

RACIONALNI FORMATI OPEKE

Racionalni i fleksibilni sustavi trebali bi omogućiti zadovoljavanje visokih zahtjeva ekonomičnosti kvalitete. Poroton Plan – T500 novi je sustav za građenje s pomoću elemenata velikog formata (plan-elementi), proizvođača Wienerberger, čije prednosti najviše dolaze do izražaja pri gradnji obiteljskih kuća i višestambenih zgrada. Sustav za građenje elementima velikog formata razvijen je iz poznatog sustava plan-opeka i objedinjuje prednosti opeke kao građevnog materijala i modernu tehnologiju zidanja. Racionalnom obradom

ovih elemenata u kratko se vrijeme mogu podići masivne zgrade dugog vijeka trajanja, kojima vrijednost s vremenom često raste.

Asortiman plan - opeka obuhvaća standardni element dimenzija 49,8 cm x 49,9 cm (duljina x visina), te dopunske elemente duljina kojih je 37,3 cm i 24,8 cm, za zidove debljine od 17,5, 20 i 24 cm. Za izjednačivanje visine na raspolaganju su opeke visine od 12,4 cm i 24,9 cm. To omogućuje zidanje svih duljina i visina u oktometričkom rasteru (raster

od 12,5 cm) Zahvaljujući opekama za izjednačivanje različitih visina otpada dugotrajno piljenje na gradilištu. Opeke s plosnatom kosinom i U-elementi nadopunjuju ovaj sustav. Zidanje plan-opekama velikog formata T500, uz primjenu plitke podloge od morta, provjerenim postupkom pera i utora, jamči brzi rad. Radnici postižu bolji učinak zahvaljujući pomoćnim napravama koje štede energiju kao što su minidizalica i pokretna radna ploha. U jednom radnom postupku (hodu) može se sazidati otprilike pola kvadratnog metra zida. Plan-opeke T500 odlikuju se velikom nosivošću, optimalnom toplinskom izolacijom, dobrom zvučnom izolacijom i mogućnošću brze gradnje. Primjena plitke podloge od morta omogućuje uštedu morta do 90 posto u odnosu na uobičajeni način zidanja. Difuzna otvorenost i kapilarna vodljivost opeka *Poroton* pridonose regulaciji klime i vlažnosti i sprječavaju nastanak plijesni. Zid, na kojem gotovo da nema sljubnica, sprječava nastanak toplinskih mostova pod uvjetom da je stručno sazidan, te je istodobno dobra podloga za vanjsku žbuku, odnosno za sustav toplinske izolacije. U kombinaciji s vezivnim sustavom toplinske izolacije ili pri dvoslojnim zidnim konstrukcijama plan-opeke T500 ispunjavaju sve zahtjeve Propisa o štednji energije.

Velika ekonomičnost sustava proizlazi iz manje debljine zidova, koja je samo 17,5 do 24 cm, uz istodobno bolju toplinsku izolaciju i vrlo niski postotak vlage u usporedbi s drugim materijalima za zidanje istog razreda debljine. «Vitki» zidovi naročito se isplate kad se uzmu u obzir visoke cijene zemljišta - posebno u gradskim središtima - pri zidanju višestambenih zgrada.



Slika 1. Jednostavno prenošenje plan-opeka T500 posebnim uređajem

T. Vrančić

ADITIVI U INDUSTRIJI OPEKE I PLOČICA

Sirovine u industriji opeke i pločica pretežno dolaze iz obližnjih nalazišta gline koja su u vlasništvu proizvođača. Želje proizvođača opeke ili pločica te sve veći zahtjevi što se tiče kvalitete ili posebnih svojstava proizvoda od gline, u mnogim slučajevima zahtijevaju miješanje aditiva u glinenu masu od koje se izrađuju proizvodi. Takvi aditivi djeluju kao sporedni materijali koji mijenjaju svojstva gline s najrazličitijih aspe-

(npr. polistirol), ili o ostacima i nusproduktima drugih industrijskih grana koji u brojnim slučajevima mogu pozitivno djelovati na proizvodni proces ili na svojstva proizvedenih opeka i pločica.

