Technické riešenie výroby penobetónu

Penobetón sa v stavebnej praxi uplatňuje čoraz častejšie. Používa sa na zalievanie inštalačných rúrok umiestnených v podlahe bytovej stavby ako náhrada doskového izolačného materiálu. V ostatnom období sa pripravujú modifikácie na zhotovenie náhrady za sypané podkladové vrstvy základovej dosky rodinného domu alebo podlahy halového objektu.

Na vyrovnávaciu vrstvu podlahy bytovej stavby z penobetónu možno aplikovať (a tiež aj kalkulovať) roznášaciu vrstvu/poter v konštantnej a minimalizovanej hrúbke po celej ploche. Vyrovnávacia vrstva z penobetónu neprenáša nerovnosť nosnej dosky do vrstiev nad ňou, ako je to zvyčajne pri vyrovnávacej vrstve zhotovenej z doskových materiálov. Jeho hlavnými prednosťami v porovnaní s tradičnými materiálmi sú vysoký tepelný odpor, nízka objemová hmotnosť, efektívna doprava na ktorékoľvek miesto stavby spolu s jednoduchou spracovateľnosťou a primeraná pevnosť po vyzretí. Vo všeobecnosti je najväčší záujem o penobetón s objemovou hmotnosťou do 450 kg/m^3 po 28 dňoch.

V prípade podkladových vrstiev konštrukcií spodnej stavby možno použitím penobetónu dosiahnuť minimálne priťaženie málo únosných a veľmi stlačiteľných podloží bez straty únosnosti výslednej podlahy, výrazne znížiť tepelné straty konštrukciou podlahy objektu, úsporu finančných nákladov pri jej realizácii, ako aj nezanedbateľné skrátenie času realizácie.

Materiálové zatriedenie penobetónu

Penobetón patrí do širokej skupiny pórobetónov. Jeho tuhnutie a tvrdnutie nevyžaduje dodávanie nijakej energie. Štruktúra penobetónu sa podobá na štruktúru známych autoklávovaných pórobetónov (*obr. 1*). Za bežných podmienok postačuje pri jeho ukladaní hydratačné teplo použitého spojiva. Pri aplikáciách v prostredí s teplotou nižšou ako 0 °C treba používať protimrazové prísady. Jeho výroba si vyžaduje podobný štandard presnosti dávkovania a postupu miešania ako v prípade klasických betónov. Najefektívnejší spôsob výroby predstavuje výroba v špeciálnom zariadení na stavbe v blízkosti miesta jeho uloženia. Doprava penobetónu po ceste, napríklad v autodomiešavači, spôsobuje totiž stratu objemu, a tým aj zvýšenie výrobných nákladov.



Obr. 1 Štruktúra penobetónu

Základné komponenty

Okrem vody, spojiva, prísad a prímesí sa na výrobu penobetónu používa technická pena (*obr. 2*). Vlastnosti technickej peny majú byť také, aby sa po vyčerpaní, spracovaní a tuhnutí penobetónu zachoval výrobný objem. Najčastejšie sa používajú penotvorné koncentráty na báze hydrolizovaných proteínov, presadzujú sa však aj koncentráty syntetické. Množstvo spotrebovanej technickej peny (penotvorného koncentrátu) na 1 m^3 penobetónu je premenlivou veličinou a závisí najmä od dopravnej výšky a dĺžky dopravných hadíc.



Obr. 2 Technická pena

Na výrobu penobetónu vhodného na zhotovenie vyrovnávacej vrstvy podlahy (v súčasnosti najrozšírenejšia aplikácia) postačuje ako spojivo cement triedy CEM II 32,5R. V zimnom období, keď teploty v priebehu celého dňa klesajú pod 0 °C, sa odporúča použiť cement triedy CEM I 42,5R. Počas aplikácie a počas času tuhnutia penobetónu by teplota prostredia nemala klesnúť pod –3 °C.

Proces výroby penobetónu

Penobetón je materiál, v ktorom objemový podiel vzduchu pri niektorých modifikáciách dosahuje až 80 % na jednotku objemu, napríklad kubický meter. Na hodnotenie aplikovaného množstva penobetónu platí jednoduché pravidlo súvisiace s objemovou hmotnosťou ρ. Vďaka tomuto pravidlu možno ľahko skontrolovať aplikovaný a aj následne fakturovaný objem penobetónu. Pravidlo znie: o koľko (napríklad %) prekračuje hodnota objemovej hmotnosti penobetónu zistená na mieste uloženia hodnotu stanovenú výrobným postupom dodávateľa, o toľko (napríklad %) je uložený objem penobetónu menší. Toto pravidlo platí aj opačne, teda ak sa meraním zistí nižšia objemová hmotnosť, ako bola určená.

