

## BÍLÁ VANA - VĚTŠÍ JISTOTA A MENŠÍ NÁKLADY THE WHITE TANK - IMPROVED SAFETY AND LOWER COSTS

JIŘÍ DOHNÁLEK

*Dokončení článku z 2. čísla časopisu, které vyšlo v dubnu 2004.*

Známe-li šířku trhlin v betonu a koeficient filtrace, můžeme podle vzorce (1) vypočítat objem vody, pronikající konstrukcí a srovnat jej s množstvím vody, jehož průnik se ještě přípouští. Např. podle ČSN 73 6505 „Zkoušení vodotěsnosti nádrží zdravotně technických zařízení“ je z nádrže na pitnou vodu povolený únik vody za 24 hodin dán vztahem

$$Q_w = \frac{0,0010 A \sqrt{h_w}}{K} \quad (5)$$

[m<sup>3</sup> 24 h<sup>-1</sup>],

kde  $A$  je omočený povrch konstrukce,  $h_w$  výška vody v nádrži a  $K$  součinitel závislý od tvaru konstrukce.

Ze zkušeností i z výpočtů vyplývá, že průsak vody i méně kvalitním betonem, je podstatně menší než průnik vody trhlinami. Zamezení vzniku trhlin má proto pro vodotěsnost zásadní význam.

### Opatření vedoucí k zamezení vzniku trhlin

Pomineme-li vlivy statické, kdy ke vzniku trhlin dochází v důsledku přetížení konstrukce, jsou hlavní příčinou vzniku trhlin, zvláště pak v raném stadiu jeho tuhnutí a tvrdnutí, objemové změny. Z řady existujících faktorů je třeba upozornit z praktického hlediska především na dva fyzikální mechanismy, které nejčastěji vyvolávají narušení konstrukce trhlinami.

**Objemové změny v důsledku změn teploty.** Při hydrataci uvolňuje cement teplo a beton se zahřívá. Z jednoho gramu cementu se podle jeho typu uvolňuje tzv. hydratační teplo odpovídající 350 až 530 J. Vyšší teplota není sama o sobě pro beton škodlivá. Chladne-li však povrch betonu rychleji než jeho vnitřek, vznikající na povrchu tahová napětí. Dosáhnou-li nebo překročí-li tato napětí hodnotu pevnosti v tahu dosud betonem získanou, vznikají trhliny. Toto nebezpečí nastane, jestliže rozdíl teplot mezi jádrem betonu

a okolním vzduchem je větší než 15 °C. Maximální teplota nastane v betonových dílcích obvyklých tloušťek podle třídy betonu v jednom až dvou dnech.

Chlazení povrchu betonu vede k teplotním napětím a ta v největším počtu případů vedou ke vzniku trhlin. Největší nebezpečí vzniku trhlin nastává mezi 10 až 48 hodinami, dokud pevnost betonu v tahu je ještě příliš nízká.

Trhliny v důsledku napětí od teploty vzniknou dříve než nastoupí smršťování betonu. Smršťování trhliny následně prohloubí, rozšíří a učiní je zřetelně patrnými.

K vypařování vody na povrchu betonu je nutné teplo. Je odnímáno betonu a tím vzniká tzv. odpařovací chlad. Povrch betonu je tedy dodatečně ochlazován a nepříznivý vliv se tím zesílí.

Trhliny v betonu snižují jeho vodotěsnost. Je jim proto třeba předcházet. Toho lze docílit, když beton bude nejméně tři dny chráněn před ochlazením.

Vedle uvedeného účinku příliš rychlého chladnutí povrchu betonových konstrukcí vyvolává vznik napětí i rozdílná teplotní dilatace např. betonovaných stěn a již vychladlé základové desky. To vyvolává tvorbu tzv. štěpných trhlin, procházejících celým průřezem konstrukce, a ač jsou z počátku poměrně nezřetelné, prohlubují je v dalším objemové změny vyvolaném smršťováním.

Jediný způsob, jak vzniku trhlin čelit, je chránit konstrukci před ochlazením, a to až do doby, kdy vzroste tahová pevnost betonu, nejméně však tři dny po betonáži.

**Objemové změny v důsledku vysušování.** Dochází-li k odparu vody z betonu, je tento proces provázen jeho intenzivním smršťováním. Vzhledem k tomu, že proces probíhá intenzivněji na povrchu než hlouběji pod povrchem, vznikají v povrchových vrstvách tahová napětí vedoucí k tvorbě trhlin. Ošetřováním lze smršťování oddálit do doby, než vzroste tahová pevnost natolik, že beton je schopen tato napětí přenést, nebo kdy tato napětí jsou postupně eliminována dotvarováním betonu účinkem vnějšího zatížení. Ošetřování musí být prováděno minimálně 7, lépe však 14 dní. Z praktického hlediska připadají v úvahu tato opatření:

- ponechání v bedněni,
- zakrytí fóliemi,
- ošetření povrchu betonu ochranným nástřikem snižujícím odpar vody,
- kropení vodou (mlžení).

