

POROBETON – PROIZVODNJA, SVOJSTVA I PRIMJENA

Građevni dijelovi od porobetona proizvode se stacionarnim industrijskim postupkom. Točnim pridržavanjem uvjeta i redovitim vlastitim i stranim nadzorom, jamči se visoka pouzdanost glede svojstava materijala. Jedan kubični metar prirodnih ili prerađenih materijala kvarcnog pijeska, vapna i/cementa i vode daje otprilike pet kubičnih metara porobetona.

U postupku proizvodnje mješavina sirovina lijeva se u velike kalupe, uz dodatak malih količina sastojaka koji tvore pore, aluminijskog praška ili paste, pri čemu se mješavina diže kao tijesto od kvasca i prožima milijunima zračnih pora.

Kruti sirovi blok reže se vodoravno i okomito, nakon odstranjivanja kalupa, snažno zategnutim čeličnim žicama. Potom slijedi otvrdnjavanje parom u hermetički zatvorenoj posudi. Nakon ovog radnoga postupka porobeton ima svoja konačna svojstva.

Proizvodnja porobetona postavljena je tako da štedi energiju. Zatvoreni kružni tokovi energije višestruko rabe vodu, paru itd. i sprječavaju zagađivanje okoliša. Ostatak materijala koji nastaje u proizvodnji porobetona vraća se u kružni tok proizvodnje. Čisti otpaci opeka od porobetona također se mogu ponovno primijeniti u proizvodnji. Time se jamči učinkovita i gospodarstvena iskoristivost svih resursa.

Vanjski zidovi, unutarnji zidovi, krovovi i stropovi mogu se izvesti homogeno od istog građevnog materijala. Dopunski građevni materijali, koji su inače često potrebni za zaštitu od topline, buke i požara, mogu izostati, što je bitna prednost i za ekonomičnost i za besprijekornu građevinsku izvedbu.

Paleta proizvoda proizvođača seže od ravnih zidnih ploča, preko zidnih ploča, zidnih blokova, termoblokova, do U, L i kutnih profila i polumontažnog sustava stropnih konstrukcija. Za gradnju dimnjaka i kaljevitih peći mogu se primjenjivati zidne ploče i zidni blokovi.

Nosivost porobetona raspoređena je po klasama čvrstoće. Razlikuju se klase uobičajene u primjeni 2,5/0,4; 3/0,45; 4/0,5; 6/0,65 s područjem tlačne čvrstoće od 2,5 do 6 N/mm².

Ponašanje porobetona u požaru

Porobeton je negoriv građevni materijal klase A1 po DIN 4102-4. Ne sadrži štetne tvari u plinovitom stanju i već kod debljine zida od 7,5 cm ispunjava zahtjeve klase otpornosti prema požaru F 90-A po DIN 4102-4. Zbog vrlo niske sposobnosti vodljivosti topline ($\lambda_R = 0,09$ do $0,21$ W/mK već prema sirovoj gustoći) povišenje temperature na strani zida suprotnoj od vatre je malo.

Pri zagrijavanju porobetona dolazi do procesa kemijsko – mineraloške pretvorbe. Porobetonu imaju na uobičajenim sobnim temperaturama u svojim najfinijim porama sadržaj vlage otprilike 4 posto (mase). Ova adsorptivno vezana voda bit će "istjerana" tek pri temperaturama oko 100°C i time dovesti – kao i kod svih ostalih mineralnih građevnih materijala – do malog skupljanja materijala.

U temperaturnom području između 200 ° i 800 °C dolazi do odcjepljivanja kristalne vode. Pri temperaturama do približno 700 °C ne nastaju još nikakve značajne promjene svojstava porobetona. Moguće je samo stvaranje pukotina u obliku malih reški (fine kapilarne mikro – pukot-

tine), no toplinsko – tehnički zahtjevi ostaju ispunjeni kao i prije. Tlačna čvrstoća opeka od porobetona raste u temperaturnom području do otprilike 650 °C. Pri 700 °C ona doseže otprilike polaznu čvrstoću pri 20 °C. Maksimalno naprezanje koje se može preuzeti nalazi se na oko 80 posto iznad polazne vrijednosti. Iznad 700 °C smanjuju se svojstva čvrstoće. Ovo je potvrđeno istraživanjem prema [4].

