je pravděpodobné, že přes mírnou hydrofobizaci jeho hmoty se z povrchové vrstvy postupně odplavuje pojivo (přeměnou na jiné, ve vodě rozpustnější soli) a zůstávají zde obnažená zrna plniva (písku). Není zřejmé, že by se v povrchové vrstvě měnila v průběhu experimentu porozita štukové vrstvy.



10a



10b

Překrytí nátěrem vytváří účinnou ochranu povrchu štuky, silikátový nátěr dokonce částečně pronikl i do porézního systému povrchové vrstvy štuky. Důvodem je pravděpodobně nízká viskozita kapalné složky této nátěrové hmoty nebo výjimečně zvýšený obsah pórů štukové vrstvy pod tímto nátěrem.

Kromě vápenného nátěru mají ostatní nátěry dostatečnou tloušťku, takže zcela kryjí povrch podkladu. Disperzní nátěr však má řadu prasklin, které často prostupují celou vrstvou nátěru. Do nich pronikají částice nečistot a to je příčinou vzniku tmavé „sítě“ patrné na povrchu nátěru. Určitý stupeň nečistot se ukazuje na všech nátěrech (v podobně drobných tmavých až černých teček) i na nenatřeném povrchu štuky, zde dokonce ve větší míře než u povrchů natřených.

Odlišné chování vykazuje nátěr vápenný. Jeho tloušťka je nestejnoměrná, v prohloubeních je srovnatelná s nátěry ostatními, ale na jiných místech prakticky chybí, řada zrn plniva je obnažena a vystupuje nad okolní povrch, podobně jako u nenatřeného štuky. Navíc vykazuje množství prasklin, do nichž, podobně jako v případě nátěru disperzního, pronikly částice nečistot a tím je „zviditelňují“. Důvodem tohoto chování je pravděpodobně částečné odplavení vápenného pojiva nátěru (přeměnou na formu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ apod., ve vodě rozpustnější než původní uhlíčitán vápenatý – hlavní pojivo vápenných nátěrů). Nebyly pozorovány poruchy adheze nátěru k podkladu (viz dříve – obavy z nevhodnosti použité štukové omítky).

Výsledky hodnocení v roce 2015 po 14 letech expozice

Hodnocení nátěrů po 14 letech expozice ukazuje, že povrch jednotlivých zkušebních ploch nemá strukturu ani stupeň zašpinění jednotný po celé ploše, na různých místech se liší. Někde se pozorované rozdíly zdají být více či méně nahodilé – způsobené vnějšími podmínkami (špinění odstříkující vodou, lokální znečištění ptačím trusem apod.), je však zřetelně patrný rozdíl mezi povrchem alespoň částečně chráněným proti srážkám přesahujícím plechování horní strany zídky a zbylou nechráněnou plochou. Ochranná funkce přesahu plechování je i na kvalitě nátěru pod mikroskopem dobře pozorovatelná (obr. 10).

Výsledky mikroskopických pozorování po 14 letech expozice:⁶ zjištěné charakteristické rozdíly ve vzhledu jednotlivých typů nátěrů jsou ve shodě s předchozím pozorováním v roce 2010, nalezené rozdíly jsou však výraznější.

Pro disperzní typ nátěru je charakteristická síť jemných mikroprasklin (pozorovaná v určitém rozsahu již v roce 2010), které pronikají prakticky celou vrstvou nátěru. Objevují se na většině natřených ploch. Příčinou vzniku je pravděpodobně chování polymerního pojiva při zasychání nátěru. Lze předpokládat, že tyto praskliny mohou snižovat dlouhodobou ochrannou funkci nátěru. Tloušťka disperzního nátěru je

■ Poznámky

⁶ Ibidem.



10c



10d



10e

stále dostatečná pro pokrytí zrn plniva, jež jsou v nátěru zcela „ukryta“.

Také v případě silikonových nátěrů bylo při tomto pozorování možno spatřit jemné mikropraskliny, ale v daleko menší míře, na podstatně menší ploše zkušebního pole. Je zřejmé, že v tomto případě je nátěr kompaktnější, celistvější. Ani po dlouhodobé expozici zde nejsou zrna plniva odhalena, nevystupují nad okolní úroveň povrchu nátěru, jsou pojivem obalena.