Nejčastěji používaný přímý postřik konstrukce vodou je třeba doporučovat s určitou opatrností. Chladná voda (obvykle 12 °C) totiž podchlazuje povrch betonu v době, kdy teplota betonu v jádře stoupá a dosahuje zvláště u masivních konstrukcí hodnot 40 až 60 °C.

Vznik trhlin od smršťování betonu lze omezit nebo částečně vyloučit použitím tzv. vláknové disperzní výtzuže (vlákna z polypropylenu nebo skla) nebo použití speciálních expanzních přísad, které umožňují smršťování betonu téměř eliminovat.

Výše popsaná technologická opatření, která se zaměřují na skladbu betonové směsi a její následné ošetřování však mohou ovlivnit objemové změny betonu jen částečně. Má-li být s jistotou omezena šířka vznikajících trhlin na nezbytných 0,15 mm, je třeba, aby výtzuž ve vodorovném směru byla přiměřeně nadimenzována. K tomu dnes existuje dostatek pomůcek jak platných v Evropských normách, tak např. ve starší německé DIN 1045. Vzhledem k tomu, a právě s ohledem na masivní projektování bílých van, v Německu vznikla již v minulosti potřeba jednoduchých pomůcek pro návrh vodorovné výtzuže, např. rozsáhlá publikace pana Güntera Meyera „Rissbreiten – Beschränkung nach DIN 1045“, která vyšla poprvé v roce 1989 a po druhé pak v roce 1994. Tato více než třisetstránková kniha kromě úvodního popisu výpočetního postupu obsahuje desítky nomogramů, které umožňují velmi rychle v závislosti na použité třídě betonu, maximální požadované šířce trhliny, tloušťce krycí vrstvy, tloušťce stěny a průměru výtzuže vypočítat potřebnou plochu vodorovné výtzuže, jejíž návrh zajistí vznik trhlin pouze přípustné maximální šířky. Jedná se tedy o výpočetní postup, resp. návrh, který je zcela standardně zvládnutý a i v našich podmínkách běžně proveditelný.

Kombinací technologických opatření a statického návrhu vodorovné výtzuže

Obr. 1 Možné varianty řešení pracovní spáry mezi základovou deskou a stěnou

Fig. 1 Possible alternatives of the design of the construction joint between the foundation plate and the wall

tedy můžeme bezpečně zajistit, že ve stěnách objektu vzniknou trhliny pouze přípustné šířky, které nejsou z hlediska vodotěsnosti nebezpečné.

### SPÁRY

Běžně rozlišujeme spáry pracovní a dilatační. Dilatační spáry procházejí vždy celým konstrukčním prvkem a slouží vzájemnému oddělení jednotlivých dilatačních celků. Dilatační spáry umožňují absorbovat různé teplotní pohyby železobetonových konstrukcí i jejich rozdílné sedání.

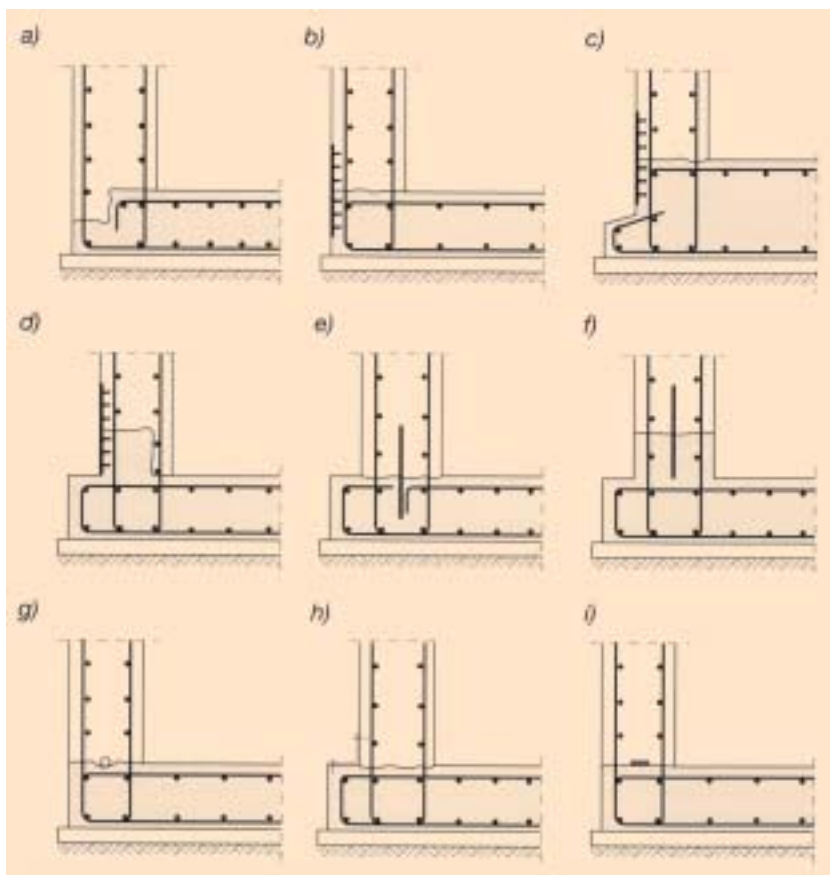
Pracovní spáry vznikají jako důsledek přerušení betonáže a obecně je žádoucí, aby jejich počet byl co nejmenší. Ideálním případem je, pokud se celý dilatační celek podaří vybetonovat v jednom celku, tj. bez pracovních spár. To však ve většině případů není z konstrukčních ani provozních důvodů možné.

