

Obvodové plášte na báze pórobetónu 1 – Bytový fond a typické problémy

V období hromadnej bytovej výstavby panelovými technológiami sa, mimo iných, používali aj obvodové plášte na báze pórobetónu. Z výsledkov riešenia úlohy „Technický stav a perspektívy obnovy a revitalizácie bytového fondu“ [1] vyplynula požiadavka osobitne sa venovať problematike obvodových plášťov na báze pórobetónu. Na spínaných pórobetónových obvodových dielcoch stavebnej sústavy P 1.15 a PS 82 TT, ale aj pri aplikáciách pórobetónových dielcov na iných konštrukčných systémoch sa zistili rozsiahle nedostatky prejavujúce sa neusporiadanou sieťou trhlín. Zistil sa aj významný postup degradácie v priebehu 10 rokov.

Rozširovanie predmetnej degradácie by mohlo v krátkej budúcnosti zabrániť možnosti uplatňovania zmeny kvality tepelnej ochrany daných stavebných konštrukcií uplatňovaním zavedených technických riešení pomocou kontaktných tepelnoizolačných systémov (zatepľovania).

Pórobetón

Pórobetón ako stavebný materiál vynašiel v polovici dvadsiatych rokov 20. storočia Max Ginsberg. Významný pokrok v technológii výroby pórobetónu dosiahol dr. Axel Eriksson, pracujúci spolu s prof. Henrikom Kreügerom v Kráľovskom technickom inštitúte (Royal Institute of Technology) v Stockholme.

Na Slovensku (vtedajšom Československu) sa začal pórobetón vyrábať v roku 1959 v závode v Zemianskych Kostolánoch. Do roku 1964 sa uviedli

do prevádzky ďalšie tri závody – v Šaštíne, Hencovciach a v Bratislave. Pórobetón sa využíval hlavne v prefabrikácii, kde sa hmota uplatnila vo výrobe najmä veľkoformátových konštrukčných prvkov.

Nesporou výhodou pórovitého materiálu bola jeho nízka objemová hmotnosť a súvisiace priaznivé tepelnotechnické parametre. Táto výhoda spolu s vtedajším nedostatkom efektívnych tepelnoizolačných materiálov a schopnosťou pórobetónu pôsobiť súčasne ako konštrukčný i tepelnoizolačný materiál spôsobili intenzívne rozširovanie sortimentu výrobkov z pórobetónu. To vyvolalo neustále sa zvyšujúcu ročnú produkciu pórobetónu, ktorá v roku 1983 dosiahla 3 milióny m³/rok [4]. Neskôr, s úpadkom až zastavením hromadnej bytovej výstavby, sa produkcia znížila a preorientovala sa na sortiment maloformátových tvárnic určených na murované konštrukcie.

Zmenou zamerania výroby sa nič nemení na množstve postavených bytových domov s pórobetónovým obvodovým plášťom, ktorý často vykazuje poruchy alebo celkovú degradáciu, spôsobenú viacerými faktormi, mimo iného aj klimatickým zaťažením a spôsobom užívania, resp. údržbou.

Pórobetón je umelý stavebný materiál vyrábaný autoklávaním z plniva, spojiva a vody. Podľa pôvodu plniva sa rozlišujú dva základné varianty. Prvým variantom je na báze elektrárenského popolčeka (známy aj pod označením Calsilex). V tomto prípade sa plnivo (popolček) mieša so spojivom (vápno) a vodou. Druhým variantom (tzv. Siporex) je na báze kremičitého piesku. V tomto prípade sa plnivo mieša so spojivom (zmes vápna a cementu) a vodou. Na rozdiel od bežných betónov v pórobetóne aj plnivo vstupuje do chemických reakcií (zjednodušene hydratácie) ako reaktant.