Pevná zložka môže tvoriť len 20 % vyrobeného objemu, a tak môže vzniknúť dojem, že presnosť dávkovania jednotlivých, čiže aj suchých komponentov nie je až taká podstatná. Opak je však pravda. Prax ukázala, že výroba penobetónu bez exaktne presného dávkovania je pre jeho výrobcu dlhodobo finančne ťažko udržateľná v prijateľných medziach. Presné dávkovanie jednotlivých zložiek dokáže opakovane bez chýb zabezpečiť len automatické zariadenie s počítačovým riadením celého výrobného procesu.

Automatizácia výroby je dôležitá aj pri miešaní jednotlivých zložiek. Pri zmiešavaní cementového mlieka s technickou penou, ktorá tvorí výsledný (a aj fakturovaný) objem penobetónu ako stavebného materiálu, je nevyhnutné, aby miešací proces neovplyvňovala obsluha (ľudský faktor), ale aby bol riadený strojovo. Každé predĺženie (napríklad niektorej z fáz miešacieho cyklu) môže totiž spôsobiť väčšiu alebo menšiu stratu objemu vyrábaného penobetónu, a tým aj pokles ekonomickej efektivity jeho výroby.

Výrobné zariadenia

Zariadenie má umožňovať výrobu penobetónu v kontrolovanej a stálej kvalite. Osvedčeným spôsobom dopravy penobetónu na miesto uloženia je použitie závitovkových čerpadiel s pripojenými tlakovými hadicami.

Zariadenia na výrobu penobetónu možno rozdeliť do troch základných skupín:

Kniha SM_311.indb 46 8. 4. 2011 13:57:32

- bez automatického riadenia dávkovania komponentov, miešania a čerpania,
- s čiastočne zavedeným automatickým riadením,
- s úplným automatickým riadením (*obr. 4*).

Zostava zariadenia bez automatického riadenia dávkovania komponentov, miešania a čerpania spravidla obsahuje miešadlo so skrinkou na ovládanie a istenie elektrických pohonov, penogenerátor s kompresorom a čerpadlo. Závitovkový dopravník nie je štandardným vybavením. Miešací proces riadi obsluha manuálne prepínačmi, spojivo a množstvo technickej peny dávkuje ručne. Technická pena sa dávkuje podľa miery naplnenia miešadla, teda objemovo. Výrobná kapacita sa pohybuje zvyčajne v rozpätí od 3 do 6 m³/h pri dávke 300 kg spojiva na 1 m³. Zariadenia patriace do tejto skupiny nie sú určené na výrobu zmesi s obsahom kameniva. Vzhľadom na súčasné požiadavky praxe na kvalitu a ekonomickú efektívnosť produkcie penobetónu sa zariadenia bez automatického riadenia dávkovania komponentov, miešania a čerpania používať neodporúča.

Skupina zariadení s čiastočne zavedeným automatickým riadením sa vyznačuje strojovo riadeným dávkovaním zámesovej vody a technickej peny a ručným dávkovaním spojiva (cementu) obsluhou. Ďalšie komponenty, napríklad plastifikačná prísada alebo kamenivo, sa dávkujú rovnako ručne. Vzhľadom na konštrukčné vyhotovenie je táto skupina zariadení určená viac-menej len na výrobu penobetónu, ktorý sa má použiť ako výplňový materiál. Výrobná kapacita sa pohybuje v rozpätí od 5 do 8 m³/h pri dávke 300 kg spojiva na 1 m³. Na trhu sú dostupné v mobilnom vyhotovení, napríklad upevnené na prívese, alebo stabilnom, pričom každá časť zostavy je vybavená manipulačnými kolieskami umožňujúcimi nastavenie zariadenia do prevádzkovej polohy.

V prípade zariadení s úplným automatickým riadením sa celý proces dávkovania komponentov, miešania a čerpania riadi procesorom. Vďaka tomu sa minimalizuje vplyv obsluhy na výrobný proces. Obsluha sa tak môže venovať kontrole kvality, respektíve iným činnostiam spojeným s výrobou penobetónu. Mnohí výrobcovia ponúkajú zariadenia so systémami umožňujúcimi automatické dávkovanie plastifikačných prísad, suchých komponentov (okrem spojiva) a takisto s automatickým vypínaním čerpadla po skončení čerpania. Výrobná kapacita sa pohybuje v rozpätí od 7 do 20 m³/h pri dávke spojiva 300 kg a dávke piesku 200 kg na 1 m³ penobetónu.

Na *obr. 3* možno vidieť zariadenie s úplným automatickým riadením v mobilnom vyhotovení, na *obr. 4* vo vyhotovení stabilnom.