### Pracovní spáry

Polohu a četnost pracovních spár je třeba stanovit před začátkem betonáže. Pro jednotlivé typy pracovních spár byla v minulosti navržena řada standardních detailů, a to jak pro pracovní spáry ve vodorovné desce, pracovní spáry mezi základem a stěnami i pracovní spáry ve stěnách.

V nejjednodušší podobě se pracovní spáry nijak konstrukčně neupravují a spoléhá se pouze na soudržnost nového a staršího betonu. I když soudržnost takto dobetonované pracovní spáry lze zvětšit různými adhezními můstkami, není soudržnost takto provedené pracovní spáry nikdy na úrovni standardního monolitického betonu a je takřka vždy zdrojem průsaků. Vyjádříme-li kvalitu spoje pevností styku při namáhání tahem nebo smykem lze konstatovat, že při pečlivém ošetřování lze dosáhnout pevnosti na úrovni až 75 % pevnosti použitého monolitického betonu. Malými odchylkami od optimální technologie klesá však soudržnost i na 45 % pevnosti betonu a při nedbalém ošetření není výjimkou porušení soudržnosti v průběhu tvrdnutí vlivem objemových změn.

Proto se u vodotěsných konstrukcí pra-



covní spáry konstrukčně upravovaly různým zazuběním, nejčastěji se však volilo vkládání ocelového plechu do pracovní spáry. Modifikací tohoto postupu je vkládání nejrůzněji tvarovaných umělohmotných pásů do pracovních spár. Nevýhodou tohoto řešení je, že při betonáži může dojít ke shrnutí těchto pásů, k jejich silnému zdeformování a zejména ke špatnému probetonování konstrukce v jejím okolí.

Hledala se však další řešení, která by měla co největší spolehlivost. V současnosti používané varianty jsou graficky znázorněny na obrázcích, je uvedeno devět řešení standardní spáry mezi základovou deskou a stěnou (obr. 1 a) až i)).

Varianta a) je nejjednodušším možným řešením, používaným především v minulosti. Kontaktní spára je pouze zazubena a nevkládá se do ní dodatečně žádný těsnicí prvek. Toto řešení je použitelné pouze v situaci, kdy se za rubem stěny vyskytuje netlaková voda a kdy je použita betonová směs s minimalizovanými objemovými změnami. Provedení nezbytně vyžaduje naprostou čistotu zazubené pracovní spáry a její dokonalé provlhčení před betonáží.

Varianty b), c) a d) vycházejí z použití

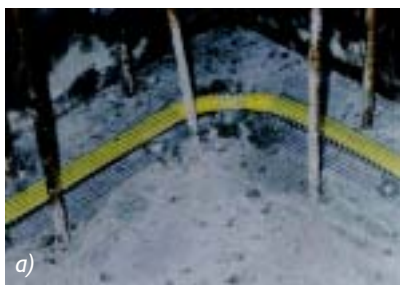
speciálních gumových pásů či pásů z vysokomolekulárních umělých hmot, které svou tužností jsou schopny absorbovat objemové změny od smrštění betonu v oblasti pracovní spáry a svým zakotvením do stěny zajistit její vodotěsnost. Jedná se stále o poměrně standardní řešení, které na rozdíl od minulosti vychází z těsnicích pásů mnohem vyšší kvality a trvanlivosti.