Zadace različitih tipova aditiva

Aditive koji se rabe ili se mogu rabiti u industriji opeke i pločica moguće je grubo podijeliti u sljedeće skupine:



Slika 1. Kamenolom često uništava krajobraz

kata – od boja preko čvrstoće do svojstava toplinske izolacije.

Primjese drugih tonova ili mineralnih tvari ostavljenih u prirodnom stanju, kao što je kvarcni pijesak ili kamena prašina, najjednostavniji su slučaj miješanja aditiva. I organski materijali kao što su piljevina, sjeckana slama i ostali materijali biljnog podrijetla, poput celuloznih vlakana u papirnom talogu, provjerena su sredstva u proizvodnji opeke s pomoću kojih se smanjuje suho pucanje i snižava gustoća pečene keramike.

Osim toga, industriji opeke i pločica ponuđeno je mnogo drugih aditiva koji nadilaze spektar navedenih prirodnih materijala. Ovdje se radi ili o materijalima koji se posebno proizvode za industriju opeke i pločica

- sredstva za postizanje poroznosti – aditivi, primjerice piljevina, koji služe za postizanje poroznosti i za poboljšanje toplinske zaštite građevina,
- mineralni aditivi – pretežito za poboljšanje mineralne strukture opeke i pločica,
- drugi aditivi, koji se sastoje od ostalih sredstava za poboljšanje ili ciljano mijenjanje proizvodnih ili uporabnih svojstava opeke i pločica. Ovoj skupini pripada primjerice barijev karbonat.

Među sredstvima za postizanje poroznosti piljevina je najčešće upotrebljavani aditiv u proizvodnji lake opeke s toplinskom izolacijom. Piljevina se oduvijek dodaje glini za proizvodnju

opeke i pločica, pri čemu je nekada u prvom planu očito bilo povećanje čvrstoće glinene mase. Danas se zadaća piljevine sastoji u tome što izgara pri pečenju opeke i pločica i za sobom ostavlja sitne rupice, pa se na taj način dobiva porozna struktura. Time proizvod postaje lakši i smanjuje se njegova toplinska provodljivost.

Osim piljevina, strugotina, ostalih drvnih ostataka, mljevene ili sjeckane slame, u najvažnija sredstva za postizanje poroznosti ubraja se pjenasti polistirol. Već nekoliko godina u tu se svrhu ne upotrebljava samo svježi proizvod, posebno izrađen za industriju opeke i pločica u obliku sitnih kuglica, nego i usitnjeni reciklirani stiropor koji je prethodno služio kao materijal za pakiranje. Celulozna vlakna, važna pri izradi papirne pulpe, sve se više upotrebljavaju u proizvodnji okomito perforiranih opeka. Osim učinka poroznosti, posebno je važno njihovo djelovanje pri smanjivanju opasnosti od suhog pucanja.



Slika 2. Drvne strugotine kao sredstvo za postizanje poroznosti

Organski ostaci od proizvodnje hrane i tekstila imaju kao sredstva za postizanje poroznosti manju ulogu. Njihovo djelovanje odgovara djelovanju piljevine, jer i oni izgaraju pri pečenju opeke i pločica i pritom ostavljaju rupice u strukturi materijala. Slično je i djelovanje zemlje za bijeljenje odnosno aktivne gline, koja se rabi u industriji hrane i na koju se hvataju organski ostaci – većinom ulja i masti. Ostaci izgaraju pri nastanku pora, a sama aktivna glina uglavnom je dobrodošla kao mineralno oplemenjivanje gline za izradu opeke i pločica.