Obr. 3 Mobilné zariadenie na výrobu penobetónu s úplným automatickým riadením



Obr. 4 Stabilné zariadenie na výrobu penobetónu s úplným automatickým riadením

SCHIEDEL
ICS

Schiedel ICS je dvojplášťový nerezový komínový systém

- pre všetky typy palív,
- odolný proti vlhkosti,
- nízka povrchová teplota,
- malá spotreba miesta,
- bez potreby základu pre výstavbu,
- jednoduchá a rýchla montáž,
- po ukončení montáže schopný okamžitej prevádzky

Schiedel Slovensko, spol. s r.o.
Zamarovská 177
911 05 Zamarovce

tel.: 032 / 746 00 11
fax: 032 / 746 00 65

mail@schiedel.sk

www.schiedel.sk



INZERCIA

Kniha SM_311.indb 47 8. 4. 2011 13:57:33

Zhotovenie vyrovnávacej vrstvy podlahy

Podmienkou dosiahnutia požadovanej kvality realizovanej podlahy je stála kvalita vyrobeného penobetónu s očakávanými parametrami. Stálu kvalitu možno dosiahnuť automatickým dávkovaním všetkých komponentov a procesom miešania riadeným procesorom. Automatické dávkovanie spojiva zo sila výrazne zefektívňuje výrobu a prispieva k optimálnej kvalite vyrobeného penobetónu (*obr. 5*).

Pri zhotovení podlahy bytovej stavby sa penobetón nalieva na navlhčený povrch stropnej dosky. Tekutým penobetónom možno ľahko a rýchlo vyrovnať nerovnosti stropnej dosky (*obr. 6* a *7*). To znamená, že prípadným nedobetónovaním alebo prebetónovaním stropnej dosky sa neovplyvní výsledná rovinnosť povrchu vyrovnávacej vrstvy. Následná aplikácia krokovej izolácie je tak jednoduchšia (*obr. 8*).



Obr. 5 Výroba penobetónu



Obr. 6 Zalievanie inštalačných rúrok



Obr. 7 Spracovanie čerstvého betónu



Obr. 8 Vrstva z penobetónu pred položením krokovej izolácie

Rôzne modifikácie penobetónu

Široký sortiment modifikácií penobetónu (penobetónu z rozličnou objemovou hmotnosťou), ktoré možno vyrobiť, je uvedený v tabuľke. Vývoj a výskum v oblasti týchto perspektívnych stavebných materiálov napreduje veľmi rýchlo, a preto uvedené modifikácie netreba chápať ako konečné. Penobetón s najnižšími objemovými hmotnosťami (bez prímesí) sa používajú v podlahových konštrukciách, ale objavuje sa použitie aj v konštrukciách spodnej stavby. Penobetón s objemovou hmotnosťou 750 kg/m^3 sa používa na výrobu prefabrikátov. Na výrobu pórobetónu vhodného na zhotovenie nosných konštrukčných prvkov je nevyhnutné, aby výrobné zariadenia obsahovali riadiace systémy používané na produkciu takzvaných ťažkých betónov.

Záver

Nezanedbateľným faktorom pri výbere a kúpe vhodného zariadenia je rozsah servisu, ktorý dodávateľ zariadenia poskytuje. Nejde len o servis mechanických častí zariadenia, ale aj o servis informačný. Tým sa myslí poskytovanie informácií o možnostiach použitia jednotlivých modifikácií penobetónu, opisu vlastností stavebných konštrukcií obsahujúcich penobetón a podobne.

TEXT: Ing. Walter Scherfel
FOTO: archív autora

Ing. Walter Scherfel je vývojovým a výskumným pracovníkom firmy SIRCONTEC, s. r. o.

Tab. Modifikácie penobetónu

Modifikácia		PBG 35	PBG 40	PBG 45	PBG 50	PBG 60	PBG 75	PBG 100	PBG 120	PBG 140	PBG 160
Hustota (umelo vysušené) (kg/m^3)		350	400	450	500	600	750	1 000	1 200	1 400	1 600
Cement Portland CEM II – 32,5R (kg)		275	300	340	380	300	280	345	355	375	400
Piesok (kg)		0	0	0	0	220	360	570	760	945	1 110
Prímes (kg)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voda do zámesi (kg)		137	150	161	172	116	140	134	145	158	169
Množstvo peny (l)		775	754	730	706	706	637	544	459	371	291
Voda v pene (kg)		45	44	42	41	41	37	32	27	22	17
Vlákno FV1 (kg)		0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
Penotvorný koncentrát FN1 (kg)		1,76	1,71	1,66	1,60	1,60	1,45	1,24	1,04	0,84	0,66
Superplastifikátor FS1 (l)		0,9	1,0	1,2	1,4	1,2	2,0	1,8	2,0	2,1	2,3
Pomer H_2O/CEM		0,66	0,65	0,60	0,56	0,52	0,63	0,48	0,48	0,48	0,46
Pevnosť v tlaku R_c /R_c (max.)	(MPa), (N/mm^2)	0,45	0,7	1	1,2	1,5	2,4	5	9	13	18
	(kg/cm^2)	4,6	7,1	10,2	12,2	15,3	24,5	51,0	91,7	132,5	183,5
Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ (priemerný) (W/(m . K))		0,085	0,090	0,100	0,110	0,170	0,200	0,310	0,410	0,455	0,540

Kniha SM_311.indb 48 8. 4. 2011 13:57:34