Varianty e) a f) byly obvykle používány v minulosti, a to formou vkládaného plechu či jiného těsnicího pásu. U těchto va-

Obr. 2 Injektážní hadice vkládaná do pracovních spár

Fig. 2 Injection hose put in construction joints





Obr. 5 Řez betonem s dodatečně injektovanou pracovní spárou

Fig. 5 Cross section of concrete with a sufficiently grouted construction joint

Obr. 3 Umístění injektážních hadic v pracovní spáře a vyvedení injektážních hadiček do budoucího bednění

Fig. 3 Placement of grouting hoses in the construction joint and leading injecting hoses out to the future formwork

Obr. 4 a), b) Umístění injektážních hadic v reálných podmínkách

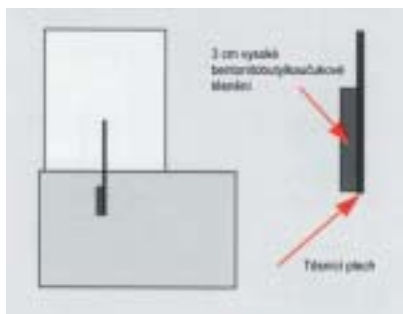
Fig. 4 a), b) Placement of injecting hoses in real conditions

riant je velkým problémem správné ukotvení plechu či těsnicího pásu, a to nejen ve spodní části pracovní spáry, ale zejména v oblasti nad pracovní spárou, kde při ukládání betonové směsi může dojít k deformaci tohoto prvku a následně jeho horší funkčnosti. V tomto případě má rozhodující význam pečlivá fixace plechu či pásu (obr. 6).

Varianta g) znázorňuje řešení, které spočívá v tom, že do pracovní spáry je vložena perforovaná injektážní trubička, jejímž prostřednictvím lze pracovní spáru při eventuálních průsacích dodatečně proinjektovat. Jedná se o poměrně moderní ře-

Obr. 6 Plech vkládaný do pracovní spáry, opatřený bentonitobutylkaučukovým rozpínavým páskem

Fig. 6 A metal sheet put in the construction joint and equipped with a bentonite butyl rubber strip



šení, které je však náročné na pečlivost provedení (obr. 2, 3, 4, 5).

Varianta h) dotěšňuje pracovní spáru na rubové straně bentonitovými pásy. Předpokladem je přístup k rubové straně stěny i vysoká pečlivost provedení.

Varianta i) je dnes velmi často používanou variantou, kdy je do pracovní spáry vkládán buď bobtnavý bentonitobutylkaučukový pásek či pásek z bobtnavé umělé hmoty nebo je do spáry vkládána krystalizační hmota, např. XYPEX CONCENTRATE Dry Pac. Toto řešení je poměrně jednoduché na realizaci a při přiměřené pečlivém provedení jsou s ním velmi dobré výsledky (obr. 7, 8).

Tak, jak je v technice obvyklé, bývá zvýšením bezpečnostní opatření kombinovat, a tím zvyšovat jejich celkovou účinnost. Obvykle jsou kombinovány postupy zahrnuté pod body b), c), d) s řešením naznačeným v bodě g) nebo i). Kombinací obvykle dvou těchto opatření se pracovní spára mezi dnem a stěnou stává z hlediska vodotěsnosti velmi bezpečná.

Obr. 7 Bobtnavá butylkaučuková páska, vložená do pracovní spáry mezi základovou deskou a stěnou

Fig. 7 Swelling butyl rubber strip put in the construction joint between the foundation plate and the wall



Podobně jako u popsaného detailu, tj. pracovní spáry mezi dnem a stěnou, byla stejně optimální řešení hledána i pro svislé pracovní spáry ve stěnách. Na obr. 9 je naznačeno osm variant, jak lze těsnit pracovní spáru ve stěně. Prakticky ve všech těchto případech je stěna v místě pracovní spáry zeslabována, aby byl ve zvoleném místě s jistotou vytvořen zeslabený průřez, v němž se budou odehrávat objemové změny betonu (obr. 10, 11, 12).

Varianta a) popisuje starší řešení, kdy do stěny byl vkládán armokoš, opatřený hustým pletivem tak, aby při betonáži vznikla čtvercová či kosodélníková mezera, která byla po odeznění objemových změn dobetována.

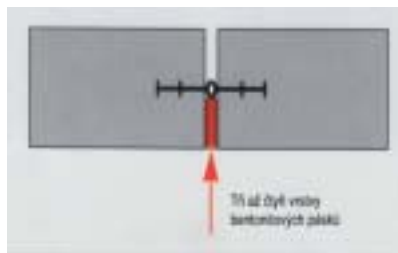
Varianta b) vychází z vkládání speciální umělohmotné roury, opatřené na povrchu těsnicími prvky.

Varianta c) používá těsnicí pásy podobně jako technologie těsnění vodorovných pracovních spár mezi dnem a stěnou.

Varianta d) kombinuje těsnicí pás s postupem podle varianty a).

Obr. 8 Bentonitové pásy vkládané jako pojistka do dilatační spáry, těsněné pružným pásem

Fig. 8 Bentonite strips put in the expansion joint as a fuse and insulated with an elastic strip



Obr. 9 Varianty těsnění pracovní spáry ve stěně

Fig. 9 Alternative insulations of the construction joint in the wall

Varianty e), f) a g) různě kombinují vkládané plechové a umělohmotné pásy či jiné prvky do svislé pracovní spáry.

