

SILIKÁTOVÉ PŘÍPRAVKY PRO OŠETŘENÍ A OCHRANU BETONU – OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI A POROVNÁNÍ S DEKLAROVANÝMI VLASTNOSTMI ■ SILICATE BASED PRODUCTS FOR CONCRETE CURING AND PROTECTION – EVALUATION OF PERFORMANCE AND COMPARISON OF DECLARED PROPERTIES

Petr Marek

Vodné roztoky alkalických křemičitanů (silikátů) jsou pro účely ošetření a ochrany povrchu betonových konstrukcí dodávány na trh v různých formách a modifikacích již několik desetiletí a jednotlivé výrobky jsou na trhu poměrně dobře etablovány. I přes zmíněné dlouholeté používání výrobků však není u jejich uživatelů příliš rozšířeno povědomí o tom, jak výrobky vlastně fungují. Tato skutečnost, spolu s faktem, že se v technické dokumentaci některých výrobců můžeme setkat se zavádějícími údaji, vede k tomu, že někteří uživatelé očekávají od výrobku vlastnosti, které v žádném případě nemůže mít, případně použijí výrobek pro zcela nevhodnou aplikaci, což v některých případech může mít až fatální následky. Článek přináší kritický pohled na některé z údajů uváděných výrobcí a na základě provedených testů se snaží dát relevantní pohled na vlastnosti výrobků na bázi vodných roztoků silikátů. ■ Products based on aqueous solution of alkaline silicates have been used for decades and well established on the market for the purpose of curing and protection of concrete constructions. In spite of this fact, there is no general knowledge about basic principles of these products' functions. This fact, together with some misleading information mentioned in product's technical data sheets can lead to unreal expectation of the product's performance. The article brings critical view on the way of use of silicate based products, compares selected properties of tested products and discusses the obtained results.

Silikátové výrobky se nejčastěji používají pro zpevnění nesoudržných betonových povrchů a snížení jejich nasákavosti. Výrobci je ale rovněž doporučují jako prostředky zabraňující překotnému odparu záměsové vody (tzv. ošetřující přípravky) pro aplikaci na čerstvý beton, nejčastěji u betonáží podlahových desek opatřených vsypem. Technické listy dále velmi často zmiňují podstatné vylepšení mechanických parametrů betonové konstrukce bez ohledu na druh mechanického parametru, metodu jeho stanovení a bez alespoň přibližné specifikace podkladního materiálu, která je sama o sobě za mechanické vlastnosti zodpovědná.

PRINCIP FUNGOVÁNÍ OCHRANNÝCH NÁTĚRŮ NA SILIKÁTOVÉ BÁZI

Princip funkce silikátových nátěrů je zcela odlišný od běžných ošetřujících nátěrů na akrylátové bázi (ať už vodou ředitelných či rozpouštědlových). Při aplikaci na betonovou konstrukci je základním principem reakce zbytkových produktů hydratace cementu, především hydroxidu vápenatého, s alkalickým křemičitanem. Za přítomnosti vody vznikají nerozpustné hydratované křemičitany vápníku. Pokud se výrobek aplikuje v nadbytečném množství, dochází na povrchu betonové konstrukce také k reakci alkalického křemičitanu s oxidem uhličitým za vzniku příslušného uhličitanu a gelu kyseliny křemičité. Oba popsané reakční produkty trvale vyplňují póry a volná místa v ztvrdlém cementovém tmele, a tím přispívají ke zlepšení mechanických parametrů betonové konstrukce a snížení nasákavosti kapalin.

