

v r. 1981, podobná norma pro použití povlakových sítí se zpracovává. V poslední době byly vydány další národní normy, např. německá, švýcarská, britská atd.

V Německu směřuje vývoj k použití epoxidových povlaků na jednotlivých vložkách, zatímco na sítě se zřejmě dá přednost povlakům PVC.

Zatímco některé dosavadní zkušenosti jsou uvedeny v předchozím odstavci, postrádají se dosud dostatečné znalosti

- o pevnosti v soudržnosti při opakovaném zatížení,
- o pevnosti stykovaní přesahem při opakovaném zatížení,
- o účinku příčných trmínek z povlakové výztuže na soudržnost nosných vložek,
- o vlivu současného výskytu trhlin v betonu, opakovaného zatěžování a korozního prostředí na soudržnost,
- o vlivu těchto činitelů při současném působení zvýšené teploty na tenkostěnné konstrukce, např. chladících věží.

Požaduje se zahájit vývoj vhodného materiálu použitelného k povlakům trmínek a spon.

Zatím nejsou k dispozici vyčerpávající informace o jakosti povlaků v okolí svarových spojů v sítích, o vlivu jakosti povlaků na soudržnost a kotvení, o dlouhodobém vlivu počasí a ultrafialového záření na jakost povlaků, o vlivu trhlin v betonu na korozi a soudržnost atd.

4.12 Použití povlakové výztuže v různých státech

Největší spotřeba povlakové výztuže je ve Spojených státech. V 70. letech činila roční spotřeba cca 1 000 tun, v roce 1987 již cca 180 000 tun, tj. 5 až 7 % celkového ročního odbytu výztuže. Očekává se, že v krátké době dosáhne spotřeba 250 000 tun za rok.

V Kanadě se hlásí prudký nárůst spotřeby, ale přesná čísla nejsou k dispozici. Jen při stavbě známého mostu ve Vancouveru se spotřebovaly 4 000 tun povlakové výztuže. Ve státě Ontario platí závazný předpis používat při horním povrchu mostovek výhradně povlakovou výztuž.

Na středním východě se spotřebovává cca 30 000 tun za rok.

Údaje o spotřebě povlakové výztuže v jiných státech se nepodařilo získat, nicméně se zvyšuje počet závazných předpisů, podle nichž nelze v některých případech použít žádnou jinou výztuž než odolnou proti korozi. Tak ve Spojeném království (UK) jde o části konstrukcí mostů, přístavních zařízení, o síla a o objekty chemických provozů, potrubí, vodárny apod. V Nizozemí a ve Skandinávii bylo vystavěno několik zkušebních objektů. V Dánsku se povlaková výztuž používá při stavbě tzv. Východního mostu, zatímco na výstavbu tzv. Východního tunelu se spotřebovalo 20 až 26 tisíc tun.

4.13. Cenové údaje

Při hodnocení hospodárnosti výdajů je třeba vzít v úvahu celkové náklady, zahrnující i náklady na údržbu a opravy. Zahraniční zkušenosti ukazují, že i eventuelní dvojnásobné výdaje na povlakovou výztuž (ve srovnání s náklady na tradiční výztuž bez povlaku) jsou dobrou investicí. Ve spojených státech se v podmínkách tvrdé soutěže uplatňuje povlaková výztuž i při ceně o 40 až 70 % vyšší než za obyčejnou výztuž.

V Evropě se zatím povlaková výztuž tolik nepoužívala a k dispozici jsou jen informativní údaje.

V UK je průměrná cena povlakové výztuže asi 2,1 krát vyšší. Záleží však na druhu a na průměru výztuže (vložky menších průměrů jsou dražší (asi 2,8 až 3,3 x) než průměrů větších (1,2 až 1,5 x)).

V UK se použitím povlakové výztuže zvýšila celková pořizovací cena

silničních a železničních mostů zhruba o cca 1,5 % (povlaková výztuž pouze při horním povrchu), cena objektů s chemickým provozem o cca 3 % (veškerá výztuž je povlaková).