Varianta h) těsní svislou pracovní spáru na rubové straně bentonitovým pásem.

Výběr nejlepšího způsobu zajištění těsnosti pracovních spár je nejvhodnější ponechat na dodavateli železobetonové konstrukce, který by měl volit optimální technologii s ohledem na typ konstrukce a zkušenosti svých pracovníků.

U větších dilatačních celků je však třeba počítat, zejména ve stěnách, s přiměřeným počtem i umístěním pracovních spár tak, aby byly respektovány výše uvedené zákonitosti objemových a teplotních dilatací betonu na počátku tuhnutí a tvrdnutí. Pracovní spáry, zejména ve stěnách, by měly být navrhovány v určitých odstupech v závislosti na tloušťce stěny a na prováděcích podmínkách. Pracovní spáry mohou současně vytvářet místa tzv. „nuceného porušení“, tj. místa, kde je se vznikem trhlin počítáno. K zajištění jejich vodotěsnosti budou provedena příslušná konstrukční opatření.

Pro příznivé podmínky může být odstup spár  $a$  vypočítán pro stěny o tloušťce  $d \cong 0,3$  až 2 m podle vztahu:

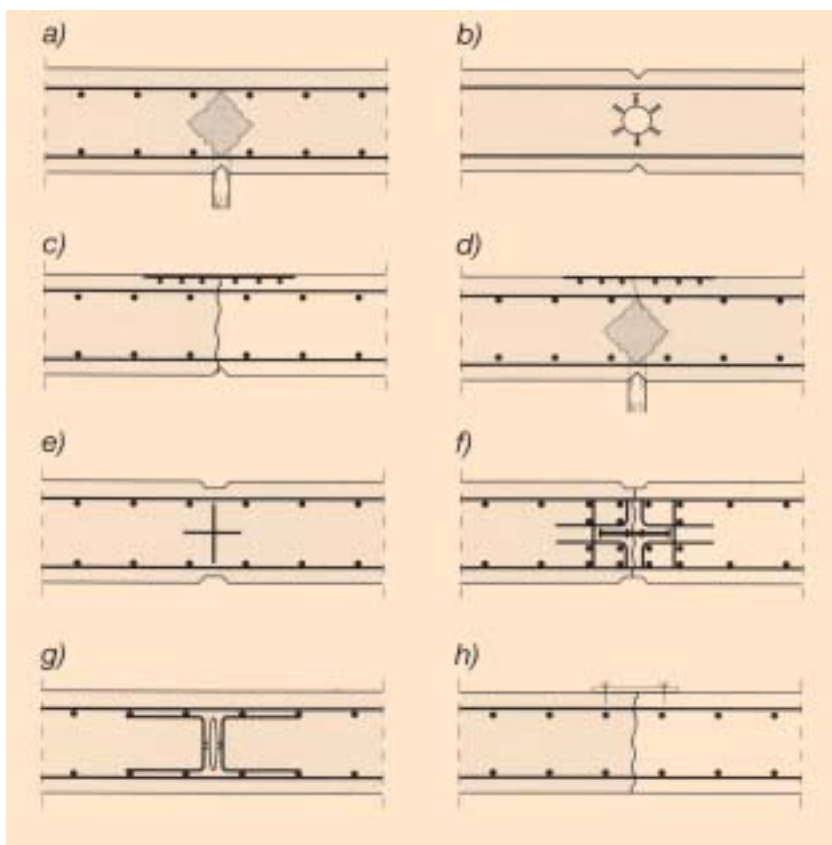
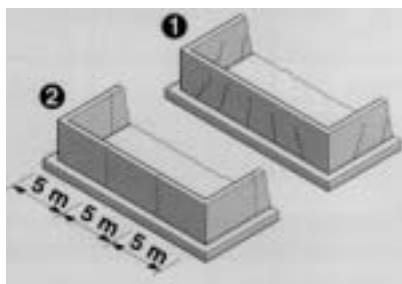
$$a \cong 13 - 3,5 d \text{ [m]} \quad (6)$$

Příznivé podmínky existují když:

- je použit se cement s nízkým vývinem hydratačního tepla,
- čerstvá betonová směs má nízkou teplotu ( $\leq 15^\circ\text{C}$ ),

Obr. 10 1. Náhodné trhliny ve svislé stěně, 2. Záměrně vytvořené trhliny vložení těsnících profilů

Fig. 10 1. Random cracks in the vertical wall; 2. Man-made cracks originating as a result of insertion of sealing profiles



- nenastane přímé oslunění vybetonovaného konstrukčního celku.