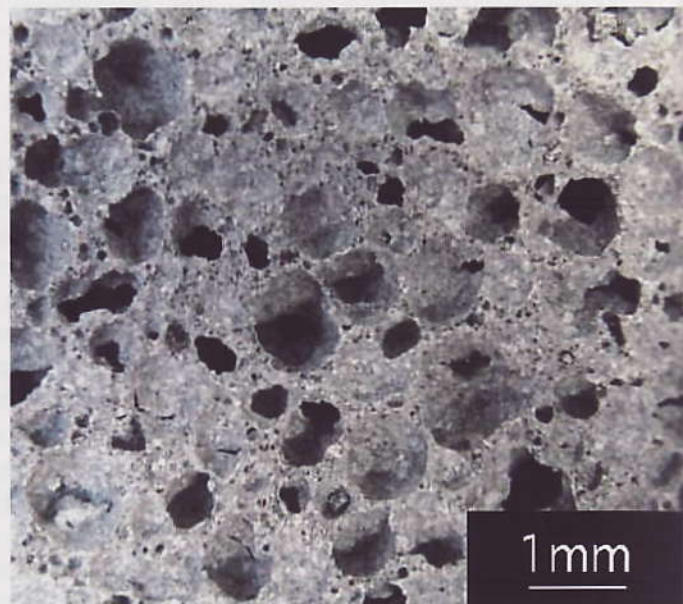
V oboch variantoch sa do zmesi pridáva prevzdušňovacia prísada vo forme mletého hlinikového prášku, ktorý za prítomnosti zásaditého roztoku v zmesi spôsobuje uvoľňovanie vodíka (plynu) zodpovedného za pórovitosť materiálu.

Samotná hmota pórobetónu vzniká v zamiešanej zmesi uvoľňovaním plynu vďaka prevzdušňovacej prísade a v autoklávacom zariadení pôsobením vodnej pary s teplotou 180 °C pod tlakom dosahujúcim 800 kPa [5]. Následne sa leje do foriem (obr. 3), v ktorých pôsobením prevzdušňovacej prísady dochádza ku zväčšovaniu objemu.

Poznámka: V pôvodnej technológii liatia čerstvého pórobetónu (1. generácia) do foriem sa používali formy výšky 240 mm. Dolný, hladký povrch pórobetónového panela (v styku s formou) sa zachoval, i keď bol kontaminovaný od-



Rez pórobetónovým prvkom odhaľujúci pórovú štruktúru [5]



Detailný pohľad na pórovú štruktúru pórobetónu [5]

1 mm

formovacími prípravkami. Neskôr, po prechode na odlievanie do foriem výšky 600 mm, resp. 750 mm, sa aj dolný povrch odrezal, čo sa zachovalo dodnes.

Pri výrobe pórobetónu je dôležité zvládnutie technológie regulovania konzistencie, keďže tá je rozhodujúca z hľadiska vzniku, rozvoja a pohybu bublín prevzdušňovacieho plynu. Príliš tuhá konzistencia spôsobuje, že bubliny nie sú schopné sa rozťahovať a prevzdušniť tak hmotu, naopak príliš mäkká konzistencia spôsobuje, že bubliny sa ľahko zväčšia a preniknú až na povrch hmoty, kde kolabujú na rozhraní hmoty a ovzdušia. Výrobky z pórobetónu sa následne, pokiaľ ešte nenadobudli pomerne vysokú pevnosť, režu (napríklad lanami) do požadovaných tvarov a rozmerov. Narezané výrobky potom putujú na niekoľko hodín (bežne 6–10) do autoklávovacích zariadení, kde za pôsobenia vysokého tlaku a teploty dosiahnu požadovanú objemovú hmotnosť a pevnosť.