ÚČINNOST ZADRŽENÍ VODY

Při aplikaci silikátového prostředku na čerstvý beton, ať už opatřený vsypem či ne, se ovšem naskytá otázka, zda vzniklé krystalizační produkty v porovnání s klasickými ošetřujícími přípravky dostatečně zabraňují odparu záměsové vody, tedy jevu, který má nezanedbatelný vliv na výsledné mechanické parametry betonové konstrukce, eventuálně na vznik a přítomnost defektů. Míru účinnosti zadržení vody jednotlivých ošetřovacích prostředků lze porovnat například pomocí amerických norm ASTM C 309 a ASTM C 156 nebo lze s úspěchem využít předběžnou českou technickou normu ČSN P CEN/TS 14754-1. Principem české normy je za definovaných podmínek sledování váhového úbytku betonových těles připravených dle požadavků normy. Porovnávají se výsledky zkušebních těles ošetřených a neošetřených testovacím výrobkem. Účinnost ošetření v [%] je poté vztažena k hodnotám dosaženým pro neošetřené těleso.

Výše zmíněnou metodikou byly testovány nejběžnější silikátové výrobky do-

stupné na trhu v České republice, jejichž přehled je včetně stručné fyzikálně-chemické charakteristiky uveden v tab. 1. Jejich účinnost ošetření byla srovnána s výrobkem Sikafloor ProSeal-12, tvořeným kombinací akrylátové pryskyřice a organického rozpouštědla, tedy výrobkem, jenž se běžně používá jako ošetřující přípravek po provedení betonáže, eventuálně po zahlazení vsypu do povrchu betonové desky.

Z výsledků uvedených v grafu na obr. 1 jednoznačně plyne, že hodnota účinnosti zadržení vody se u všech silikátových přípravků pohybovala okolo 10 % a v porovnání s hodnotou 68 % dosaženou pomocí konvenčního přípravku byla výrazně nižší.

V souvislosti s nízkou schopností silikátových výrobků zabránit odparu záměsové vody se logicky naskytá další otázka: Nakolik tato vlastnost může negativně ovlivnit výsledné mechanické parametry v případě aplikace výrobků na čerstvý beton? Není tento vliv ve svém důsledku větší než možný přínos? Odpověď na otázku byla nalezena pomocí následujícího laboratorního experimentu.

Silikátové výrobky se na čerstvý beton nejčastěji aplikují v případě provádění průmyslových podlah, kdy je betonová deska ošetřena vsypem, a po jeho finálním zahlazení je na povrchu podlahy místo konvenčního ošetřujícího přípravku aplikován silikátový výrobek. Jako sledovaný mechanický parametr byla proto zvolena hodnota obrusu stanovená metodikou BCA dle ČSN EN 13892-4.

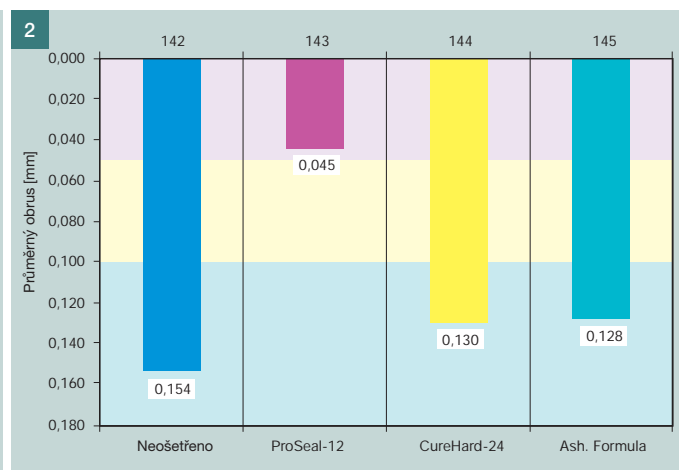
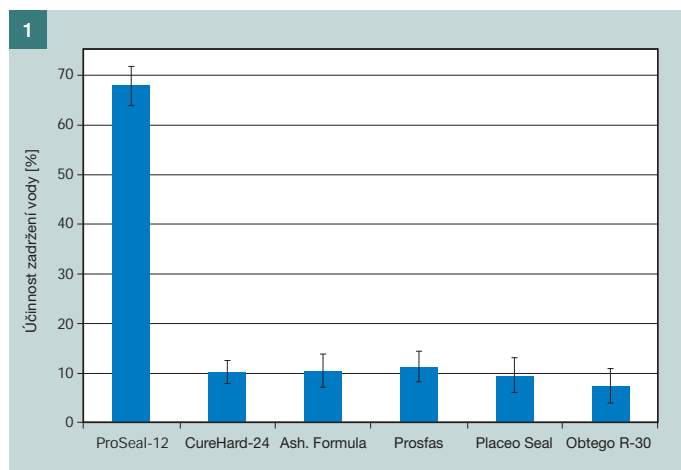
Pro ověření vlivu vybraných výrobků na hodnotu obrusu byly nejprve z betonu C 25/30 XC2 S3 vybetonovány čtyři dlaždice o rozměrech 0,4 × 0,4 × 0,08 m, které byly následně ošetřeny vsypem. Ihned po jeho zahlazení pomocí laboratorní hladičky byla jedna dlaždice ponechána bez ošetřujícího přípravku a na zbylé byly aplikovány výrobky Sikafloor ProSeal 12, Ashford Formula a Sikafloor Cure-Hard-24. Množství jednotlivých výrobků a způsob jejich aplikace byl v sou-

