

## SANACE A HYDROIZOLACE BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ POMOCÍ KRYSTALIZAČNÍCH MATERIÁLŮ MAINTENANCE AND WATER-PROOFING OF CONCRETE STRUCTURES EXPLOITING CRYSTALLIC SUBSTANCES

JAN TICHÝ

Článek popisuje způsob sanace betonových prvků a konstrukcí využívající procesu krystalizace. Sanační materiál vhodného složení proniká spojitým kapilárním systémem betonu od povrchu dovnitř prvku, chemicky reaguje se složkami betonu a rostoucí krystaly novotvarů vyplňují volný prostor v pórech. Jsou uvedeny různé příklady aplikace.

*A method of maintenance of concrete elements and structures exploiting crystalline process is described in this article. Continuous capillary system of a concrete element is permeated by the special maintenance material from its surface to core, space in pores is filled in by growing crystals. Various cases of its application are presented.*

Většina sanačních oprav nezasahuje do struktury stávajícího betonu, takže destruktivní pochody mohou dále postupovat do hloubky konstrukce. Všechny tyto pochody ovlivňuje jeden důležitý faktor, a tím je voda. Bez ní se většina chemických reakcí neuskuteční.

Beton má spojitý kapilární systém vznikající při hydrataci cementu vlivem přebytkové záměsové vody, která se neúčastní hydratačních procesů. Touto pórovou strukturou se pohybují všechny látky, které se účastní destruktivních pochodů včetně alkálií, chloridů a síranů.

### OBECNĚ O KRYSTALIZACI

Existuje řešení, které na základě uvedených skutečností pracuje. Jsou to krystalizační materiály. Jedná se o tzv. katalyzátory, které se šíří kapilárním systémem a cestou reagují se zbytkovými produkty hydratace za vzniku novotvarů. Ty prorůstají do hloubky materiálu konstrukce a vyplňují kapiláry, takže voda i jiné kapaliny nejsou pak schopny tímto systémem prostoupit.

Uvedený princip je již desetiletí uplatňován u mnoha vážných sanací betonových konstrukcí, které by bylo těžko jinak zachránit. Pomocí krystalizačních materi-

álů se však dá předejít uvedeným problémům a lze je aplikovat i u nových betonů, které budou těžce zatíženy znečištěným prostředím a napadány agresivními vodami, případně i ropnými produkty [1].

### PŘÍKLAD KRYSTALIZAČNÍHO MATERIÁLU

V roce 1993 byl vyvinut dvousložkový krystalizační materiál Izoterin, který původně měl zajišťovat nepropustnost betonové konstrukce proti tlakové vodě, zemní vlhkosti a ropným produktům. Pro svou vysokou přidrznost k podkladu a vysokou odolnost proti působení agresivních látek byl v roce 1995 částečně přepracován, aby ho bylo možno současně použít pro sanační účely. Koncem roku 1997 byla na trh uvedena jednosložková varianta. V říjnu roku 2001 byl AO 204 TZÚS Praha, s. p., odzkoušen a následně certifikován třetí ze skupiny těchto výrobků, který je již smíchán s vyšším podílem křemičité příměsi.

Všechny uvedené varianty zmíněného materiálu jsou krystalizačními materiály a jsou zařazeny mezi skupinu výrobků suché maltové směsi.

Materiál smíchaný s vodou v předepsa-

ném poměru má schopnost vniknout do mikropórů podkladové vrstvy a tam krystalizovat.

Hlavní složkou je vysoce kvalitní portlandský cement, obsahující základní slínkovou fázi trikalciumpilikát ( $C_3S$ ) v množství vyšším než 60 %.

K portlandskému cementu se přidávají tekuté nebo práškové aktivní disperze, superplastifikační a jiné látky, zajišťující krystalizaci, zvyšující pevnost a přidrznost k podkladu. Další důležitou součástí je křemičitý úlet rentgenoamorfni povahy.

Krátce po styku materiálu s vodou vzniká hydrosilikátová fáze s uvolňováním hydroxidu vápenatého. Ten dále reaguje s vysoce aktivním  $SiO_2$  za vzniku podobných hydrosilikátových produktů. Uvolněné složky vzhledem k vhodné velikosti částic a morfologii prorůstají do mikropórů a dalších dutin, čímž dochází ke značné přidrznosti k podkladové vrstvě. Díky vlhkosti dochází k dalšímu transportu a prorůstání krystalů do hloubky konstrukce [2].