Anorganické silikátové pojivo v silikátových nátěrech se chová poněkud jinak. I v tomto případě je možno pozorovat na řadě míst povrchu síť jemných prasklinek. Nátěr je tenčí, více zachovává reliéf zrn plniva, která jsou však po dlouhodobé expozici povětrností pojivem kryta jen částečně. Některá zrna písku jsou z části odhalena a vyčnívají nad okolní povrch.

U vápenných nátěrů je patrný největší úbytek pojiva. Na některých místech je i zde možno pozorovat jemné praskliny, avšak nejcharakterističtější pro tento typ nátěru je velké množství z větší části odhalených, pojivem nekrytých zrn plniva. Vedle zrn písku lze pozorovat u některých typů vápenných nátěrů i drobnější bílá zrnka pravděpodobně bílého pigmentu, který někteří výrobci používají pro zvýšení kryvosti. Lze předpokládat, že ochranná funkce vápenných nátěrů bude ve srovnání s ostatními sledovanými typy nejnižší. Při mikroskopickém pozorování se jeho vzhled blíží vzhledu nenatřeného štku.

Pro všechny sledované druhy fasádních nátěrů platí, že žádný z nich není schopen odolávat vzniku jemných prasklin vznikajících v podkladním štku a že na všech nátěrech ulpívají částičky nečistot (povrchy vystavené

venkovní průmyslové atmosféře se špiní), pod mikroskopem pozorovatelné jako černé tečky. Ty lze samozřejmě vidět i na nechráněném štku.

Výsledky měření změn barevnosti po 14 letech expozice:⁷ změny barevnosti byly, jak bylo řečeno výše, sledovány nejprve každoročně, později v delších intervalech. Byly zjišťovány základní parametry složek L^* , a^* , b^* , C^* a h^* barevného prostoru CIE $L^*a^*b^*$ 1976 (za podmínek: zdroj světla: D65 (dle CIE) o teplotě chromatičnosti 6504 K – normální denní světlo, pozorovatel: 10° CIE 1964 – doplňkový standardní pozorovatel). Výsledkem jsou grafy změn veličin L^* (jas), C^* (sytnost), h^* (odstín) a z nich vypočtené hodnoty DE^* (celková barevná odchylka, korigující vlastnosti lidského oka) pro každý nátěr zvlášť se zahrnutím lesku. Měření byla prováděna vždy na stejném místě zkušební plochy daného nátěru.

Z výsledků těchto měření plyne, že u všech nátěrů postupně (i když rozdílnou rychlostí) klesala sytnost odstínu a rostla celková barevná odchylka. Nebylo však možné vyvodit jednoduchou závislost zjištěných změn na pojivovém systému. Podílí se na nich především vliv stárnutí pojivového systému, případné změny barevnosti použitých pigmentů a postupné špinění nátěrů.

Shrnutí stavu nátěrů po 14 letech expozice: Čtrnáctiletá expozice ploch natřených různými druhy fasádních nátěrů ukazuje, že polymerní pojivo si dlouhodobě zachovává dostatečnou tloušťku nutnou pro obalení zrn plniva, neodolává však vzniku mikroprasklin. Disperzní (akrylátové) pojivo je k tomuto jevu náchylnější než pojivo silikonových barev.

Sledované nátěry s anorganickými pojivy mají podstatně menší schopnost dlouhodobě krýt zrna plniv či pigmentů. I u nich se v určité míře, i když výrazně méně než u nátěrů s polymerním pojivem, objevuje síť jemných prasklin. Zvláště vápenné pojivo se v průběhu zkoušky „ztrácí“, ubývá a odhalování zrn je zde výrazně větší.

Žádný z testovaných nátěrů, tím méně nechráněný štuk, není odolný špinění (usazování částic nečistot). Žádný z testovaných nátěrů také není schopen odolat prasklinám vzniklým v podkladním štku.