Ugljene gline, ugljen, ugljena prašina i ostaci od ispiranja kamenog ugljena, koji se umješavaju u glinu za izradu opeke i pločica, također sagorijevaju uz nastanak pora tijekom proizvodnog procesa u tunelskoj peći. Oni su kao aditivi za postizanje poroznosti slabo primjenjivi jer je energija koja se oslobađa pri njihovom izgaranju mnogo veća nego kod piljevine ili pjenastog polistirola. Stoga su količine koje se rabe znatno ograničene, pa se ne mogu postići visoki učinci nastanka pora. Uzvitlani pepeo, takozvani puhor, također se ubraja u ovu skupinu sredstava za postizanje poroznosti budući da po svojoj osnovnoj supstanciji odnosno stvarnom pepelu često poput mineralnog aditiva potiče sinteriranje, dok nesagorjeli ostaci ugljika, koji se na njega hvataju, djeluju kao nositelji energije i stvaraju pore.

Posljednja skupina sredstava za postizanje poroznosti su mineralni materijali, znatno lakši od gline za izradu opeke i pločica, koji tijekom sagorijevanja zadržavaju svoju strukturu. U tu se skupinu ubraja infuzorijska ili dijatomejska zemlja. Infuzorijska ili dijatomejska zemlja (kiselgur) proizvodi se od nataloženih kostura silicijskih algi posebnim postupkom, a sve je zanimljivija industriji opeke i pločica. Perlit je materijal koji pri pečenju opeke i pločica ostaje inerten, a zbog neemisije je izvanredno



Slika 3. Sredstva za postizanje poroznosti: piljevina, strugotina, ostali drvni ostaci, mljevena ili sjeckana slama

lagano punilo za glinu od koje se izrađuju opeke i pločice.

Među mineralnim aditivima najpoznatiji su kvarcni pijesak te prašina i pijesak od prirodnog kamena. Ovi materijali općenito služe kao punila za inače premasne glinene mase. Prašina od prirodnog kamena može osim toga izazvati i druge promjene, osobito u boji i postupku sinteriranja, pa se u međuvremenu sve češće rabi. Uporaba kvarcnog pijeska pomalo je problematična zbog inverzije kvarca.

Prašina od vapnenca, kreda i aditivi na bazi lapora upotrebljavaju se u različite svrhe. To su pretežito promjene ponašanja pri izgaranju, čvrstoće proizvoda koje se mogu postignuti, nastanak finih pora i utjecaj na emisiju pri pečenju opeke i pločica putem reaktivnosti kalcijeva karbonata odnosno njegovih produkata konverzije nasuprot fluoru i sumporu.

Staklena prašina, šljaka, granulirana troska i upotrijebljeni pijesak iz ljevaonice na najrazličitije načine utječu na ponašanje pri izgaranju i na

svojstva proizvoda. Vrijedni spomena su i sedimenti iz pripreme pitke vode, jer se oni po svojoj osnovnoj supstanciji sastoje od onih lebdećih čestica od kojih su nekoć nastala nalazišta gline. Zatim, oni sadrže i organske čestice, osobito u ljetnoj sezoni kada se pitka voda priprema iz rezervoara, a takve čestice služe kao sredstvo za postizanje poroznosti.

Među ostalim aditivima valja spomenuti deterdžente, koji između ostalog utječu na tečnost gline u preši za ekstrudiranje. U ovu kategoriju ubrajaju se barijev karbonat za izbjegavanje suhih efloresciranja, manganov oksid za pigmentaciju i kao nositelj kisika na visokoj temperaturi te drugi metalni oksidi i hidroksidi.