Pro nepříznivé podmínky by měl být odstup pracovních spár  $a$  stěn o tloušťce 0,3 až 2 m redukován na

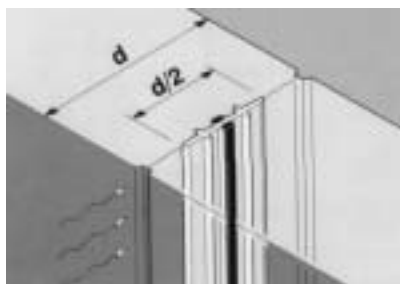
$$a \cong 9 - 2,5 d \text{ [m]} \quad (7)$$

Nepříznivé podmínky existují když:

- je použit cement s rychlým vývinem hydratačního tepla,
- čerstvá směs má vyšší teplotu než  $15^\circ\text{C}$ ,
- nastanou delší časové intervaly mezi zamíšením a uložením betonové směsi,

Obr. 11 Vložení těsnícího profilu do stěny se vytvoří přímá smršťovací trhlinka

Fig. 11 Insertion of the sealing profile in the wall results in a direct shrinkage crack origination



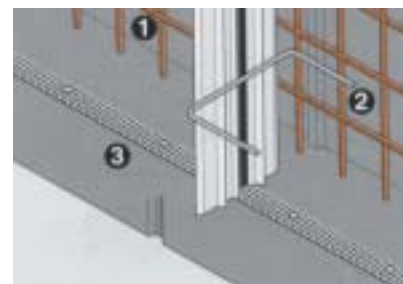
- existují vyšší a silně kolísající teploty ovzduší.

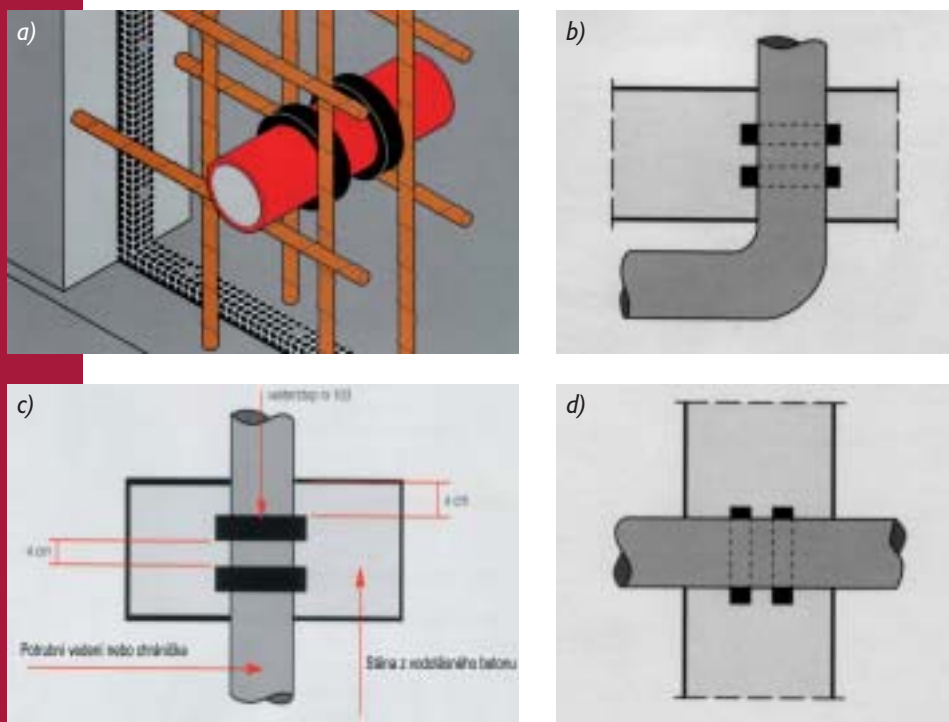
### Dilatační spáry

Pokud jsou z hlediska statického nezbytné, musí dilatační spáry v objektech procházet jak základovou deskou, tak stěnami, nejsou-li učiněna jiná opatření. Pro

Obr. 12 1. Průběžná výztuž v okrajových partiích stěny, 2. výztuž umožňující fixaci svislé těsnící vložky, 3. bobtnavý bentonitobutylkaučukový pásek v pracovní spáře mezi deskou a stěnou

Fig. 12 1. Continuous reinforcement in peripheral parts of the wall; 2. Reinforcement which facilitates fixing of the vertical gasket; 3. Swelling bentonite butyl rubber strip in the construction joint between the plate and the wall





Obr. 13 a) – d) Příklady těsnění  
prostupů bentonito-  
butylkaučukovými pásky

Fig. 13 a) – d) Examples of insulation of  
passages by bentonite  
butyl rubber  
strips

tože dilatační spáry musí později umožňovat posun, zabudovávají se do nich speciální vložky. Spáry by měly být minimálně 20 mm široké, aby ani při větších délkových změnách nevznikla žádná namáhání. Izolační vložka musí být pružná. V případě náročnějších konstrukcí je možné těsnění dilatačních spár i zdvojit. K těsnění pohyblivých dilatačních spár jsou využívány především speciální masivní umělohmotné profily.