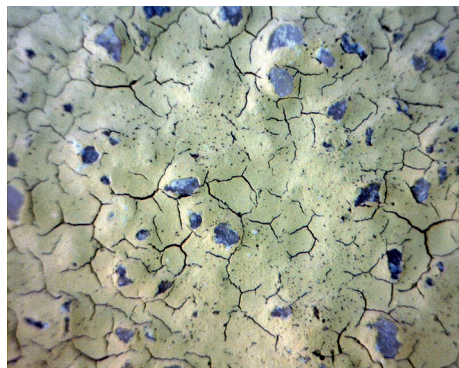
Hodnocení v roce 2017 po 16 letech expozice

Mikroskopická pozorování po 16 letech expozice: při pozorování odebraných vzorků nátěrů pod mikroskopem bylo možno konstatovat, že se neobjevily nové typy poruch či závad, nepozorované dříve. Jen jejich projevy byly výraznější. Prakticky u všech nátěrů byla pozorována různě hustá síť prasklin (obr. 10), u vápenných nátěrů další úbytek hmoty a podobně jako u nátěrů silikátových i zvětšující se odhalování zrn plniva (obr. 11), ve všech pozorovaných případech mírně vzrostlo i množství usazených částic nečistot (zašpinění).

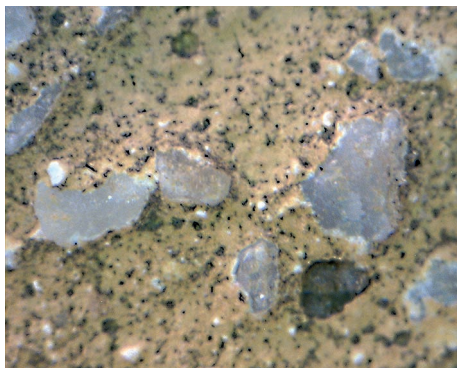
Shrnutí výsledků dlouhodobého stárnutí fasádních nátěrů po šestnáctileté expozici

Šestnáctiletá expozice povětrnosti je dosti dlouhá doba na to, aby bylo možno posoudit rozdíly v chování zkoušených fasádních nátěrů. Nejdůležitější výsledky je možno shrnout do následujících bodů:

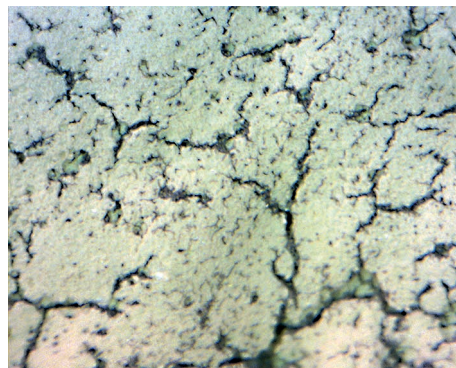
1. Všechny sledované nátěry plnily (i když ne stejnou měrou) i po 16 letech expozice povětrností estetickou funkci. Barevný odstín



11



12



13

Obr. 11. Povrch štuky se silikátovým nátěrem, stav v roce 2017. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 12. Povrch štuky s vápenným nátěrem, stav v roce 2017. Foto: VŠCHT Praha.

Obr. 13. Povrch štuky s disperzním nátěrem, stav v roce 2017. Foto: VŠCHT Praha.

jednotlivých nátěrů sice postupně ztrácel na sytosti a rostla celková barevná odchylka od původního odstínu (jako důsledek usazování nečistot a pravděpodobně i určitých změn některých použitých barvicích systémů), ale u žádného z nátěrů nedošlo k úplné ztrátě barevného dojmu.

2. Žádný z nátěrů se v daných podmínkách ani po 16 letech expozice neodlupoval, netvořil puchýře (jako důsledek ztráty adheze k podkladu), u všech bylo pozorováno jemné sprášování.

3. I mezi jednotlivými nátěry s totožným pojivem byly zjištěny mírné rozdíly v chování způsobené odlišnou recepturou jednotlivých výrobců.