Najčešća sredstva za postizanje poroznosti

Najčešće upotrebljavani aditiv za postizanje poroznosti lake opeke s toplinskom izolacijom jest piljevina. Piljevina se oduvijek dodaje glini za izradu opeke i pločica, kao i drvene strugotine, ostali ostaci od drva te sjeckana ili mljevena slama, pa ne

postoje nikakve teškoće s prihvatljivošću. Pjenasti polistirol drugo je najvažnije sredstvo za postizanje poroznosti. Masi za izradu opeke i pločica dodaje se u obliku sitnih i vrlo laganih kuglica, a oksidira u ugljični dioksid i vodenu paru bez ostataka. Sitne rupice koje ostaju nakon pečenja opeke i pločica smanjuju gustoću, a time i toplinsku provodljivost pečenog materijala. Osim svježeg polistirola danas se upotrebljava i reciklirani polistirol. Treća i također često upotrebljavana skupina sredstava za postizanje poroznosti sastoji se od papirnog taloga i papirnih vlakana. Papirni je talog ostatak u procesnoj vodi pri izradi papira koji se pojavljuje u većim količinama i na raspolaganju je djelomično isušen, s udjelom vode između 50 i 80 posto. Čvrsta supstancija sastoji se 50 do 80 posto od organskih vlakana, a ostatak od takozvanih punila kao što su kaolin, vapno i kreda. Često upotrebljavani i poznati po svom djelovanju su talozi iz proizvodnje svježeg papira. Ostala sredstva za postizanje poroznosti upotrebljavaju se samo u manjoj mjeri.

Uobičajene količine sredstava za postizanje poroznosti razlikuju se od vrste do vrste materijala. Za gustoću prešanja od 0,6 kg/l s udjelom vode od 50 posto, ovisno o cilju stvaranja pora, glini se dodaje oko 200 l ili 120 kg piljevine po toni. Kod primjene pjenastog polistirola (stiropor), zbog vrlo male gustoće ovog aditiva, uglavnom se glini dodaju maksimalne količine od 1 posto aditiva. Kod papirnog je taloga količina aditiva do 10 posto mase, a u pojedinačnim slučajevima i više. Granice nastanka poroznosti određuju se općenito prema stupnju poroznosti i smanjenju čvrstoće zbog nastanka pora, što je zbog mineralnih udjela sadržanih u papirnom talogu manje izraženo nego kod piljevine i stiropora. I kalorijska vrijednost koja se oslobađa pri sagorijevanju sredstva za postizanje poroznosti predstavlja količinsko ograničenje aditiva.

U zagrijavanju gline za izradu opeke i pločica koja sadržava organske tvari za postizanje poroznosti (svejedno je li riječ o drvu, papiru ili stiroporu), dolazi do niskotemperaturnih procesa karbonizacije, koji rezultiraju otpuštanjem ugljikovodika. Ugljikovodici sagorijevaju uglavnom neposredno nakon nastanka, a ostatak ugljika oksidira tek na konačnoj temperaturi sagorijevanja. Ovim procesima sagorijevanja oslobađa se energija od 9600 kJ/kg u odnosu na masu piljevine uporabljene za kondicioniranje.

Iako proizvodi karbonizacije s energetskog stajališta gotovo potpuno

vlačne čvrstoće na suho savijanje. Pri procesu sagorijevanja valja uzeti u obzir oslobađanje energije uzduž zone zagrijavanja i kompenziraju primjerenim dovodom goriva. Pritom se energija goriva, potrebna za proces sagorijevanja i najčešće visokovrijedna odnosno skupa, smanjuje za dio koji je samo neznatno niži od udjela energije unesenog kalorijskom vrijednošću aditiva u sirovini. Pri uporabi pjenastog polistirola kao sredstva za postizanje poroznosti treba uzeti u obzir da njegova sposobnost komprimiranja zahtijeva dodavanje ovog materijala tek neposredno prije preše. Kuglice polistirola

Uporaba aditiva ne smije se orijentirati samo na tehničke učinke u fazama proizvodnje i svojstva pečene opeke ili pločica. Osim toga potrebno je pripaziti na prihvatljivost aditiva s najrazličitijih racionalnih i emocionalnih stajališta. Neograničena otvorenost prema kritici često je najjednostavniji put za postizanje razumijevanja tehnički opravdanih aditiva u proizvodnji opeke i pločica.

