

VLIV MRAZU NA PEVNOST A SOUDRŽNOST REPROFILAČNÍCH HMOT S PODKLADEM

EFFECTS OF FROST ON STRENGTH AND COHESION OF REPROFILLING MATERIALS WITH AN UNDERCOAT

VLADIMÍR KNEISSL

Pochopení způsobů chování souvrství tvořeného novou a starou vrstvou betonu za podmínek teplotních změn vede k vývoji vhodných reprofilačních hmot a k jejich správné volbě při konkrétních aplikacích.

Understanding patterns of behaviour of strata made by a new and an old layer of concrete under temperature changes leads to development of suitable reprofiling materials and their correct selection in specific applications.

Jakákoli sanace konstrukce je nákladná záležitost. Dominantním kritériem pro návrh a provedení proto je a musí být zejména její životnost. Definovat životnost opravy je věcí značně komplikovanou. Ve hře je příliš mnoho vlivů a faktorů a bohužel neexistuje jednoznačné kritérium. Každá konstrukce žila a žije svým životem, o kterém je obvykle velmi málo informací, a často nejsme schopni ho ani do budoucna ovlivňovat. Oprava se tedy nutně musí přizpůsobit aktuálním podmínkám. Z pohledu životnosti jsou jedním z důležitých prvků sanačních systémů reprofilační malty. V okamžiku reprofilace se jedná o vytvoření souvrství starý/nový materiál, kdy nová hmota je nanášena v relativně tenké vrstvě. Ve valné většině případů jde vlastně o jakousi „transplantační kůže“, tj. vytvoření nové ochranné vrstvy pro nosnou výztuž. Je jasné, že pro trvalé spojení musí obě hmoty mít co největší soudržnost. Z dlouhodobého hlediska je však dle našich zkušeností důležitější souznění deformací obou hmot vyvolávaných externím namáháním jako je teplota, vlhkost nebo i běžná statická či dynamická zatížení. Tyto požadavky jsou velmi přísné a náročné a současné mnohaleté zkušenosti potvrzují, že je nereálné jim vyhovět při použití běžných cementových malt. Je nutné aplikovat tzv. PCC (polymercementové) či PC (polymerní) malty, tj. malty modifikované polymerními pryskyřicemi v různých podobách a množstvích.

Neméně významnou skutečností pro životnost je kvalita podkladu. Jsou dobře známé situace, kdy se sanuje konstrukce, jejíž stav a kvalita betonu jsou velmi špatné. Aplikace sanačních hmot s pevností v tlaku 60 MPa a více na betony, které ztěžují dosahují pevnosti 20 MPa, je s ohledem na nutně rozdílné deformační chování zjevně nevhodná. V delším časovém horizontu bude mít pevná vrstva reprofilační hmoty snahu oddělit se od nepevného podkladu, a to i v případě, že v okamžiku opravy se zajistí vyhovující soudržnost vrstev.

Problematické kvality betonů v konstrukcích v mělnické oblasti jsme si dobře vědomi. Když byly před léty formulovány receptury malt systému SAN-B, vycházeli jsme z předpokladu, že malty budou nejvíce aplikovány na podkladní betony s pevností přibližně do 30 MPa. Od této hodnoty jsme odvodili pevnostní kritéria pro formulaci malt tak, aby finální modul pružnosti byl velmi blízký podkladu. Nejenom pevnost však rozhoduje o deformačním chování. Pro zajištění vysoké přídržnosti jsou reprofilační hmoty modifikovány polymerními disperzemi, takže se jedná o PCC malty. Správné volbě vhodné syntetické pryskyřice dodávané do malt SAN-B v práškové podobě (malty jsou jednokomponentní a stačí je smíchat pouze s vodou) byla věnována velká pozornost. Dodavatelé disperzí nabízejí značné množství různých typů, které se výrazně liší svými vlastnostmi a dopady na parametry modifikované hmoty. Disperze, která byla nakonec po srovnávacích testech zvolena, a která je nyní již řadu let používána, prokazuje, že nejen zvyšuje přídržnost k podkladu, mrazuvzdornost a vodotěsnost, ale má i příznivý dopad na zpracovatelnost malt, zvýšení pružnosti a omezení vzniku trhlin. Pro omezení vzniku trhlin obsahují malty SAN-B dále polypropylénová vlákna FIBREX.

