

SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ MOŽNOSTI POUŽITÍ ŽÁROVĚ ZINKOVANÉ VÝZTUŽE DO BETONU – ČÁST II: ZKOUŠKY SOUDRŽNOSTI S BETONEM ■ ASSESSMENT OF THE USE OF HOT-DIP GALVANIZED REINFORCEMENT IN CONCRETE – PART II: TESTS OF BOND STRENGTH WITH CONCRETE

Petr Pokorný, Tomáš Mandlík,
Miroslav Vokáč, David Čítek

Tento článek navazuje na předešlý text (na str. 56) a zabývá se přímým dopadem koroze žárově zinkované oceli za vývoje vodíku (katodická korozní reakce) v čerstvém betonu na soudržnost hladkých prutů s betonem. Zkoušeno bylo metodou pull-out test a výsledky byly korelovány s odbornou literaturou na toto téma. Výsledky obou článků poukazují na nevhodnost použití žárově zinkované výztuže betonu. ■ This article follows the previous article (see page 56) and studies the direct impact of corrosion of hot-dip galvanized steel on the evolution of hydrogen (cathodic corrosion reaction) in fresh concrete mix for the bond strength of plain bars with concrete. The pull-out test was realized and the results were correlated with other scientific literature on this topic. The results of both the articles point to the inappropriate use of hot-dip galvanized reinforcement in concrete.

V předchozím článku na str. 56 o souhrnném zhodnocení použití žárově zinkované výztuže betonu (elektrochemické korozní zkoušky) bylo shrnuto korozní chování takto povlakované oceli v alkalických a modelových pórových roztocích betonu. Na základě výsledků experimentů byla vyslovena pochybnost o schopnosti účinné pasivace korozních produktů na bázi $\text{Ca}[\text{Zn}(\text{OH})_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a zároveň potvrzena tvorba plynného vodíku na povrchu žárově zinkované oceli v čerstvém betonu na bázi portlandského cementu i cementů směsných po časově významnou periodu (obr. 1).

V odborných publikacích se vylučování vodíku katodickou korozní reakcí (depolarizační) rovněž potvrzuje [1 až 5]. Nicméně již od 20. let minulého století je diskutováno, do jaké míry může vytvářený vodík zvyšovat pórovitost cementového tmelu na fázovém rozhraní, a tedy snižovat soudržnost žárově zinkované výztuže s betonem [6]. Závěry odborných prací jsou velmi protichůdné, některé výsledky dokazují, že vliv vodíku na soudržnost je minimální [1], podle jiných výsledků je vliv vodíku



1 Demonstrace vývoje vodíku katodickou korozní reakcí při korozi žárově zinkované výztuže v modelovém pórovém roztoku betonu při pH 13,5 ■ 1 Demonstration of hydrogen evolution by cathodic corrosion reaction during corrosion of hot-dip galvanized reinforcement in model concrete pore solution at pH 13,5

naopak zcela zásadní [5]. Problematika soudržnosti výztuže s betonem je velmi složitá a na naměřené výsledky mají významný vliv i jiné parametry než koroze zinkového povlaku za vývoje vodíku [5], [7], [8].

Z hrubého nadhledu lze celkovou soudržnost (B_s – (1) [5], [7], [9]) zkušební výztuže stanovit jako součet určitých faktorů, tj. konkrétně faktoru adhezivního (f_{ad}), který vypovídá o kvalitě obalení zkušební výztuže cementovým tmelem, faktoru třecího (f_t), zahrnujícího úroveň hladkosti povrchu, a faktoru mechanického provázání (f_{mech}), který zohledňuje vliv žebříků (či jiné geometrické úpravy povrchu zkušební výztuže).

$$B_s = f_{ad} + f_t + f_{mech} \quad (1)$$

Jednotlivé vlivy nemají stejnou váhu a stanovení jejich vzájemné míry je velmi obtížné, nicméně je zřejmé, že vliv

žebříků při smykovém zatěžování (při zkouškách soudržnosti) má zásadní vliv na celkovou soudržnost, neboť vlivem zatěžování jsou do problematiky soudržnosti nutně zahrnuty proměnné mechanické vlastnosti betonu (pevnost betonu v tahu i tlaku – v podstatě „opírání“ žebříků o beton). Tento faktor má tedy zásadní význam a může „zastřít“ negativní vliv vývoje vodíku na soudržnost (vodík zvyšuje pórovitost cementového tmelu a snižuje tedy adhezivní faktor f_{ad}). Pro relevantní postihnoutí vlivu vývoje vodíku na soudržnost žárově zinkované výztuže s betonem je nezbytné zkoušet hladkou výztuž (např. 10 216 [10], [11]).

Dále je třeba doznat, že na soudržnost výztuže s betonem mají vliv i jiné parametry, které mohou souviset s korozi zinkového povlaku (vliv externí vrstvy [12], skladba a složení použitého cementu [13], obsah CrO_4^{2-} v cementech [14]), ale i ty, které s korozi zinkového povlaku nesouvisí a mají obecný význam (uspořádání zkoušky soudržnosti [15], teplota prostředí v době zkoušení [7], citlivost měřicí techniky [7]). Někdy bývá složitosti interpretace zkušebních soudržností účelově zneužíváno při záměrném „zastírání“ negativního vlivu vývoje vodíku v případě žárově zinkované výztuže [16], jindy jsou výsledky zkušebních soudržností zcela chybně interpretovány [17], nebo je realizované měření chybné [2]. V některé komerční literatuře je poukázáno na mimořádně dokonalou soudržnost žárově zinkované výztuže s betonem, významně převyšující soudržnost konvenční nepovlakované výztuže [18]. Výsledky ovšem nejsou podloženy odpovídajícími daty. Zastánci žárového zinkování výztuže do betonu to přisuzují schopnosti korozních produktů zinku účinně vyplňovat póry cementového tmelu na fázovém rozhraní vytvořeném vodíkem [19], ovšem toto se v odborné literatuře na statisticky významném množství vzorků nepotvrdilo [20 až 24]. Rozporuplnost výsledků soudržnosti žárově zinkované výztuže s betonem ve srovnání