Z rozborů provedených v USA vyplývá, že

- lze očekávat významný nárůst spotřeby povlakové výztuže, protože se hospodárnost jejich použití i při zvýšené pořizovací ceně jasně prokázala,
- lze očekávat zvýšenou spotřebu povlakové výztuže z jednotlivých vložek i z výztužných sítí,
- povlaková výztuž podstatně prodlužuje životnost mostů, parkovišť, průmyslových objektů s chemickým provozem, chladících věží apod.

5. Závěr

Epoxidový povlak výztužných ocelí je zatím nejrozšířenějším z možných opatření protikorozní ochrany výztuže, kterým se podstatně prodlužuje životnost železobetonových konstrukcí.

Úspěšnost použití povlakové výztuže je podmíněna kvalitou provedení povlaku, kvalitou projektu a stavebních prací a dále přísnou kontrolou jakosti a dodržování předpisů. Použití povlakové výztuže v žádném případě nesnižuje nároky na jakost stavebních prací ani neumožňuje žádné úlevy v dodržování norem a obvyklých prováděcích předpisů.

Dosavadní zkušenosti ukazují, že zvýšené pořizovací náklady (o 1,5 až 3 % z celkové pořizovací ceny) se vyplácejí, protože se podstatně snižují náklady na údržbu a rekonstrukce a snižuje se riziko poruch a havárií. U nás se povlaková výztuž zatím nevyrábí a v podstatě nepoužívá, k dispozici nejsou ani národní směrnice pro návrh a provádění.

Poznámka: V příštích číslech časopisu BETON A ZDIVO budou čtenáři postupně seznámeni s některými zahraničními předpisy a normami pro navrhování a pro provádění betonových konstrukcí s povlakovou výztuží.

Literatura:

/1/ CEB bulletin No. 148 - "Durability of Concrete Structures". State of Art Report, February 1982

/2/ CEB bulletin No. 152 - "Durability of Concrete Structures". Workshop Report, April 1984

/3/ CEB bulletin No. 182 - "Durable Concrete Structures". CEB Design Guide, 2. edition, June 1989

/4/ CEB bulletin No. 211 - "Protection Systems for Reinforcement". State of Art Report, February 1992

Ing. Vladimír Urban, CSc.,

Znalec z oboru stavebnictví, autorizovaný inženýr v oborech pozemní stavby, zkoušení a diagnostika.

Obor činnosti:

Navrhování, konstrukční zásady, metody vyztužování, standardizace, zkušebnictví, stavebně technické průzkumy, diagnostika, opravy a rekonstrukce stavebních konstrukcí.

PROTIKOROZNÍ OCHRANA BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE ORGANICKÝMI POVLAKY

Způsoby ochrany před korozním napadením staveb - betonářská výztuž s povlakem z práškových plastů - způsob výroby - povlečená výztuž při přepravě - skladování - ohýbání a spojování

V poslední době se stále častěji objevuje problematika působení povětrnosti na životnost železobetonových staveb. Často dochází v extrémních podmínkách až k desetinásobnému snížení životnosti oproti předpokladu. Jednou z hlavních příčin je vliv koroze ocelové výztuže-dle ocelářské terminologie betonářské žebírkové oceli (dále BŽO).

Oxidy železa vznikající při korozi zaujímají větší objem než původní BŽO, což vede ke vzniku prasklin v okolním betonu. Tím dochází k zvýšenému průniku korozního média k povrchu kovu a k dalšímu urychlení koroze. Beton dále rozpraskává a pevnost stavby se snižuje.

Vznik koroze BŽO je způsoben zejména porušením pasivačního

povlaku oceli. Alkalita betonu dosahuje obvykle hodnot pH 12-13. Toto prostředí je vhodné pro vznik pasivačního povlaku na oceli.

Působením např. vzdušného CO₂ nebo působením kyselých dešťů dochází však k neutralizaci Ca(OH)₂ obsaženého v betonu. Klesne-li alkalita prostředí pod pH 10, je narušena pasivační vrstva a nastává koroze BŽO.