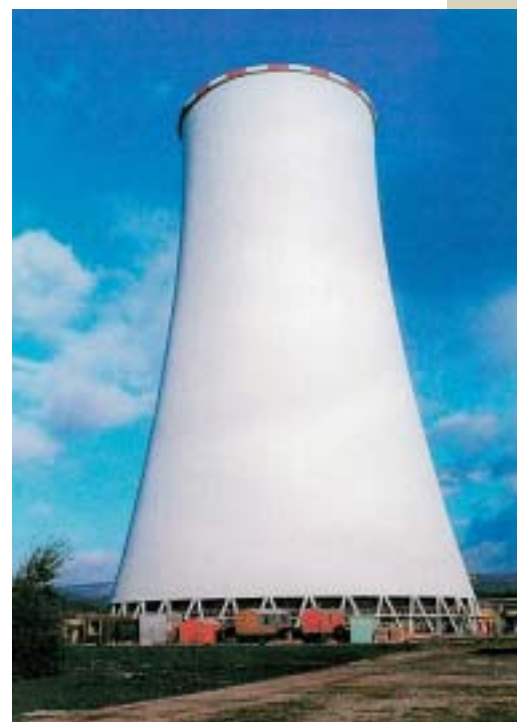
Příležitost důkladně prověřit parametry

reprofilačních hmot SAN-B s ohledem na životnost přišla v roce 1998 v podobě účasti při sanaci chladicí věže CHV 732 ITTERSON, vysoké 100 m, v areálu Chemopetrol Litvínov.

Chladicí věž (obr. 1) je stavba, jejíž beton je díky svým rozmanitým provozním podmínkám velmi namáhán. Jak ukázal průzkum, pevnost betonu v tlaku je po výšce věže značně proměnná. V úrovni nejvíce poškozené paty věže bylo zjištěno, že se pohybuje mezi 20 až 25 MPa, ve středové části byla pevnost vyšší, přibližně 30 až 35 MPa, a v horní třetině opět mírně klesla na úroveň 25 až 30 MPa. Z průzkumu také vyplynulo, že podstatná část reprofilace věže bude prováděna metodou suchého nástřiku. Značné narušení pláště věže je patrné na obr. 2.

Na základě získaných poznatků byly navrženy pro reprofilace následující hmoty:

- Pro suchý nástřik v oblasti paty věže směsi SAN-B S4/30 a SAN-B S6/30 (zrnitost 4 a 6 mm, pevnost v tlaku min. 30 MPa), které se svými pevnostmi blíží kvalitě podkladu.



Obr. 1 Chladicí věž ITTERSON po opravě
Fig. 1 Cooling tower ITTERSON after repair



Obr. 2 Charakter poruch pláště věže
 Fig. 2 Character of fractures of the jacket of the tower

• Pro ruční opravy na plášti malty SAN-B R1, SAN-B R2, SAN-B R4.

Z takto navržených hmot byly před zahájením opravy provedeny referenční plochy, na kterých byly ověřovány:

- možnosti a způsoby zpracování,
- výsledná kvalita povrchů,
- soudržnost reprofilace s podkladem,
- materiálové parametry hmot.

Při přípravě referenčních ploch byly samozřejmě testovány nejen materiály SAN-B, ale i jiné reprofilační hmoty. Na sledování parametrů se podíleli kromě zástupců generálního dodavatele opravy, společnosti SPORT PROFESS, i laboratoř našeho výrobního závodu a dále zkušební laboratoře VUT v Brně a Kloknerova ústavu ČVUT v Praze.

Tato pečlivá příprava, vedená snahou generálního dodavatele o co nejlepší vý-

sledek opravy, nakonec vyústila v konečný návrh sanačního systému, ve kterém byly zastoupeny i reprofilační hmoty SAN-B. Současně byl navržen poměrně rozsáhlý program kontrolních zkoušek, kterými byla prokazována výstupní kvalita dodávaných materiálů.

Pro posouzení hmot z hlediska životnosti bylo v rámci kontrolních zkoušek na těchto materiálech, kromě standardních pevností, provedeno i stanovení mrazuvzdornosti zatvrdlé hmoty a dále také vliv mrazového namáhání na soudržnost reprofilace prováděné suchým nástřikem k podkladu. Zkoušky byly prováděny v Kloknerově ústavu ČVUT.