Tab. 1 Charakteristika některých silikátových výrobků běžně dostupných v České republice
 Tab. 1 Characteristics of products commonly available on the market in the Czech Republic

Výrobek	Výrobce	Obsah sušiny [%]	Hustota [kg/m ³]	pH	Aktivní látka
SikaFloor CureHard-24	Sika, CZ	24	1 160	11,6	silikát
Ashford Formula	Curecrete, US	20	1 160	11,5	silikát
Obtego R-30	Obtego, DE	12	1 110	11,4	silikát/silanolát
Profas	Mapei, IT	24	1 190	12	silikát
Placeo Seal	Rinol, FR	20	1 150	11,3	silikát

Obr. 1 Účinnost zadržení vody dle ČSN P CEN/TS 14754-1
 Fig. 1 Water retention efficiency according to CSN P CEN/TS 14754-1

Obr. 2 Vliv vybraných výrobků na odolnost vůči obrusu [mm], měřeno metodou BCA dle ČSN EN 13892-4, výrobky aplikovány na čerstvý beton
 Fig. 2 Impact of selected products on abrasion resistance [mm]. Measured by BCA method according to CSN EN 13892-4, products were applied onto fresh concrete



ladu s podmínkami uvedenými v jejich technických listech. Všechny dlaždice byly po dvou dnech odformovány a uloženy na pět dnů v prostředí ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 95\%$) a po dobu dvaceti jedna dnů v prostředí ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 65\%$). Po vyzrání dlaždic byly změřeny hodnoty obrusu.

Z výsledků na obr. 2 lze vyčíst, že v porovnání s dlaždicí neošetřenou žádným výrobkem došlo u silikátových výrobků k mírnému zlepšení hodnot odolnosti vůči obrusu (154 μm proti cca 130 μm), nicméně tato hodnota je výrazně vyšší než 45 μm dosažených za použití klasického ošetřujícího

nátěru. Vzhledem k tomu, že uvedené skutečnosti korespondují se zjištěnými hodnotami účinnosti ošetření, lze mírné zvýšení odolnosti vůči obrusu u silikátových výrobků spíše přičítat „jistě“ schopnosti zadržet záměsovou vodu než zlepšení dosaženého za pomoci chemických reakcí zmíněných v úvodu článku.

VLIV NA MECHANICKÉ PARAMETRY

V další fázi experimentu byl ověřován vliv silikátových přípravků na mechanické parametry již vyzrálých betonových povrchů. Dlaždice zhotovené z betonu