K prokázání, jde-li o krystalizační materiál či nikoliv, bylo ke zjištění pórovitosti a mikrostruktury nenatřeného a natřeného betonu na Vysokém učení technickém

Obr. 1 Elektronogram nenatřeného betonu, zvětšení 4200 x

Fig. 1 Electronogram of an unpainted concrete, enlarged 4200 times



Obr. 2 Elektronogram natřeného betonu, zvětšení 4000 x

Fig. 2 Electronogram of a painted concrete, enlarged 4000 times



v Brně, v Ústavu technologie stavebních hmot a dílců použito porozimetrické stanovení a studium mikrostruktury pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu.

Pro zkoušky bylo použito čtvercové betonové dlaždice. Její část byla opatřena hydroizolačním nátěrem a část zůstala nenatřena jako referenční vzorek. Z obou částí plochy byly zhotoveny vzorky v podobě destiček k porozimetrickému stanovení (20 x 10 x 5 mm). K porozimetrickému stanovení byl použit vysokotlaký Hg-porozimetr firmy Micrometrics, který umožňuje zjišťování porů o průměru od 0,006 do 300 μm.

Z porovnání vyplynulo, že u nenatřeného betonu póry postupně rostou co do průměru, tak i jejich objemu. Značně rozdílné je rozložení porů u vzorku natřeného betonu, neboť od průměru porů 4,9 do cca 1,5 μm je jejich obsah téměř konstantní. Z toho vyplývá, že hydroizolační nátěr snižuje objem porů, které jsou rozhodující pro prostupnost molekul vody. To dokumentuje i studium elektronovým rastrovacím mikroskopem (obr. 1 a 2).

Na vzorku bez nátěru je vidět lomová plocha s charakteristickými póry, pouze částečně vyplněnými vzniklými novotvarů (obr. 1). Na dalším snímku s nátěrem (obr. 2) jsou vzniklé póry do značné míry vyplňovány stébelnatými krystaly novotvarů, které přispívají ke zpevnění mikrostruktury hmoty [3].

#### **PŘÍKLADY APLIKACE**

Hydroizolační nátěr, sanační malta či rychleutuhnoucí tmel jsou připravovány smícháním krystalizačního materiálu a vo-



*Obr. 3 Postup při opravě trhlin a celkové natření domovní železobetonové jímky krystalizačním materiálem*

*Fig. 3 Technique of crack repair and complete painting of the home reservoir by crystalline material*

dy v předepsaném poměru podle návodu v technických podmínkách. Při použití hydroizolační sanační malty nebo rychleutuhnoucího tmele se přidává ještě plnivo – křemičitý písek nebo korund, chceme-li zlepšit vlastnosti malty, např. otěruvzdornost. Nejdříve je na předem připravený vlhký podklad nanesen penetrační nátěr a po zatuhnutí je nanášen buď finální nátěr, sanační stěrka, nebo rychleutuhnoucí tmel.

Nanášení je prováděno buď štětcem, nebo válečkem, případně lze použít i stříkání. Příklad aplikace hydroizolačního nátěru na obrázku 3 znázorňuje postup při opravě vzniklých trhlinek a pak celkové natření domovní železobetonové prefabrikované jímky ve firmě Dywidag Prefa, a. s., v Lysé nad Labem.

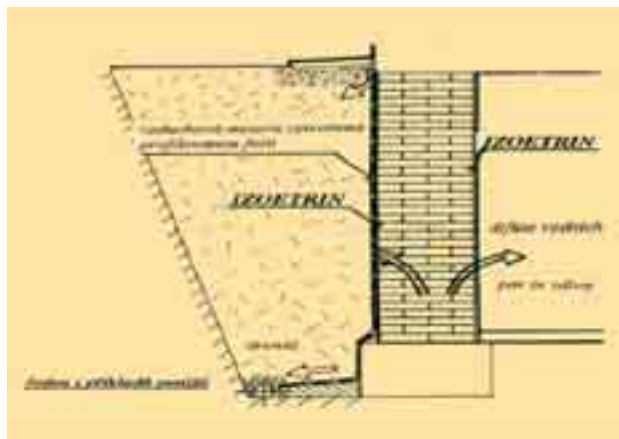
Firma Novapol – Group, a. s., Brno používá uvedený krystalizační materiál jednak jako hydroizolační nátěr a vytvoření

adhezního můstku, ale také jej přidává do konečné sanační směsi i betonů. Krystalizační materiál je přidáván do finální vrstvy všude tam, kde je zvýšené nebo vysoké zatížení tlakovou vodou, ropnými produkty a agresivním prostředím. Jedná se zejména o klenby sklepů, skladové a manipulační plochy, vozovky i dálnice, vodní díla všech druhů a typů, domovní jímky, čističky odpadních vod a mnohé další stavební konstrukce.