Vzorky pro zkoušky byly vyrobeny metodou suchého nástřiku za spolupráce prováděcích firem přímo na staveništi při opravě věže Itterson 732. Pro směsi SAN-B S4/30 a SAN-B S6/30 byl nastříkán betonový blok do dřevěné formy o půdorysném rozměru 500 x 500 mm a výšce cca 300 mm. Pro směs SAN-B S4/30 byla pro zkoušku soudržnosti nastříkána vrstva směsi 30 až 50 mm na tlakovou vodou očištěnou betonovou desku 500 x 500 x 50 mm. Po nástřiku byly vzorky označeny následujícím způsobem:

- Bloky L1 – SAN-B S4/30
L2 – SAN-B S6/30
- Deska L7 – SAN-B S4/30

Vzorky byly do KÚ dopraveny druhý den po nástřiku. Zde byly bloky uloženy až do rozřezání ve vlhkém prostředí (relativní vlhkost > 95 %) a teplotě 20 °C ± 2 °C. Pro zkoušky materiálových charakteristik byly z obou bloků přibližně 7 až 10 dní po nástřiku nařezány diamantovou pilou pod vodním chlazením trámečky o rozměru cca 40 x 40 x 160 mm. Část z nich byla uložena do vody a část ponechána na vzduchu v NLP (20/65). Deska byla nejprve uložena ve vodě po dobu 7 dní od nástřiku. Následně bylo provedeno prořezání nastříkané vrstvy 3 až 5 mm do podkladu diamantovou pilou pod vodním

chlazením v rastru přibližně 50 x 50 mm. Až do zkoušky byla potom deska ponechána na vzduchu NLP (20/65).

PEVNOSTI MALTY

Vyřezané trámečky rozměrů 40 x 40 x 160 mm byly zkoušeny v čase 28 dní po výrobě dle ČSN 72 2450. Pro každý typ malty a ošetření (voda, NLP) byly zkoušeny 3 trámečky. V tabulce 1 je uveden souhrn průměrných hodnot pevností.

ODTRHOVÁ ZKOUŠKA PŘED ZMRAZOVÁNÍM

Odtrhová zkouška byla prováděna na šesti zkušebních místech, která byla osazena duralovými zkušebními terčí tloušťky 25 mm a ploše 50 x 50 mm. V jejich středu je závit pro upnutí trhačického zařízení. Terče byly k povrchu lepeny dvousložkovou epoxidovou pryskyřicí SIKADUR v předepsaném poměru. Jelikož nastříkaná vrstva nebyla zahlazena a byla nerovná, bylo před nástřikem nejprve provedeno obroušení nerovností, aby bylo možné lepení. Druhý den po vytvrzení epoxidové pryskyřice bylo ke zkušebním terčům upnuto trhačické zařízení DYNA Z 15 firmy PROCEQ a byla provedena zkouška. Při zkoušce byla zaznamenána lomová plocha. U většiny vzorků došlo k porušení v reprofilaci. Průměrná hodnota napětí v tahu při porušení byla $R_t = 2,93$ MPa při variačním koeficientu $v = 0,15$.

MRAZUVZDORNOST MALTY

Zkouška mrazuvzdornosti byla provedena dle ČSN 72 2452 Zkouška mrazuvzdornosti malty. Mrazuvzdornost byla zjišťována na 100 zmrazovacích cyklů. Za tímto účelem byla zmrazována od každé malty sada trámeček (3 ks). Zmrazování bylo zahájeno 28 dní po výrobě bloků, a to u trámeček uložených ve vodě. Mrazové namáhání bylo prováděno v automatické zmrazovací komoře tak, že 1 zmrazovací cyklus sestával ze čtyř hodin zmrazování při teplotě $-20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ a dvou hodin uložení ve vodní lázni při teplotě $+20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Před zahájením zmrazování byla provedena zkouška pevnosti první porovnávací sady trámeček (tab. 1). Po ukončení cyklování (87 dní po nástřiku bloků) byly zmrazované trámečky a trámečky druhé porovnávací sady vyjmuty, povrchově osušeny, zváženy a odzkoušeny na pevnost v tahu za ohybu a v tlaku na zlomcích trámeček.

Tab. 1 Souhrn průměrných hodnot pevností
 Tab. 1 Review of average values of strengthes

Typ malty	Uložení malty	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
	28 dní	28 dní	28 dní	
S4/30	NLP	2092	6,21	34,6
S4/30	Voda	2164	7,79	30,9
S6/30	NLP	2117	6,35	33,9
S6/30	Voda	2167	8,03	34,2

V tabulce 2 jsou souhrnné výsledky včetně vyjádření součinitele mrazuvzdornosti.

Testované vzorky vyhovují požadavku na stupeň mrazuvzdornosti T100, neboť součinitele mrazuvzdornosti jsou větší než 0,75, tj. kritérium normy ČSN 72 2452.