Vzhledem k tomu, že dilatační (objektové) spáry jsou méně časté, je možné pro jejich těsnění použít i další speciální profily, které odpovídají aktuálnímu sedání a dilataci realizovaných objektů.

#### SOUHRNNÁ OBECNÁ DOPORUČENÍ

O vodotěsnosti objektu se rozhoduje již ve stadiu projekce. Měl by být volen co nejjednodušší tvar konstrukce s rovnou základovou spárou. Konstrukce vyvozující na základovou spáru rozdílná namáhání, musí být členěny spárami. Tloušťka konstrukce i její vyztužení musí být voleny tak, aby umožňovaly dokonalé vyplnění všech míst betonem i jeho důkladné ztuhnutí. V současnosti jsou pro tuto technologii mimo jiné nabízeny i receptury tzv. samozhutnitelných betonů, jejichž tekutost je taková, že v podstatě nevyžaduje doplňující hutnění.

Bez teplotních resp. objektových dilatačních spár se lze obejít až do délky 30 m jen při dodržení přesných podmínek.

Dimenzování konstrukcí musí vycházet ze zásady, že minimální tloušťka vodotěsné konstrukce, za předpokladu vzniku trhlin (šířka trhliny  $w \leq 0,2$  mm), by měla být větší než 300 mm. Šířka trhlin by vždy měla být posouzena výpočtním postupem. V situaci, kdy trvalá přítomnost vody za rubem ostění vytváří předpoklady pro tzv. samohojení trhlin, je přípustná šířka 0,2 mm. V případě, že není možné samohojení trhlin, je maximální přípustná šířka trhliny 0,15 mm.

Návrh a výroba vodotěsného betonu by se měly řídit standardními zásadami betonářské technologie. Z praktického hlediska by hodnota vodního součinitele neměla překročit hodnotu  $w/c = 0,45$ . To je podmínka s dnes dostupnými ztekucujícími přísadami velmi dobře splnitelná. Ve složitějších případech by mělo být preferováno použití směsných cementů s menším vývojem hydratačního tepla. Pokud je však konstrukce vyztužena odpovídajícím způsobem, není nezbytné na těchto dílčích technologických doporučeních trvat.

Velmi podstatné však je ošetřování mladého betonu, který je nezbytné udržovat minimálně jeden až dva týdny v trvale vlhkém stavu. K tomu účelu je třeba používat buď jemné mlžení nebo krytí povrchu konstrukce vlhkými geotextiliemi a foliemi. Přímé polévání konstrukce proudem studené vody není optimální. Smyslem ošetřování je dosažení co nejvyššího stupně hydratace betonu resp. cementu ob-

saženého v betonu. Jak bylo ukázáno v předchozím textu, právě stupeň hydratace významným způsobem ovlivňuje porozitu, a tedy vodotěsnost betonu.

V chladnějším období je třeba povrch mladého betonu nejméně tři až čtyři dny chránit před prudkým chladnutím a u konstrukcí masivních, tj. o tloušťce větší než 1 m je třeba tuto ochranu prodloužit až na sedm dní. Rozdíl teplot mezi jádrem a povrchem konstrukce by neměl přesáhnout v žádném okamžiku 15 °C. Za tímto účelem se doporučuje u významnějších konstrukcí sledovat vývin teplot v celém průřezu konstrukce.

Obecně lze konstatovat, že pro výrobu vodotěsné konstrukce lze použít standardně dodávané betonové směsi s garantovanou vodotěsností dřívě (V4, resp. V8) v kvalitových třídách B25 a B30. Kromě zvýšeného důrazu na ošetřování betonu není třeba žádných zvláštních opatření. Použití polypropylénových vláken v receptuře může vodotěsnost betonu pozitivně ovlivnit, samo o sobě však není rozhodující či nezbytnou podmínkou realizace vodotěsného betonu či vodotěsné konstrukce.

Pro realizaci vodotěsné konstrukce je nezbytné, aby v projektu byla pokud možno zcela konkrétně naplánována poloha pracovních spár a byl ve smyslu předchozího textu doporučen způsob, jak tyto pracovní spáry těsnit. Obvykle nastává situace, že dodavatel nezahme tuto okolnost do svých kalkulací a prvky zajišťující těsnění pracovních spár jsou pak navrhovány a vybírány ad hoc až v průběhu realizace, a to velmi často s ohledem na cenu, což může celkový výsledek významně znehodnotit. Pokud je těsnění pracovních spár předem v projektu navrženo a tedy i finančně oceněno, je jejich dotěsnění poměrně snadným a bezproblémovým úkolem.