Základné vlastnosti pórobetónu sú dané štruktúrou jeho hmoty, ktorá je charakteristická, ako to už z názvu materiálu vyplýva, pórmí. Vďaka prítomnosti makropórov (veľkosti 0,5–5 mm) dosahuje štandardný pórobetón objemovú hmotnosť rádovo od 480 do 680 kg/m³, pevnosť v tlaku v rozmedzí 2 až 4 MPa, súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda = 0,180\text{--}0,240$ W/m.K. Prírodná vlhkosť pórobetónu sa pohybuje od 6 do 9 %. Ďalším dôsledkom prítomnosti makropórov v hmote pórobetónu je jeho nízky faktor difúzneho odporu μ 6–9, ale aj zvýšená nasiakavosť a vyvolané objemové zmeny $15 \cdot 10^{-5}$ až $20 \cdot 10^{-5}$ (Siporex) alebo $30 \cdot 10^{-5}$ až $40 \cdot 10^{-5}$ (Calsilex). Pórobetón sa vyznačuje aj vlhkosťným súčiniteľom dĺžkovej zmeny $\alpha_w = 0,7 \cdot 10^{-5}$ (Siporex) alebo $1,1 \cdot 10^{-5}$ (Calsilex). V dôsledku

Tabuľka: Prehľad rozsahu bytového fondu vo vybraných stavebných sústavách a konštrukčných systémoch [2]

Stavebná sústava/konštrukčný systém	Množstvo		
	bytov	radových domov	bodových domov
P 1.15	54 685	872	127
PS 82 TT	10 886	165	79
T 06 B BA	11 433	158	69
T 06 B NA	85 230	1450	422
T 06 B KE	23 189	336	139
Spolu	185 423	2981	836

vysoké pórovitosti majú pórobetónové výrobky vysokú hodnotu merného povrchu, ktorý v spojitosti s charakterom pórovej štruktúry spôsobuje zvýšenú karbonatáciu materiálu a pokles pH pod 9–10,5 (štandardných pre pórobetón). Pórobetón, tak ako prakticky každá hmota, reaguje na zmenu teploty zmenou objemu, ktorú vyjadruje súčiniteľ teplotnej rozťažnosti. V zmysle dĺžkovej rozťažnosti sa uvádza súčiniteľ dĺžkovej teplotnej rozťažnosti α_T $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ [6, 7]. Z mechanických vlastností pórobetónu je zaujímavý ešte súčiniteľ dotvarovania ϕ_c , ktorý je 0,2–0,3 pri kondicionovaní v ustálenej vlhkosti 43 %, resp. 0,2–0,6 pri úplnej saturácii vodou [6]. Uvedené hodnoty však charakterizujú pórobetón len rámcovo a nemôžu presne špecifikovať vlastnosti pórobetónov vyrábaných technológiami dostupnými v období 1959 až cca 1990. Napríklad priemerné pevnosti v tlaku pórobetónov dosahované v 60. rokoch minulého storočia v piatich rôznych závodoch boli od 2,98 MPa až do 3,63 MPa pri objemovej hmotnosti 550 kg/m³ a od 5,18 MPa až do 5,85 MPa pri objemovej hmotnosti 700 kg/m³ (všetky s variabilitou väčšou ako 15,3 %) [8].

Je známe, že prakticky všetky vlastnosti pórobetónu sú úzko späté s jeho pórovou štruktúrou, a teda s objemovou hmotnosťou. Zistilo sa však aj to, že s tvarom pórov súvisí najdôležitejšia mechanická vlastnosť pórobetónu – pevnosť v tlaku. Pri odlievaní do vysokých foriem (750 mm) dochádza počas napeňovania k deformácii pórov v dôsledku tlaku horných vrstiev, čo spôsobuje oválny tvar pórov. Výsledkom je pevnosť v tlaku závislá od smeru rastu hmoty. Pevnosť v tlaku v smere rastu hmoty je asi 80 % pevnosti v smere kolmom na rast hmoty. Empiricky sa podarilo stanoviť aj pokles pevnosti v tlaku pórobetónu pri jeho nasiaknutí vodou (cca –25 %).

Prehľad bytového fondu

Obvodové plášte na báze pórobetónu sa hojne používali v období hromadnej bytovej výstavby, najmä však v neskoršom období, t.j. na konci 70. a začiatku 80. rokov minulého storočia.

