

# ZACELENÍ TRHLIN V CEMENTOVÝCH KOMPOZITECH OBSAHUJÍCÍCH BAKTERIE A OCHRANNÉ POLYMERY PŘI RŮZNÝCH TEPLOTÁCH

## CRACK-SEALING IN CEMENTITIOUS COMPOSITES CONTAINING BACTERIA AND PROTECTIVE POLYMERS AT VARIOUS TEMPERATURES

Hana Schreiberová, Tomáš Trtík, Roman Chylik, Karel Šeps, Alena Kohoutková

Autonomní zacelování trhlin v betonu pomocí biokalcifikace se v posledních dvou desetiletích stalo terčem zájmu. Tento článek je zaměřen na dvě hlavní otázky tzv. samohojitelného biobetonu, tj. ochranu bakteriálních spor uložených v cementové matici a chování materiálu při nízkých teplotách. V předkládané studii se jako forma ochrany aplikuje superabsorpční polymer (SAP) a vodný roztok polyvinylalkoholu (PVA). Provedené mechanické testy ukázaly výrazný negativní dopad PVA roztoku na pevnost v tahu i v tlaku, zatímco SAP negativně ovlivnil pouze pevnost v tlaku. Samohojitelný účinek byl pozorován na trhlínách vytvořených na trácích z navržených cementových kompozitů při ideální (tj. pokojové) teplotě, nízké teplotě (10 °C) a po vystavení mrazovým cyklům (-5 až 0 °C).

Autonomous sealing of cracks in concrete through bacteria-induced calcification has become a topic of great concern in the last two decades. This paper is focused on two main issues of the so-called bio-based self-healing concrete, i.e. protection of the bacterial spores embedded in the cementitious matrix and behaviour of the material at low temperatures. In the current study, as a form of protection, superabsorbent polymers (SAP) powder polyvinyl alcohol (PVA) water solution are applied. The performed mechanical tests showed pronounced negative impact of the PVA addition on both tensile and compressive strength, while the SAP negatively affected only the compressive strength. The healing action was observed on cracked cementitious composites beams at ideal (i.e. room) temperature, low temperature (10 °C), and after exposure to freeze cycles (-5 to 0 °C).

Snížení trvanlivosti betonových konstrukcí úzce souvisí s přítomností trhlin v jejich krycí vrstvě. Trhliny urychlují transportní procesy porézní strukturou betonu, a tím zvyšují náchylnost materiálu k degradaci. Beton je však současně znám svojí schopností tzv. autogenního zacelování trhlin [1].

V 19. století byla objevena schopnost určitých mikroorganismů produkovat uhličitán vápenatý (tzv. proces biokalcifikace) [2]. Na tomto základě představil Jonkers v roce 2008 [3] samohojitelný beton s bakteriálním činidlem. V tomto materiálu jsou do cementové matrice přidány bakterie schopné biokalcifikace ve své neaktivní formě spor spolu s nutrič-

ními složkami. Po vzniku trhliny jsou spory v oblasti trhliny aktivovány pomocí pronikající vody a přítomných živin. Aktivní bakterie pak metabolizují, což vede k tvoření uhličitanu vápenatého (CaCO<sub>3</sub>), kterým jsou trhliny postupně zacelovány.

Pilotní studie prokázaly slibný potenciál samohojitelného biologického betonu, následující výzkum však poukázal na několik problematických aspektů. Přestože jsou bakterie aplikovány v neaktivní a vysoce rezistentní formě spor, experimenty ukázaly, že počet životaschopných spor významně klesá po cca 7. dnu od betonáže [4], pravděpodobně kvůli destrukci krystalickými tlaky ve tvrdnoucím betonu.

Dalším problematickým faktorem samohojitelného betonu na biologické bázi je teplota. Většina studií proběhla za optimálních a stálých podmínek, tj. při pokojové teplotě (cca 22 °C) a s dostatečným přísunem vody. Průměrná měsíční teplota však ve středoevropském pásu přesahuje 15 °C pouze po tři měsíce v roce.

Ve studii popsané v tomto článku jsou řešeny obě výše zmíněné problémy – ochrana bakteriálních spor a funkčnost materiálu za nízkých teplot. Ve studii jsou jako ochranné prostředky aplikovány dva typy polymerů – superabsorpční polymer (SAP) a polyvinylalkohol (PVA) ve formě vodného roztoku.