Podobně musí být v projektu vyřešena i otázka těsnění dilatačních (objektových) spár tak, aby použité těsnící prvky byly finančně zakalkulovány do ceny dodávky a následně i použity.

Pozornost je třeba věnovat i těsnění průstupů (obr. 13 a) – d)).

Všechny těsnicí prvky, tj. těsnění pracovních spár, dilatačních spár i prostupů mají standardní komerční charakter a jsou na trhu běžně dostupné.

Z hlediska provádění prací, tj. z hlediska realizace bednění výztuže i betonáže, není zhotovení bílé vany ničím výjimečným ani atypickým. Nezbytná je pouze kontrola použití a správné fixace projektem navržených těsnicích prvků do pracovních a dilatačních spár i průchodek. Kontrolu těchto prvků je třeba předem vyžadovat, výsledky kontroly zaznamenávat do stavebního deníku a betonáž úseků povolovat teprve po provedené kontrole.

Pokud tedy je zvolena z komerční nabídky vhodná betonová směs s garantovanou vodotěsností a vodním součinitelem menším než 0,45, která je následně po odbednění přiměřeně ošetřována, pokud jsou zabudovány veškeré výše popsané těsnicí prvky a pokud bylo provedeno zodpovědně statické nadimenzování vodorovné výztuže, lze s vysokou mírou pravděpodobnosti garantovat plnou těsnost zhotovené železobetonové konstrukce – bílé vany.

V případě, že se lokálně přesto vyskytnou v důsledku technologické nekázně místa s průsaky, je třeba vždy vyčkat na tzv. samozahojení těchto imperfekcí. V 80 až 90 % případů dojde k samovolné eliminaci těchto průsaků. Pokud tyto průsaky během několika týdnů nezaniknou, provede se lokální dotěsnění konstrukce, a to např. krystalizačními materiály typu XYPEX. Tento postup spočívá v nanesení speciální stěrky s účinnou přísadou, která migruje do povrchu konstrukce za současného vzniku speciálních dlouhovláknitých krystalů, které zajistí jak dotěsnění pórového systému betonu, tak i trhlin resp. pracovních spár do šíře 0,4 mm.

V případě, že by se jednalo o dilatace či trhliny pohyblivé, přistupuje se obvykle k polyuretanové injektáži, která je opět schopna lokální průsaky bez problému utěsnit. Z osobních zkušeností mohu konstatovat, že i konstrukce, které nebyly navrhovány jako vodotěsné, bylo možné kombinací obou výše uvedených postupů etapovitě bez problémů zcela dotěsnit. Právě možnost velmi jednoduché „opravy“ případných netěsných míst je

podle mého názoru velkou předností technologie „bílé vany“. Z hlediska trvanlivosti bílé vany lze poskytnout srovnatelné garance s foliovými systémy či spíše garance významně vyšší. I když těsnění pracovních či dilatačních spár vychází částečně z použití vysokopolymerních elastomerů, jedná se o prvky výrazně masivnější a tedy z hlediska trvanlivosti odolnější než významně tenčí foliové systémy. Co se týče vodotěsnosti samotného betonu, lze životnost tohoto anorganického materiálu v podmínkách podzemí bez působení mrazového zatížení garantovat vysoko v horizontu nad sto let.

Obrázky 2 až 13 byly převzaty z prospektu firmy CONTEC / Pictures 2–13 were borrowed from the prospectus of the CONTEC company

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.  
ČVUT, Kloknerův ústav  
Šolínova 7, 166 08 Praha 6  
tel./fax: 224 353 840, tel.: 602 324 116  
e-mail: dohn@klok.cvut.cz

## Protectosil<sup>®</sup> CIT

### Inhibitor koroze nové generace – pevnost vychází zevnitř

degussa.

creating essentials



#### ■ Protectosil<sup>®</sup> CIT chrání vaše investice

- omezuje aktivní korozi
- chrání před napadáním chloridy, rozpustnými ve vodě
- vhodný pro staveništní a prefabrikované betony, jakož i pro betony vysokopevnostní
- jednoduchá aplikace nástřikem na betonové prvky
- účinnost ve zvláště korozivních prostředcích
- účinnost ve vlhkém prostředí

#### ■ Přerušeni nežádoucích a soustavně se opakujících sanací betonu

- u betonů ošetřených inhibitorem koroze Protectosil<sup>®</sup> CIT byla prokázána **99%-ní** účinnost v ochraně proti korozi, což je srovnatelné jen s výztužnými prvky z nerezové oceli!

#### ■ Protectosil<sup>®</sup> CIT se velice jednoduše nanáší a umožňuje výtečné difuzi vodních par



Degussa Stavební hmoty s.r.o., K Májovu 1244, 537 01 Chrudim  
tel.: +420-469 607 111, fax: +420-469 607 112, e-mail: info@degussa-sh.cz, www.degussa-sh.cz