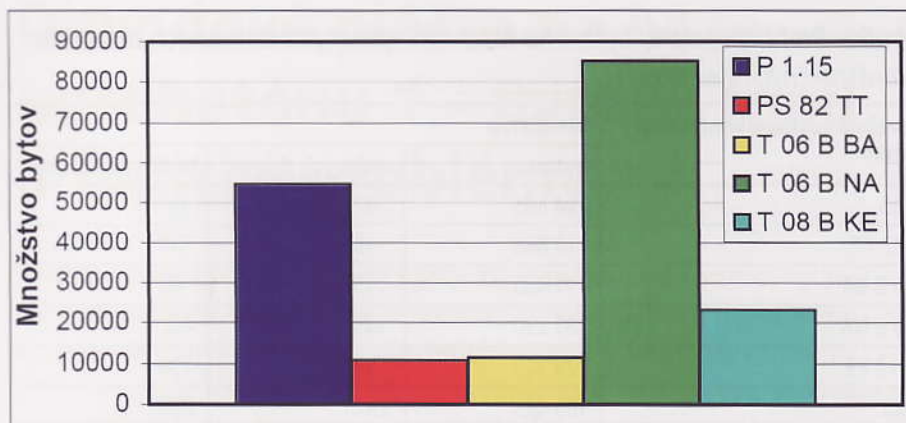
Od polovice 70. rokov 20. storočia sa používali vystužené dielce z autoklávovaného pórobetónu, dodávané ako celostenové štítové dielce, parapetné dielce alebo celostenové



Liatie pórobetónu do foriem [5]



Umiestňovanie narezaných prvkov do autoklávu [5]



Prehľad množstva bytov vo vybraných stavebných sústavách a konštrukčných systémoch [2]

dielce priečelia. Dielce sú vytvorené zopnutím prvkov vysokých cca 600 mm (ukladaných vo vrstvách nad sebou) oceľovými ťahadlami. Pri zavesených parapetných a celostenových dielcoch je dôležitá funkcia zabudovanej výstuže, ktorá prenáša ťahové sily v ohýbanom priereze dielca.

Typickými predstaviteľmi konštrukčných systémov a stavebných sústav s obvodovým plášťom s pórobetónovými dielcami sú tie, ktoré sú so známymi poruchami obvodových plášťov P 1.15 a PS 82 TT (TT = variant Trnava). Súbor skúmaných stavebných sústav sa dopĺňa o konštrukčné systémy T 06 B BA (BA = variant Bratislava); T 06 B NA (NA = variant Nitra) a T 08 B KE (KE = variant Košice).

Bytové domy s montovaným pórobetónovým obvodovým plášťom predstavujú značnú časť bytového fondu Slovenskej republiky. Predstavené štyri konštrukčné systémy spoločne reprezentujú 173 990 bytov (2823 radových domov a 767 bodových domov). Z celkového množstva bytov s montovaným obvodovým plášťom, realizova-

ných v hromadnej bytovej výstavbe 654 510 tak predstavujú viac ako štvrtinu (26,58 %) [1].

Stavebná sústava P 1.15 (SpM P 1.15)

Bytové domy stavebnej sústavy P 1.15 sa realizovali podľa základného typového podkladu unifikovanej malorozponovej stavebnej sústavy P 1.15 BA. Jedná sa o pórobetónový variant sústavy P 1.14 so zaveseným plášťom hrúbky 300 mm. Sústava sa uplatňovala vo výstavbe od roku 1980 do roku 1992. Bolo v nej postavených 54 685 bytov (872 radových domov a 127 bodových domov) [1].