Použití krystalizačního materiálu je možné i při odstraňování vlhkosti zdiva starých, zavlhklých domů a objektů. Z obrázku 4 je patrný postup, jak zabránit dalšímu zavlhání mokrého zdiva a postup-

*Obr. 4 Postup při sanaci a hydroizolaci vlhkého zdiva pomocí krystalizačního materiálu*

*Fig. 4 Technique of maintenance and water-proofing of wet masonry by crystalline material*



*Obr. 5 Rozhraní mezi neopravenými a opravenými imitovanými betonovými dlažebními kameny*

*Fig. 5 Borderline between unrepaired and repaired imitated concrete flagstones*





Obr. 6 Rekonstruovaný skokanský můstek na plaveckém stadionu Klíše v Ústí nad Labem

Fig. 6 Repaired jump on the swimming pool Klíše in Usti nad Labem

ně jej odvětrávat a vysoušet. Zdivo může přitom být cihelné, smíšené, kamenné, z opuky i betonové [4].

Tímto dodatečným sanačním a hydroizolačním systémem byly rekonstruovány četné objekty, např. budova na Náměstí míru a Masarykova univerzita v Brně nebo základní škola na Plzeňské ulici v Praze 5.

Obr. 7 Pohled na lodžii natřenou krystalizačním materiálem při rekonstrukci panelového domu v Tobručké ulici v Praze 6

Fig. 7 View of loggia painted by crystalline material during reconstruction of the panel block of flats in Tobruč str. in Prague 6



Obr. 8 Opravená lodžie panelového domu v Tobručké ulici v Praze 6

Fig. 8 Repaired loggia of the panel block of flats in Tobruč str. in Prague 6

Příkladem aplikace hydroizolační sanační malty je opravený odstavný pruh pro autobusy pravidelné linky č. 140 v Praze 3 poblíž Olšanského náměstí, kde imitované betonové dlažební kameny byly silně rozrušeny účinky rozmrazovacích posypových solí (obr. 5). Z dalších aplikací je uveden rekonstruovaný skokanský můstek na plaveckém stadionu Klíše v Ústí nad Labem (obr. 6).

#### UCELENÉ SANACNÍ SYSTÉMY

Některé firmy převzaly uvedený krystalizační materiál jako doplňkový sortiment ke svým výrobkům a používají jej pro své ucelené hydroizolační a sanační systémy.

Například firma Austis, a. s., Praha jej má zapracován do systému sanací lodžii. V aplikačním předpisu je uveden pod variantou „C“ – na nezvrátané nebo vlhké betony. Je používán buď jako hydroizolační krystalizační nátěr, nebo jako hydroizolační sanační malta pod dlažbu. Ve spolupráci s firmou Herain, s. r. o., Praha bylo od podzimu roku 2002 pomocí tohoto krystalizačního materiálu opraveno v Praze více než 230 lodžii.

Prvním krokem je při rekonstrukci lodžii vybourání všech vrstev až na stropní panel a navrtání podélných dutin do stropního panelu. Pak je provedeno zateplení zdiva polystyrenem. Dalším krokem je položení kari sítě a provedení spádového betonu. Hned druhý den po zabetonování je podlaha lodžie natřena první vrstvou krystalizačního materiálu a po zatuhnutí druhou s vložením pásy (obr. 7). Nakonec je položena dlažba (obr. 8).

#### ZÁVĚR

V článku bylo dokumentováno, že vodotěsnost a sanaci betonových a železobetonových konstrukcí můžeme zajis-

#### Literatura:

- [1] Příhoda J.: Betonový svět, Betonové stavitelství Praha 2000
- [2] Tichý J.: Zlepšení vodotěsnosti betonových konstrukcí pomocí krystalizačních materiálů, sb. 5. konfer. Technologie provádění a kontrola betonových konstrukcí Praha 2006
- [3] Šauman Z.: Vyhodnocení hydroizolačních sanačních nátěrů Izoetrin zpráva VUT v Brně FAST – Ústav technologie stavebních hmot a dílců, prosinec 1999
- [4] Tichý J.: Sanace betonových konstrukcí pomocí krystalizačních materiálů, sb. 2. konf. a ECSN workshop Technologie provádění a kontrola betonových konstrukcí, Praha 2003

tit pomocí krystalizačních materiálů prostřednictvím různých způsobů aplikace.

Zmíněný materiál tuzemské výroby se svými účinky a technickými parametry vyrovná obdobným zahraničním materiálům. Nabízí zatím výjimečná řešení jak hydroizolace, tak sanaci betonových, železobetonových i jiných stavebních konstrukcí použitím pouze jediného materiálu.

Ing. Jan Tichý, CSc.

Lafarge Cement, a. s.

411 12 Čížkovice

tel.: 416 577 450, 602 166 880

fax: 416 577 600 – 1

e-mail: jan.tichy@lafarge-czech.lafarge.com

www.lafarge.cz