Pri temperaturama iznad 800°C prelazi Tobermorit, tada još djelomično sa sadržajem vode, u Wollastonit bez vode. Ovim korakom izvršeno je potpuno uklanjanje vode iz porobetona. Promjena volumena u svezi s ovom pretvorbom vezana je s pojavom pukotina u površinskom području. Vremenski ograničeno – odgovarajući klasama otpornosti na požar prema DIN 4102-4 – porobeton može izdržati temperature iznad 900°C. Pritom nastaju – kao kod ostalih građevinskih materijala za zidove – izobličenja i pri izravnom opterećenju požarom i omekšanja na površini okrenutoj vatri.

Iz ovoga slijedi zaključak da se porobeton može u odnosu na moguće opterećenje požarom označiti kao vrlo otporan i često se rabi u institutima radi oblaganja komora za ispitivanja požara. Često se upotrebljava u zidovima za oblaganje građevina tvornica pare kod predgrijavanja okana, keramičkih peći, kanala za dimne plinove itd. pri temperaturama 800 ° - 900°C.

Primjena porobetona u gradnji peći i kamina

Prema DIN 18895-1, poglavlje 5.3.1, otvoreni kamin mora biti izveden tako da se slobodne površine oplata i površine niša za spremanje goriva

mogu zagrijati do najviše 85 °C. Površine od mineralnih građevnih materijala, osim površina na koje se mogu postavljati predmeti, imaju umjesto vrijednosti od 85 °C vrijednost 120 °C. Ovo ne vrijedi za vrata i građevinske dijelove kojima se zatvara ložište.

Prema poglavlju 5.4.1 u DIN 18895-1 građevni materijali moraju za otvorene kamine biti izvedeni od negorivih građevnih materijala (klasa građevnih materijala A1 prema DIN 4102-1) i imati sposobnost otpornosti na opterećenje toplinom.

U poglavlju 5.5 utvrđeni su zahtjevi za zaštitu statičke sigurnosti zgrade. Otvoreni kamin kod najvećega toplinskog opterećenja ne smije zagrijavati na više od 50°C strop na koji je postavljen, i nosive zidove, na koje je naslonjen.

Prema poglavlju 5.6.2 u DIN 18895-1 porobeton nije dopušten za izvođenje dna ložišta, dna prostora za pepeo, zidove ložišta, zidove prostora za pepeo i zidove skupljača dimova. Kao izolacijski slojevi dopušteni su samo silikatni izolacijski materijali klase građevnog materijala A 1 prema DIN 4102-1 s graničnom tempe-

raturom primjene, prema DIN 52271, od $\geq 700^{\circ}\text{C}$, sirove gustoće $\geq 80 \text{ kg/m}^3$ i najmanje debljine od 10 cm.

Otvorene kamine treba prema DIN 18895-1, poglavlje 5.6.2.4, obući sa svih strana s iznimkom planiranih otvora i nosivih ploča. Oplata se pritom može izvesti od zidnih ploča ili blokova od porobetona prema DIN 4165. Oplatu treba izvesti prema zidovima zgrade kao predzid. Zidovi zgrade vrijede kao oplata ako su debeli najmanje 10 cm, izvedeni od negorivih građevnih materijala, kao npr. porobetona, i nisu nosivi zidovi od armiranog betona. Predzidovi moraju biti debeli najmanje 10 cm i izvedeni od mineralnih građevnih materijala.

Potpornji podnožja služe za raspoređivanje vlastite težine zidova i podova ložišta, uključivo pripadne izolacijske slojeve na nosivoj ploči. Potpornji podnožja otvorenih kamina, koji nisu ispitano tipa, moraju se sastojati od mineralnih građevnih materijala sirove gustoće ne više od 1200 kg/m^3 . Stoga je i za ovo područje primjene porobeton najprikladniji.