4. Fasádní nátěry s vápenným pojivem rychleji ubývají na tloušťce, již po 10 letech expozice nebyla část zrn plniva nátěrem kryta a tento trend s dobou expozice pokračoval. Na barevném dojmu se ve sledovaném období tento fakt příliš neprojevil, v delším období však již pravděpodobně bude tato změna patrná. Je rovněž zřejmé, že zároveň klesá ochranná funkce nátěru. Podobný jev (odhalování zrn plniva), i když v menším rozsahu, byl pozorován také u nátěrů se silikátovým pojivem, po 10 letech expozice ve velmi malé míře, po 16 letech expozice již byl zcela zřetelný. U zbylých nátěrů (silikonových a disperzních) tento jev nebyl ani po 16 letech expozice pozorován.

5. Disperzní nátěry obsahují velmi hustou síť jemných prasklinek procházejících často celou tloušťkou nátěru, které jsou postupně zaplňovány nečistotami (obr. 12). Byly pozorovány pod mikroskopem po 10 letech expozice, ale je pravděpodobné, že vznikaly již dříve.

Jemné praskliny se objevují i v případě silikonových nátěrů.

6. Silikátové nátěry díky nižší viskozitě (v porovnání s nátěry disperzními nebo silikonovými) lépe pronikaly do porézní struktury povrchu podkladní omítky.

7. Hydrofobita původně hydrofobních nátěrů postupně klesala a na jejich dlouhodobém chování se prakticky neprojevovala. Rozdíly ve špinivosti jednotlivých nátěrů byly malé, navíc se původní rozdíly v průběhu experimentu u všech typů nátěrů postupně vyrovnávaly.

8. Ochrana před srážkami má značný vliv i na dlouhodobou životnost nátěru, plochy v horních částech zkušebních polí, které byly alespoň z části chráněné přesahující plechovou stříškou zídky, byly v lepším stavu. Tato horní část zkušebních ploch se v důsledku ochranné funkce plechování také méně špinila (obr. 10).

9. Velmi významný vliv na vzhled i stav části zkušebních ploch s vápennými nátěry měla srážková voda, která po určitou dobu zatékala kolem vadně utěsněného úchyty plechové stříšky.

Závěr

I po 16 letech expozice všechny sledované nátěry do značné míry plnily estetickou funkci – barevný odstín nátěru pozorovaný okem v žádném případě zcela nezmizel, pouze se mírně měnil vlivem zašpinění, případně v důsledku změny barvicí složky. Rozdíly v ochranné funkci mezi jednotlivými nátěry se při běžném pozorování neprojevovaly, mikroskopická pozorování nátěrů naznačují, že minimálně po 10 letech expozice se postupně zhoršuje krycí funkce nátěrů s anorganickými pojivy – především nátěrů vápenných, ale částečně i silikátových.

Hydrofobita vodoodpudivých nátěrů se postupně snižuje a její vliv na snížení špinivosti se s časem zmenšuje. Po 3 letech expozice byly rozdíly ve špinivosti mezi jednotlivými nátěry ještě okem patrné. (Obecně se předpoklá-

dá, že z hydrofobních ploch jsou nečistoty v důsledku horšího smočení vodou snadněji odplavovány a méně vnášeny do porézní struktury podkladu). Na žádném z nátěrů se neobjevily tmavé svislé linky charakteristické pro silně hydrofobní povrch vystavený povětrnosti.

Nakonec je třeba ještě připomenout, že vývoj receptur fasádních nátěrů v průběhu trvání experimentu stále postupoval, dnešní receptury jsou většinou dosti odlišné od receptur exponovaných nátěrů. Zvláště velký vývoj byl u nátěrů s vápenným pojivem. Proto i chování dnešních fasádních nátěrů může být v některých případech či podmínkách odlišné od chování nátěrů v popisovaném experimentu. Přesto se domníváme, že tento experiment dlouhodobého stárnutí v přírodních podmínkách poskytl užitečné informace o chování fasádních nátěrů a vlivech, které se na jejich stavu uplatňují.

Organizátoři experimentu děkují všem výrobcům fasádních barev za poskytnutí produktů k testování a rovněž firmě Baumit, spol. s r. o., za spolupráci při jeho organizování.

■ Poznámky

7 Michael Koudelka, Posouzení kvality fasádních nátěrů přenosným mikroskopem po 15 letech, *Zpravodaj STOP VII*, 2015, č. 1, s. 24–36.