Obvodový pórobetónový plášť je zo spínaných pórobetónových panelov hrúbky 300 mm. Panely výšky 2780 mm sú uložené na nosnú konzolu situovanú v osi nosných stien tak, aby na ne bolo možné uložiť dva susedné obvodové panely. Horná hrana konzoly je v úrovni hornej hrany stropného panela. Na zachytenie vodorovných síl od sania vetra, momentového účinku od vlastnej hmotnosti a deformácií spôsobovaných tep-

lotnými zmenami obvodové panely sú v hornej časti ukotvené príchýtkami z ocele \varnothing 10–12 mm k stropným panelom. Lodžiové steny sú drevené alebo pórobetónové.

Zistené poruchy a nedostatky pórobetónových obvodových plášťov sú nasledovné. Jednotlivé pevnosti ani pevnosti priemerné zvyčajne nezodpovedajú značke pórobetónu P 20, ktorá má byť 2,0 MPa podľa STN 73 1290:1978. Nedodržanie pevnosti v tlaku pórobetónu ale nemá nepriaznivý vplyv ani na statické vlastnosti obvodového plášťa, ani na priečelí, ani na štítovej stene. Panely sú zavesené a uložené v každom podlaží.

V jednotlivých paneloch sa zvyčajne vyskytujú priečne a pozdĺžne trhliny. Výskyt trhlín v pórobetónových spínaných paneloch je systémovou poruchou P 1.15. Väčšina trhlín jestvovala už pri výrobe panelov. Postupne sa trhliny prejavujú i v povrchových úpravách. Niektoré z týchto trhlín zvlášť na fasádach orientovaných na smer prevládajúcich vetrov môžu byť najmä príčinou zatekania. Trhliny sa v dôsledku klimatického namáhania (zatekania, premrzania) v súčasnosti prejavujú už aj v hmote prvku.

Stavebná sústava PS 82 TT

Stavebná sústava PS 82 TT sa uplatňovala vo výstavbe približne do roku 1982 do roku 1992. Bolo v nej postavených 10 886 bytov (165 radových domov a 79 bodových domov) [1].

Obvodový plášť obytných podlaží je z pórobetónových spínaných dielcov Siporex a Calsilox s hrúbkou 300 mm. Uložené sú na oceľové konzoly rovnako ako obvodové dielce stavebnej sústavy P 1.15. Panely výšky 2780 mm sú uložené na nosnú konzolu situovanú v osi nosných stien tak, aby na ne bolo možné uložiť dva susedné



Šikmé trhliny a trhliny v stykoch panelov P 1.15, Bratislava, Koprivnická



Vyplnené trhliny obvodového plášťa PS 82 TT, Trnava, Tehelná



Trhliny v obvodovom plášti T 06B NA, Galanta



Trhliny v obvodovom plášti T 08B KE, Košice

obvodové panely. Horná hrana konzoly je v úrovni hornej hrany stropného panela. Na zachytenie vodorovných síl od sania vetra, momentového účinku od vlastnej hmotnosti a deformácií spôsobovaných teplotnými zmenami obvodové panely sú v hornej časti ukotvené príchytkami z ocele \varnothing 10–12 mm k stropným panelom. Lodžiové steny sú drevené alebo pórobetónové.

Charakteristickými nedostatkami pórobetónových spínaných panelov, ktoré sa považujú za systémovú poruchu, sú trhliny medzi prvkami spínaného obvodového plášťa a v hmote pórobetónu. Cez trhliny zateká dažďová voda a preniká k vnútornému povrchu konštrukcie. Porucha sa prejavuje na vonkajšom povrchu s charakteristickým rastrom trhlín v mieste škár a v hmote v súčasnosti už na všetkých bytových domoch s daným obvodovým plášťom.

Konštrukčný systém T 06 B BA

Bytové domy v tejto konštrukčnej sústave sa realizovali v rokoch 1965 až 1983. Bolo v nej postavených 11 433 bytov (158 radových domov a 69 bodových domov) [1].

Pórobetónový variant má obvodový plášť vytvorený z parapetných pásov medziokenných vložiek. Parapetné pásy sú z pórobetónu značky 550, ich hrúbka je 250 mm a dĺžka 7200 mm. Panely sa ukladali na oceľové konzoly. Okenný pás obsahuje izolačné vložky. Štít je riešený ako zdvojená konštrukcia, pričom izolačný pórobetónový obklad tvoria vertikálne panelobloky, ktoré prechádzajú do atiky.