Korozi BŽO vyvolávají také chloridy, které se dostávají do staveb buď užitím kontaminovaného



Ing. Petr Súkeník
Státní výzkumný ústav
ochrany materiálu

betonu, nebo např. splachy zimních silničních posypů. Popsané procesy probíhají prakticky vždy, jejich rychlost je však závislá na podmínkách expozice. K výraznému poklesu životnosti dochází proto zvláště u takových staveb, jako jsou mosty, letištní plochy, elektrárenských chladičů věže, průmyslové komplexy, stavby dálniční sítě, budovy ve velkých městských aglomeracích, přímořské oblasti apod.

Korozní napadení staveb lze řešit několika způsoby:

1. Úpravou betonu:

- zvýšením tloušťky betonu - tento způsob není příliš efektivní,
- použitím nepropustných fólií na povrchu stavby - klade značné nároky na pracnost,
- modifikací betonu (např. polymerními disperzemi) - je nutno zachovat takovou technologii, aby nedocházelo při stavbě k tvorbě porů a prasklin.

2. Povlakování BŽO:

- pozinkováním - zinek tvoří obětovanou ochranu s omezenou životností,
- povlakování organickými povlaky.

Protikorozi ochrana BŽO organickými povlaky:

Jako nejvhodnější se v současnosti ukazuje aplikace práškových plastů. Konkrétně epoxidů, resp. jejich modifikací. Jejich povlaky vytváří trvalou bariéru proti pronikání korozního média k ocelovému podkladu. Mají výborné mechanické i protikorozi vlastnosti. V USA se začalo s ochranou BŽO práškovými epoxidy již zhruba před 20 lety. V Evropě o něco později. Principem je nástřik nabitého práškového plastu v práškovací kabině na uzemněný předmět (v tomto případě BŽO). Prášek se roztaví a vytvrdí. Princip je zdánlivě jednoduchý, povlékání je však nutno provádět ve speciálním závodě (často přímo v hutích). Při výrobě je nutno řešit takové otázky jako kvalita předúpravy, použití speciálních prášků, přesné dodržování teplot a plynulosti povlékání. Na výrobek jsou kladeny přísné kvalitativní požadavky.

Povlak musí být celistvý, je průběžně sledována jeho pórovitost a vadné kusy jsou vyřazovány. Musí mít předepsané mechanické vlastnosti (odolnost proti úderu, odolnost proti praskání při ohybu na předepsaný rádius, odolnost proti oděru atd.). Musí odolávat alkáliím, chloridům apod. Za splnění všech těchto ukazatelů zodpovídá výrobce.

Povlékaná BŽO je určena pro stavby exponované v silně korozním prostředí. Její spotřeba je např. v USA okolo cca 7% z celkové produkce výztuží.

Aplikace povlečené BŽO vyžaduje zvláštní postupy také od stavebních firem.

- Přeprava a skladování:

Povlečené BŽO se paletizují. Svazky se prokládají dřevěnými trámkami. Vázání se nesmí holým drátem. Zvedání a manipulace s BŽO se provádí na zařízení s rozpěrným nosníkem a s více vaznými body. Je nutno zabránit poškození povlaku úderem či tvrdými předměty. Opatrnost je třeba i při umísťování povlečených BŽO do sítí (užívají se např. překryvné můstky) a při zalévání betonem.

- Ohybání povlečené BŽO:

Ohyb výztuže musí mít povolený rádius a je prováděn přes měkký trn (např. z tvrdého dřeva).

- Spojování povlékané BŽO:

Povlékanou BŽO nelze svařovat, proto se užívají metody spojování plastovými spojkami, svazování povlečeným drátem nebo přesahem.

- Opravy vad:

Konce tyčí a drobné defekty se opravují speciálními nátěry. Obvykle přímo ve výrobním závodě. V menší míře i na staveništi (např. po krácení BŽO či vady o rozloze menší než 1% povlečené plochy). Ukládání BŽO do sítí i opravy vad je třeba provádět pozorně, neboť vzniká nebezpečí vrubové koroze.

