

# STANOVENÍ RELATIVNÍ ODOLNOSTI BETONŮ VŮČI MODELOVÝM AGRESIVNÍM PROSTŘEDÍM ■ DETERMINATION OF RELATIVE RESISTANCE OF CONCRETE TO MODEL AGGRESSIVE ENVIRONMENT

Ivailo Terzijski, Dalibor Kocáb,  
Jiří Strnad, Đorđe Čairović

V příspěvku je představen experiment, jehož cílem bylo porovnat trvanlivost různých betonů při působení síranů a demineralizované vody syčené oxidem uhličitým. Ataku byly vystaveny od betonů odvozené modelové malty. Použita byla dvojnásobně komparativní metoda. Je popsána použitá metoda, odvození modelových malt, volba zkušebních těles a zkoušených parametrů i dosažené výsledky. ■ The article compares the durability of different concretes under impact of sulphates solution and low mineralised water solution of carbon dioxide. Concrete-derived model mortars were exposed to these attacks. A two-fold comparative method was used. We describe the method used, the derivation of model mortars, the choice of specimen's shape and the test parameters as well as the obtained results.

Nedostatečná trvanlivost betonu (či životnost betonových konstrukcí) v neustále se zhoršujícím životním prostředí je jedním z velkých problémů současného stavitelství. Základním aspektem trvanlivosti betonových konstrukcí je odolnost stavebního materiálu vůči působení vnějšího prostředí, tedy vůči působení nejrůznějších chemických látek, a to jak jednoduchých, tak i složitých či kombinovaných. V naší zájmové oblasti jde zejména o odolnost betonu, případně obecněji silikátových kompozitů. Z velkého množství možností byl pro účely popisovaného experimentu jako náporové (agresivní) prostředí zvolen vodný roztok  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  s definovaným obsahem síranových iontů a demineralizovaná (pro popis koroze lze nazvat „hladová“) voda syčená plynným oxidem uhličitým ( $\text{CO}_2$ ).

Vzhledem k zaměření článku jsme v jeho úvodu chtěli původně detailněji popsat chemické procesy, které v betonu při náporu výše uvedených prostředí probíhají (resp. mohou za jistých podmínek probíhat) a představují onu korozi betonu. Při interních diskuzích jsme ovšem dospěli k závěru, že jsou tyto procesy již dobře známé a informace o nich dostupné prakticky komukoli. Pěkné je např. přehledné shrnutí problematiky koroze betonu zpracované právě pro časopis Beton TKS (ke sta-

žení na webu v archivu časopisu) [1]. Podobně velmi pěkné a technicky srozumitelné, i když v jazyce anglickém, jsou webové stránky [2]. Detailním způsobem je problematika popsána také v „State of the Art Reportu“ [3]. Pro zájemce uvádíme ještě literaturu na téma koroze vlivem působení síranů [4], [5], [6] a literaturu na téma koroze vlivem oxidu uhličitého [7] až [12].

## CÍL EXPERIMENTŮ

V článku prezentované výsledky byly získány v rámci v současnosti řešeného projektu aplikovaného výzkumu MPO. Jedním z cílů tohoto projektu je navržení vysokohodnotných samozhutnitelných betonů (SCC) pro souběžně vyvíjené prefabrikované tenkostěnné 3D konstrukce, resp. pro některé složitější konstrukční prvky. Součástí vývojových prací bylo (a stále je) ověření vlastností nově vyvinutých betonů, včetně porovnání jejich odolnosti vůči agresivnímu působení. Vzhledem k tomuto cíli byly navrženy obsah a metodika prováděných zkoušek trvanlivosti.

## METODIKA EXPERIMENTŮ

U korozních zkoušek obecně jde zejména o dosažení jasných a reprezentativních výsledků v přijatelném časovém období a za přijatelných nákladů. Podle toho se také volí velikost a charakter zkoušených vzorků, parametry modelového (agresivního) prostředí a další parametry zkoušení. Za přijatelné časové období je obvykle považován 1 rok, tedy 365 dní. Vzhledem k uvedenému jsme souvisejícím postupům věnovali značnou pozornost.

V našem případě byla zkouška odolnosti zvolena jako dvojnásobně komparativní, tj. zjišťované parametry jednotlivých zkoušených materiálů v jednotlivých agresivních prostředích byly porovnávány jak mezi sebou, tak i vůči odpovídajícím parametrům stejného materiálu uloženého v referenčním prostředí.

## Modelová agresivní prostředí

V návaznosti na cíle nadřazeného projektu byla vybrána dvě základní agresivní působení:

- vodný roztok síranů (ionty  $\text{SO}_4^{2-}$ ),

- hladová voda syčená oxidem uhličitým.

Z množiny reálně se nejčastěji vyskytujících agresivních prostředí byla záměrně vybrána tato dvě, neboť fyzikálně-mechanický projev jejich působení (koroze) je zcela rozdílný.

**Při působení síranů** na beton se v jeho matici tvoří produkty s vyšším molárním objemem v porovnání s objemem sloučenin do korozního procesu vstupujících. Dokud je v pórové matici betonu dostatek prostoru k ukládání novotvarů, korozní proces betonu zdánlivě (v tomto období i reálně) prospívá, neboť snižuje jeho pórozitu, tj. zlepšuje vlastnosti na ní závislé, např. zvyšuje pevnost betonu v tlaku.

Po úplném zaplnění pórové struktury betonu způsobuje i nadále rostoucí objem produktů korozní reakce vzrůst napjatosti a postupně vznik trhlin v napačeném materiálu (betonu). Dále dochází k rozšiřování trhlin a posléze k úplnému rozrušení materiálu. Kdy k onomu zlomu dojde, nelze jednoznačně říci. Záleží na koncentraci síranových iontů, na kationtu nosiče síranů, na pórové struktuře betonu a na přítomnosti dalších chemických látek, teplotě, tlaku atd. Může to být za půl roku, za rok, při reálné korozi i později.

Naproti tomu **koroze hladovou vodou**, příp. zesílená přítomností útočného  $\text{CO}_2$ , je druh koroze škodící atakovanému betonu od samého počátku. Je tomu tak zejména u těch konstrukcí, které jsou vystaveny omývání nebo přímo tlakovému působení povrchových či podzemních vod s touto charakteristikou. Při působení tzv. hladových vod s  $\text{CO}_2$  je silikátové pojivo betonu rozkládáno, převedeno do lépe rozpustné formy a následně odstraňováno (vy-mýváno) z matrice betonu. Beton bez pojiva ztrácí soudržnost a rozpadá se. Typické pro toto korozní působení je, že postupuje agresivně směrem od povrchu konstrukce či vzorku dovnitř.

Při tlakovém působení na konstrukci (např. podzemní stěnu) se koroze tohoto typu přednostně koncentruje do oslabených oblastí konstrukce (místa s nejvyšší propustností), kde vytváří komunikační kanálky. Může tak zcela znehodnotit