Z [1] vyplývajú nasledovné zistené poruchy pórobetónových panelov obvodového plášťa vo forme trhlín, vyskytujúcich sa ako v oblasti nadpraží výplňových stavebných konštrukcií, tak aj v ploche a v oblasti stykov panelov. Trhliny sú spôsobené objemovými zmenami hmoty pórobetónu súvisiacimi s kolísajúcou vlhkosťou (nasiaknutý a vysušený stav) a teplotnou rozťažnosťou. Vznik trhlín súvisí aj s výplňou škár a stykov panelov.

Konštrukčný systém T 06 B NA

Bytové domy v tejto konštrukčnej sústave sa realizovali v rokoch 1970 až 1983. Bolo v nej postavených 85 230 bytov (1450 radových domov a 422 bodových domov) [1].

Obvodový plášť má v priečeli hrúbku 240 mm a vytvorený je zo samonosných pórobetónových panelov. Predradený je pred priečne nosné steny a uložený je na oceľových konzolách, privarených k nosnej konštrukcii. Obvodové panely sú prichytené k stropom a k nosným stenám príchytkami z betonárskej ocele, aby sa zachytili horizontálne sily. Štítové steny majú dvojvrstvovú konštrukciu s vnútornou nosnou stenou hrubou 140 mm

a s obkladom z pórobetónových panelov hrubých 240 mm. Medzi nimi je vzduchová medzera široká 15 mm. Pórobetónový obklad je samonosný. V niektorých objektoch je riešený ako zavesený.

Z [1] vyplývajú nasledovné zistené poruchy pórobetónových obvodových plášťov. Predsadený, spínaný pórobetónový plášť hrúbky 240 mm vykazuje poruchy vo forme trhlín všetkých smerov šírky do 0,4 mm, ktoré sa nachádzajú prevažne v ploche panelov. Spôsobené sú objemovými zmenami pórobetónu, ktoré priamo súvisia s kolísajúcou vlhkosťou hmoty technickým stavom výplne styčných škár jednotlivých panelov. Povrchové úpravy sa oddeľujú od podkladu, čo je čiastočne spôsobené aj degradáciou hmoty pórobetónu vplyvom premrzania. Maltová výplň ložných škár má trhliny, miestami je uvoľnená a vypadáva, čo vytvára predpoklad pre progresívny rozvoj poruchy.

Konštrukčný systém T 08 B KE

Bytové domy v tejto sústave sa realizovali v rokoch 1963 až 1983. Bolo v nej postavených 23 189 bytov (336 radových domov a 139 bodových domov) [1].

Obvodový plášť sa v prvej fáze výstavby skladal z dielcov expandibetónu hrubých 250 mm, na štíte 270 mm. V druhej fáze výstavby sa uplatnil pórobetónový variant s obvodovým plášťom z veľkorozmerových nenosných pórobetónových panelov hrubých 240 mm. Predsadené panely vytvárajú parapetné pásy, doplnené medziokennými piliermi, a v strede rozponu s medziokennými ľahkými vložkami. Od roku 1966 sa nahradzovali pórobetónovými prvkami. Medziokenné piliere sú pórobetónové a uložené na dielcoch parapetných pásov. Pórobetónové panely obvodového plášťa sa osadzovali na oceľové konzoly ukotve-



Bytový dom T 06B BA, Bratislava



oceleový vývrt v mieste kanáliku so spínacou výstužou – kanálik z zálievky



trhliná škára segmentov obvodového plášťa s drobiacou sa maltou



poruchy obvodového plášťa zistené na vnútornom povrchu

né do nosných stien a v úrovni hornej stykovej plochy sa dielca sú upevnené k priečnej nosnej konštrukcii. Horizontálne sily kolmé na priečelie sa zachytili ukotvením parapetného prvku do stropného panelu. Štítové steny sú dvojvrstvové, vytvorené vnútornými železobetónovými nosnými stenami hrubými 190 mm a vonkajšími obkladovými pórobetónovými panelmi hrubými 240 mm a vysokými 2780 mm na typickom podlaží, ukladanými zvislo. Celková hrúbka štítovej steny je 440 mm.