Závěrem lze říci, že použití povlékané BŽO je perspektivní oblast stavebnictví. Přes nutnost použití dražší výztuže a některé zvláštní postupy při vlastní stavbě přináší investorovi značné úspory z hlediska životnosti staveb a nákladnosti oprav.

Ing. Peř Sůkeník

vedoucí oddělení práškových plastů
Státní ústav ochrany materiálu Praha
U měšťanského pivovaru 4
170 04 Praha

ZKOUŠKY SOUDRŽNOSTI ŽEBÍRKOVÉ VÝZTUŽE S EPOXIDOVÝM POVLAKEM

Žebírková výztuž s povlakem - zkoušky soudržnosti - porovnání výsledků zkoušek soudržnosti s betonem pro povlakovou a bezpovlakovou výztuž.

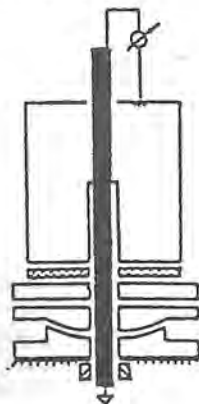
1. Úvod

Vyspělé země celého světa věnují v poslední době značné úsilí na ochranu betonářské výztuže proti korozi, obzvláště je-li tato výztuž vystavena agresivním účinkům prostředí, jako jsou mořská voda, chemické vlivy a podobně.

V souvislosti s řešením problémů spojených s korozi výztuže, s její ochranou a se vstupem know-how na naše území by mohla i epoxidová výztuž najít své použití zejména v konstrukcích vystavených agresivním účinkům prostředí, jako jsou chemické provozy, chladičové věže, mostní stavby, garáže, stavby přiléhající k silničnímu tělesu a podobně. Průzkum provedený u československých stavebních firem ukázal zájem těchto organizací o problematiku epoxidové výztuže. V loňském roce byl zahájen v Kloknerově ústavu ČVUT ve spolupráci s NH Ostrava a s Výzkumným ústavem pro ochranu materiálů výzkum povlakové výztuže zaměřený v této etapě na soudržnost povlakové výztuže s betonem.

2. Popis provedených zkoušek

Pro zamýšlené zkoušky soudržnosti byl zvolen v souladu s doporučením CEB-RILEM-POT systém PULL-OUT, spočívající ve vytahování zkoušené výztuže z betonových krychlí. Schema zkoušky je patrné z obrázku 1. Délka zabetonování ve všech krychlích byla 100mm.



Obr. 1: Schema zkušebního zařízení.

Zkoušky soudržnosti byly provedeny na krychlích o hraně 200 mm. Byly zkoušeny vždy série povlakové a bezpovlakové výztuže 10 425 /N/ o profilech 10, 12, 16 a 20 mm odebraných z jedné vsázky.

Pro každý profil výztuže byly provedeny zkoušky soudržnosti ve dvou pevnostních třídách betonu B 20 a B 40. Pevnost betonu byla po každé sérii ověřována zkouškami pevnosti betonu v tlaku a příčném tahu na krychlích vyrobených současně ze stejné záměsi jako prvky pro zkoušky soudržnosti.



Ing. Jan Rozehnal
Kloknerův ústav ČVUT

	10	12	16	20
B 30				37,0 MPa 39,4 MPa
B 35		43,1 MPa	40,7 Mpa 43,5 MPa	
B 40	45,3 MPa 46,6 Mpa			

Tab. 1: Přehled pevností betonu $R_{c,cu}$ zkoušených krychlí a zařízení do tříd.

Zkoušky se prováděly na zkušební stroji Amsler 500 kN monotním zaběžováním až do porušení prvku. Měřené veličiny, tj. síla, čas a posun nezatiženého konce výztuže byly zaznamenány automatickou měřicí ústřednou Peekel.