VLIV PŮSOBNÍ MRAZU NA PŘÍDRŽNOST REPROFILACE K BETONOVÉMU PODKLADU

Po provedení zkoušky přídržnosti byla deska L7 – S4/30 rozříznuta v polovině. Obě části byly uloženy do vody na 3 dny. Poté byla 1/2 desky vložena do zmrazovací automatické komory a zmrazována stejným způsobem jako trámečky, tj. na 100 zmrazovacích cyklů. Po ukončení zmrazování byla deska ze zmrazovacího boxu vyjmuta a deska z vody také. Obě desky byly ponechány na vzduchu (NLP 20/65) vysychat 3 dny. Důvodem této prodlevy byla nutnost mít suchý povrch pro nalepení terčů pro odtrhy. Odtrhová zkouška pak byla provedena na pěti místech obdobným způsobem jako před zahájením zmrazování. U většiny vzorků došlo k porušení v reprofilační maltě. Průměrné hodnoty napětí v tahu pro jednotlivé desky jsou:

Tab. 2 Vyjádření součinitele mrazuvzdornosti
Tab. 2 Coefficient of frost resistance

Označení malty	Počet cyklů za ohybu	Pevnost v tahu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
L1 – S4/30	1. kontrolní sada	7,79	30,9
	100	7,15	34,5
	2. kontrolní sada	8,19	32,8
Součinitel mrazuvzdornosti		0,87	1,05
L2 – S6/30	1. kontrolní sada	8,03	34,2
	100	7,46	35,8
	2. kontrolní sada	7,85	34,9
Součinitel mrazuvzdornosti		0,95	1,03

Obr. 3 Provedená reprofilace pláště PCC maltami SAN-B

Fig. 3 Completed reprofiling of the PCC jacket using SAN-B mortars



- kontrolní deska $R_{t,k} = 2,63$ MPa (variační koeficient $v = 0,22$),
- zmrazovaná deska $R_{t,100} = 2,60$ MPa (variační koeficient $v = 0,29$).

Součinitel mrazuvzdornosti, vyjádřený jako poměr hodnoty kontrolní a po zmrazování, má hodnotu 0,99. Nižší hodnotu pevnosti v tahu při této zkoušce oproti pevnosti před zmrazováním lze vysvětlit přítomností vlhkosti, která snižuje pevnost ve srovnání s vysušenými vzorky.

ZÁVĚR

Získané výsledky potvrdily dobrou kvalitu materiálů. Velmi příznivé byly obzvláště hodnoty přídržnosti. Z provedených zkoušek vyplývá, že materiály SAN-B S4/30 a SAN-B S6/30 použité při opravě suchým nástřikem vykázaly požadované pevnosti v tlaku a tahu (min. 30 MPa v tlaku a min. 5,5 MPa v tahu za ohybu). Současně vykázaly mrazuvzdornost malt minimálně na 100 zmrazovacích cyklů a zejména vysokou přídržnost malty

k podkladu jak před zmrazováním, tak i po namáhání 100 zmrazovacími cykly, kdy přídržnost po zmrazování zůstala téměř nezměněna. Oprava věže proběhla v druhé polovině roku 1998 a provedené garanční prohlídky zaznamenaly dobrý stav opravy.

Literatura

- [1] Kneissl V., Pommer R.: Oprava CHV Itterson 732 100 m, Chemopetrol Litvínov, Sborník IX Mezinárodního symposia Sanace betonových konstrukcí, Brno, 1999, str. 138 – 140
- [2] Habarta J., Zeman S.: Kontrolní zkoušky materiálů použitých při sanaci chladicí věže 732, Sborník IX. Mezinárodního symposia Sanace betonových konstrukcí, Brno, 1999, str. 134 – 137
- [3] Kolísko J., Klečka T., Kolář K.: Sanace CHV Itterson 100 m – vliv mrazu na pevnosti a soudržnost reprofilačních hmot s podkladem, Sborník IX. Mezinárodního symposia Sanace betonových konstrukcí, Brno, 1999, str. 128 – 131

Ing. Vladimír Kneissl
PREMIX, s. r. o.

Libiš 1, Neratovice
tel./fax: 0206 686 563

e-mail: kneissl@premix.cz, www.premix.cz

OMLUVA

V 1. čísle druhého ročníku časopisu jsme na straně 58 v článku nazvaném Betonářské dny 2001 uvedli nepravdivou informaci o oceněné stavbě v soutěži o vynikající betonovou konstrukci z let 1999 až 2000 v kategorii Budovy.

Čestné uznání v kategorii Budovy získala stavba administrativní budovy přihlášená do soutěže pod názvem „Přístavba objektu

TESCO“. Objekt patří společnosti softwarových a obchodních služeb TESCO, spol. s r. o.

Redakce se za uveřejnění mylné informace omlouvá všem čtenářům, majiteli oceněného objektu i projektantovi stavby, Stavoprojektu Olomouc, a. s.

redakce