Z [1] vyplývajú nasledovné zistené poruchy pórobetónových obvodových plášťov. Pórobetónové parapetné panely a medziokenné vložky hrúbky 240 mm uložené na oceľových konzolách vykazujú poruchy vo forme trhlin sústredených v ploche panelov. Spôsobené sú teplotným namáhaním a objemovými zmenami pórobetónu, ktoré priamo súvisia s kolísajúcou vlhkosťou hmoty technickým stavom výplne styčných škár jednotlivých panelov.

Typické poruchy

Poruchy pórobetónových obvodových plášťov sa zistili už v 80. rokoch 20. storočia, teda približne 20 rokov od začiatku výroby pórobetónu na Slovensku. Vtedajšie zistenia negatívne ovplyvnili výrobu pórobetónu. Zistilo sa, že pórobetónové vystužené dielce mali problém s nedostatočným protikoróznym náterom oceľovej výstuže, ktorý degradoval v priebehu autoklárovania a v dokončených dielcoch neplnil ochrannú funkciu.

Pri obvodových dielcoch z pórobetónu sa často vyskytujú trhliny, ktoré majú príčinu v technológii výroby dielcov, v statickom namáhaní, problematickom spolupôsobení pórobetónu s oceľovou výstužou a v napätí vyvolanom objemovými zmenami pórobetónu v čase. Nedostatočné spolupôsobenie segmentov obvodového plášťa môže byť spôsobené nevhodnou technológiou a technologickou disciplínou spínania ako aj dotvarovaním pórobetónu v aktívnej zóne spínania. Výsledkom môžu byť poruchy ložných škár, ktoré môžu umožňovať transport vlhkosti (zrážkovej vody) až k vnútornému povrchu obvodového plášťa.

Samostatným problémom sú nedostatky a poruchy povrchových úprav na stavebných konštrukciách z pórobetónu. Snaha o maximálnu ochranu pórobetónu pred prenikaním zrážok viedla k používaniu povrchových úprav s vysokým difúznym odporom a k nadmernej kondenzácii vlhkosti v blízkosti povrchu dielcov. Pôsobením mrazu dochádza v týchto prípadoch k opadávaniu povrchových úprav alebo aj povrchových vrstiev pórobetónu.

Existuje teda veľké množstvo príčin porúch pórobetónových obvodových plášťov, ktoré sa mohli vyskytnúť vo fáze projektovania, v technológii

výroby, počas transportu, počas montáže alebo počas životného cyklu stavby nevhodným užívaním (resp. nedostatočnou údržbou) podporeným expozíciou nadmernému klimatickému zaťaženiu.

Záver

Nech sa už jedná o akúkoľvek z príčin porúch pórobetónových obvodových plášťov, je jasné a nesporné, že chyby sa stali. Chyby vyvolali vznik porúch a tie bez ohľadu na prvotnú príčinu priamo umožňujú degradáciu hmoty obvodového plášťa, ktorá nadobúda neudržateľné tempo. Predpokladá sa, že bez včasného zásahu by mohlo dôjsť ku takej degradácii obvodového plášťa, ktorý by znemožnil jeho obnovu kontaktným tepelnoizolačným systémom (ETICS). Do nadmerne degradovaného materiálu môže byť problémom spoľahlivo kotviť konštrukciu ETICS. Preto, aby sa navrhli prijateľné technické riešenia zaistenia bezpečnosti obnovy obvodových plášťov pomocou ETICS je potrebné odhaliť mechanizmy degradácie hmoty pórobetónu a kvantifikovať vzťah medzi materiálovými charakteristikami, jednotlivými pôsobiacimi činiteľmi a mierou degradácie.