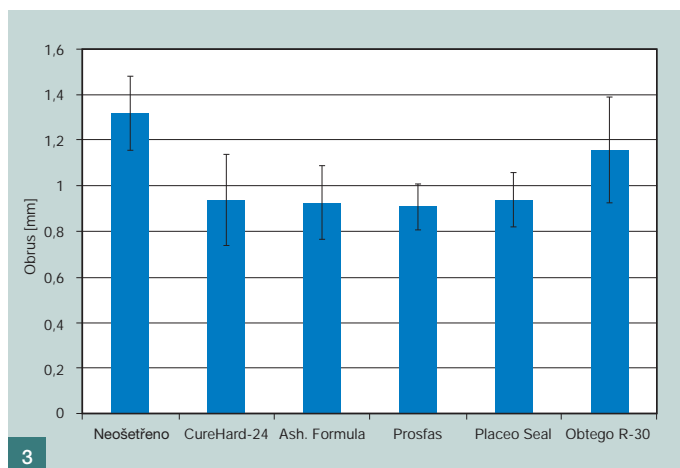
C 25/30 XC2 S3 byly pouze zhlazeny pomocí laboratorní hladíčky a nebyl na ně aplikován vsyp ani ošetřující nátěr z důvodu vytvoření mechanicky méně odolného povrchu. Po finálním zhlazení a následném odbednění byly dlaždice uchovávány výše popsaným způsobem. Po 28 dnech zrání byly smočeny vodou v množství cca 0,75 kg/m² a poté byly na jejich povrch aplikovány silikátové přípravky v množství a způsobem zmíněným v technických listech jednotlivých přípravků. Po aplikaci byly jednotlivé dlaždice uloženy v laboratorním prostředí ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $RH = 65\%$), po sedmi dnech na nich byla změřena

NOVÉ DIVADLO V PLZNI, PREMIÉRA V ČR:
 BAREVNÉ PIGMENTY DO BETONU Sika® ColorFlo

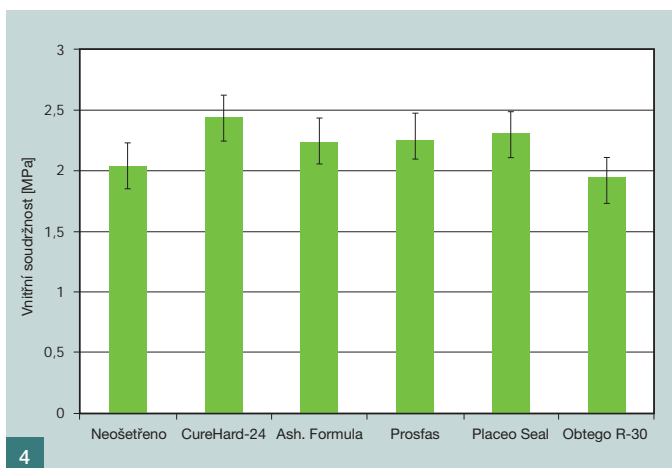
www.sika.cz

STAVÍME NA DŮVĚŘE

Firemní prezentace



3



4

odolnost vůči obrusu metodikou BCA a hodnoty byly srovnány s obrusem referenční dlaždice (tj. dlaždice bez silikátového přípravku). Výsledky jsou zaznamenány v grafu na obr. 3 a je zřejmé, že oproti referenční dlaždici došlo u všech silikátových přípravků (vyjma výrobku Obtego R-30) k zhruba 30% nárůstu odolnosti vůči obrusu, jinými slovy k vylepšení jednoho z mechanických parametrů. Nižší nárůst odolnosti vůči obrusu u výrobku Obtego R-30 patrně souvisí s nižší hodnotou aktivních látek (sušiny) přípravku, která je oproti ostatním testovaným výrobkům zhruba poloviční.

Vylepšení mechanických parametrů bylo rovněž ověřeno měřeními vnitřní soudržnosti materiálu pomocí odtrhových terčů a odtrhoměru. Získané výsledky jsou zobrazeny v grafu na obr. 4 a jsou v souladu s předchozími zjištěními. Obdobně jako v případě zvýšení odolnosti vůči obrusu došlo u silikátových výrobků s vyšším obsahem sušiny ke zvýšení vnitřní soudržnosti materiálu. Je nutné si ovšem uvědomit skutečnost, že vnitřní soudržnost materiálu je měřena tak, že dojde k prostému přilepení odtrhového terče na měřený materiál a po vytvrzení lepidla se terč odtrhne. V podstatě tedy dochází k měření vnitřní soudržnosti povrchových vrstev. Při změně podmínek experimentu, kdy bylo měřené místo navrtáno do hloubky 10 mm pomocí korunkového vrtáku, byly hodnoty přídržnosti pro všechny testované případy stejné (tj. shodné s hodnotou referenční dlaždice). Je tedy zřejmé, že vylepšení mechanických parametrů není homogenní v celém objemu materiálu, ale se zvyšující se vzdáleností od místa aplikace klesá. Míra vylepšení parametrů je poté logicky ovlivněna fyzikálně-chemickými parametry výrobku (obsah aktivní látky, viskozita), jeho spotřebou a nasákavostí podkladu.