Područja primjene porobetona kod otvorenih kamina, kao što je i prije

opisano, definirana su u DIN 18895-1. Na osnovi dosadašnjih spoznaja i u suradnji sa središnjom udrugom sanitarije-grijanje-klima, povrh toga razrađene su sljedeće preporuke koje treba ugraditi i u stručna pravila koja se još nalaze u preradi, a odnose se na gradnju kaljevih peći i kamina:

Građevinski dijelovi od porobetona prikladni su za trajno unutarnje opterećenje temperaturom do 150 °C. Do ovog temperaturnog područja ne treba uzeti u obzir utjecaj tlačne čvrstoće. Porobeton mora odgovarati klasi sirove gustoće od najmanje 0,5 prema DIN 4166 odnosno DIN V 4165. Klasa čvrstoće analogno prema DIN V 4165 mora biti najmanje klase čvrstoće 2. Kod primjene treba se koristiti veznim mortovima koje preporuča proizvođač (mort za tanku podlogu i mort za ispunu). Ovi se mortovi mogu navlačiti i na unutarnje površine, da bi se spriječilo moguće habanje. Za mjerodavno zračenje topline porobeton s visokom toplinskom izolacijom nije prikladan.

Porobetoni imaju sustav pora koje stoga u ovisnosti o debljini zida mogu difundirati određenu, no malu količinu zraka, a time i plinova. Faktor otpornosti na difuziju μ jest od 5,0 do 7,0. Primjena porobetona kao samog tijela dimnjaka stoga nije moguća. Ovdje treba rabiti zračno tijesni uložak, kao npr. glaziranu ili neglaziranu dimovodnu cijev. Kao konzekventni dalji razvoj sustava gradnje porobetonom razvijene su stoga oblikovane opeke za oblaganje dimnjaka koje su regulirane odgovarajućim potvrdama.

Brojne prednosti prerade

Ploče i blokovi od porobetona prema DIN V 4165 proizvode se s izuzetno malim tolerancijama mjere (± 1 do $\pm 1,5$ mm). Reška je debljine 1-3 mm. Opeke od porobetona s utorom i klinom pune se mortom samo u području reški ležaja. U području sudarnih reški spajaju se na suho jedna na drugu.



Početak izgradnje kamina



Gradnja zidova kamina

Mala težina blokova od porobetona dopušta ergonomski povoljnu preradu. Napredak u građenju se ubrzava s obzirom na to da već osam opeka čini kvadratni metar zida. Kao unutarnje žbuke prikladne su prvenstve-

no jednoslojne gotove žbuke, koje se prerađuju strojno ili ručno i prilagođene su porobetonu, a nudi ih proizvođač porobetona.

Da bi se točno proračunalo zajedničko djelovanje dimnjaka, otvorenog

kamina i propuha, nužno je savjetovati se sa stručnjakom.

Torsten Schoch, dipl.ing

LITERATURA

- [1] Weber, H.: Priručnik za porobeton – Sustavno planiranje i građenje; Bauverlag Wiesbaden, 5. izdanje 2002.
- [2] Meyer-Ottens, C.: Brandverhalten von Porenbetonbauteilen – Erläuterungen zu DIN 4102 Teil 4, Ausgabe März 1994; Berichtsheft 4 des Bundesverbandes Porenbetonindustrie e.V., Wiesbaden 1997.
- [3] Hosser, D., Hahn, C.: Zur Ermittlung der Materialeigenschaften von Porenbeton in Verbindung mit Mörtel nach DIN 1053 unter Hochtemperaturbeanspruchung als Grundlage für brandschutztechnische Nachweise; Forschungsbericht Nr. 9017/6317 des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig od 15.11.1995.
- [4] Hosser, D., Hahn, C., Richter, E.: Entwicklung eines rechnerischen Nachweisverfahrens für das Brandverhalten von Mauerwerk; Forschungsbericht Nr. 9104/6713 des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig od 15.06.1996.