Druhé pokračovanie cyklu zhodnotí aktuálny stav obvodových plášťov na báze pórobetónu (OPP) z viacerých pohľadov a objasní najzávažnejšie poruchy OPP z hľadiska aplikácie dodatočnej tepelnej ochrany obvodového plášťa.

PETER BRIATKA, ZUZANA STERNOVÁ

foto archív autorov

Literatúra a súvisiace odkazy:

- 1) Sternová, Z. a kol.: Technický stav a perspektívy obnovy a revitalizácie bytového fondu (E 05.3), TSÚS, Bratislava, 2009, Číslo úlohy: 1009005/2009 – Z- (354/550/2007/MVRR SR).
- 2) Sternová, Z. – Briatka, P. – Horečný, R.: Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetónu – ETAPA 1 (Úvodná štúdia), Správa číslo: 008/RÚ/2010/10100088-Z/VaV-E01, TSÚS, Bratislava 2010, s. 38.
- 3) Sternová, Z. – Briatka, P. – Horečný, R.: Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetónu – ETAPA 2 a 3 – (1. podetapa), Správa číslo: 017/RÚ/2010/10100088-Z/VaV-E02/1, E03/1, TSÚS, Bratislava 2010, s. 48.
- 4) Gilányi, L.: Niektoré problémy navrhovania pórobetónových konštrukcií – práca kandidátskeho minima, SAV – ÚSTARCH, Bratislava, 1983, s. 76.
- 5) <http://www.understanding-cement.com/autoclaved-aerated-concrete.html>
- 6) McElroy, D. L. – Kimpflen, J. F.: Insulation Materials, Testing and Applications, ASTM STP 1030, Baltimore, 1990.

- 7) RILEM, Technical Committees 78-MCA and 51-ALC: Autoclaved Aerated Concrete – Properties Testing and Design, E&FN Spon, London, 1993.
- 8) Hamák, L. – Schnábl, M.: Prešetrovanie vlastností pórobetónu vo výrobníach a na stavbách, zborník prác k 15. výročiu TSÚS, Bratislava, 1968.

Ing. Peter Briatka (*1982) je absolventem Stavební fakulty STU, kde působí jako doktorand. Současně je i výzkumným pracovníkem TSÚS v Bratislavě. Specializuje se na technologii betonu, objemové změny betonu, jeho trvanlivost a nedestruktivní zkušební metody. Je členem technických komisí ACI 201, 209 a 308.

Prof. Ing. Zuzana Sternová, Ph.D., (*1947) působí jako ředitelka TSÚS v Bratislavě. Zaměřuje se na energetickou hospodárnost budov s důrazem na tepelnou ochranu budov a problematiku obnovy bytového fondu. Je autorkou mnohých knižních publikací.



Degradácia povrchovej úpravy obvodového plášťa



Degradácia povrchovej úpravy obvodového plášťa

Získejte titul na beton!

Betony
Průmyslové podlahy
Pohledové betony
Lité podlahy

Zapište se i Vy na semináře v 2. ročníku **Beton University**, které jsou zařazeny do akreditovaných vzdělávacích programů v projektech celoživotního vzdělávání ČKAIT i ČKA a získejte „titul na beton“. Po úspěšném 1. ročníku věříme, že připravená specializovaná témata seminářů splní Vaše očekávání. Letos se uskuteční semináře **Beton a lité potěry v podlahových konstrukcích** v Brně (20. 9.), Hradci Králové (20. 10.) a Karlových Varech (10. 11.) a seminář **Betony a pohledové betony** v Praze (13. 10.). Úplný program seminářů, registrační formulář a další informace naleznete na www.betonuniversity.cz

• Kontakt: Ing. Jan Veselý, tel. 724 354 459

ČESKOMORAVSKÝ BETON
HEIDELBERGCEMENT