Obr. 3 Vliv vybraných výrobků na odolnost vůči obrusu (metoda BCA dle ČSN EN 13892-4), výrobky aplikovány na vyzrálý beton ■ Fig. 3 Impact of selected products on abrasion resistance [mm]. Measured by BCA method according to CSN EN 13892-4, products were applied onto hardened concrete

Obr. 4 Vliv vybraných silikátových výrobků na vnitřní soudržnost materiálu ■ Fig. 4 Impact of selected products on internal cohesion of the material

ZÁVĚR

Testováním funkčnosti vybraných silikátových výrobků bylo zjištěno, že dotčené výrobky nejsou bez dalších opatření zabraňujících odparu záměsové vody vhodné pro aplikaci na čerstvý beton. Naopak při aplikaci na vyzrálý beton dochází k měřitelnému navýšení některých mechanických parametrů. Při plošné aplikaci výrobku nedochází k homogennímu ovlivnění mechanických parametrů ve hmotě konstrukce. Míra ovlivnění klesá ve směru poklesu koncentrace silikátového výrobku v objemu konstrukce, a je tedy přímo závislá na obsahu aktivní látky výrobku, aplikovaném množství a nasákavosti podkladu.

Zobecněním výše popsaných zjištění lze říci, že použití silikátových výrobků má své opodstatnění především při sanacích či údržbě betonových konstrukcí. Výrobky jsou vhodné zejména při renovacích průmyslových podlah, kdy za pomoci zvýšení odolnosti vůči obrusu a vnitřní soudržnosti materiálu prodloužíme životní cyklus stávající konstrukce a oddálíme případnou nutnost celkové rekonstrukce podlahy. Pokud je aplikace výrobku spojena ještě s mechanickou úpravou povr-

Literatura:

- [1] ASTM C 156-11 Standard test Method for Water loss [from a Mortar Specimen] Through Liquid Membrane-Forming Curing Compound for Concrete.
- [2] ASTM C 309-11 Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete.
- [3] ČSN P CEN/TS 14754-1 Ošetřovací prostředky – Zkušební metody – Část 1: Stanovení zadržetí vody běžnými ošetřovacími prostředky. Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN EN 13892-4 Zkušební metody potěrových materiálů – Část 4: Stanovení odolnosti proti obrusu metodou BCA. Praha: ČNI, 2003.

chu broušením a leštěním, lze dosáhnout i výrazného estetického zlepšení. Výrobky na silikátové bázi lze při údržbě nebo opravě podlah rovněž kombinovat s řadou akrylátových ošetřujících přípravků.

Výrobky nejsou bez dalšího ošetření vhodné pro aplikaci na čerstvý beton, protože nezlepšují podmínky v době zrání betonu. Při použití na čerstvý beton je vždy nutné pamatovat na další metody ošetřování v době zrání, aby bylo dosaženo požadovaných parametrů betonu a byl minimalizován vznik defektů.

Uživatel by měl vzít všechny tyto skutečnosti v úvahu a nespoléhat se jen na informace, které jsou spíše komerčního než technického charakteru a které slibují takřka zázračné zlepšení parametrů betonu při zachování minimální spotřeby a ceny.

Ing. Petr Marek

Sika CZ, s. r. o.

Regionální technologické centrum

e-mail: petr.marek@cz.sika.com



Text článku byl posouzen odborným lektorem.

The text was reviewed.