Stručno znanje koje je potrebno pri uporabi aditiva može se dobiti iz opsežnog korpusa različitih publikacija.

izgaraju u tunelskoj peći, ostatak nesagorjelih karbonizacijskih plinova tako je velik da je s aspekta zakona o čistom zraku u mnogim slučajevima neizbježno koristiti se postrojenjima za naknadna sagorijevanja. U tim se slučajevima mora posegnuti za internim mjerama (povratni sustav za dimne plinove i sl.) ili vanjskim uređajima (termoreaktori).

S gledišta tehnike postupka u svim fazama proizvodnje potrebno je utvrditi točne specifikacije za dodavanje sredstava za postizanje poroznosti. Kod piljevine i papirnog taloga posebnu pozornost u pripremi i oblikovanju zaslužuju vlaknasta svojstva aditiva i unesena voda. Kod ovih materijala pri sušenju dolazi do značajnog smanjenja opasnosti od suhog pucanja zbog armirajućeg djelovanja finih vlakana, osobito kod papirnog taloga, i do povećanja

djeluju i kao sredstvo za otvaranje, što može poboljšati postupak sušenja, osobito kod masnih glina. Djelovanje aditiva na bazi stiropora na proces sagorijevanja općenito je manje važno negoli pri dodavanju piljevine ili papirnog taloga jer je masa stiropora potrebna za postizanje željenog volumena pora razmjerno malena.

Što se tiče uporabnih svojstava porodne opeke, valja napomenuti da sagorivi sastojci sredstva za postizanje poroznosti, koje se dodaje glini, smekšavaju proizvod zahvaljujući visokim temperaturama tijekom procesa sagorijevanja i vremenu zadržavanja. Stoga je proizvedena opeka – ovisno o načinu proizvodnje – oslobođena svih supstancija koje emitiraju plinove. Opeke se stoga mogu neograničeno odlagati na odlagališta i reciklirati, s obzirom

na to da integriranje ovdje prikazanih sredstava za postizanje poroznosti ne stvara nikakve tvari prikladne za nastanak eluata (eluat je proizvod laboratorijske simulacije procjeđivanja vode kroz otpad, koji se sastoji od desorbiranih, dispergiranih i otopljenih tvari iz uzorka). Također valja istaknuti svojstvo koje vrijedi za sva sredstva za postizanje poroznosti – smanjivanje gustoće i toplinske provodljivosti opeke, čime se pridonosi povećanju toplinske zaštite građevina.

U najnovije vrijeme istraživanja i razvoj u svrhu poboljšanja čvrstoće proizvoda doveli su do toga da se granica najveće poroznosti više ne određuje tlačnom čvrstoćom koja opada s većom poroznošću. Stoga su danas tehnički moguća smanjivanja gustoće proizvoda na vrijednosti znatno ispod 1 kg/l. Kao novi problem postavlja se kalorijska vrijednost upotrijebljenoga materijala za postizanje poroznosti, koja sprječava ili otežava kontrolu procesa u tunelskoj peći za proizvodnju visoko porozne robe. Suha sirovina za proizvodnju opeke čija se kalorimetrijski izračunana kalorijska vrijednost kreće oko 1000 kJ/kg, tijekom svog zagrijavanja oslobađa spomenutu vrijednost od 1000 kJ/kg, što je dovoljno upravo za zagrijavanje nje same od 1000 K. Svako poblize objašnjenje je suviše s obzirom na to da se ovo stanje još uvijek vrlo teško kontrolira i da uz više kalorijske vrijednosti vodi u kaos nekontroliranog sagorijevanja. Upravo s tog gledišta treba promatrati razvoj postizanja poroznosti s pomoću zraka (a poznato je da zrak nema kalorijske vrijednosti), i to tako da se masa za izradu opeke i pločica prethodno zapjeni.

Mjere utvrđivanja prihvatljivosti određenog aditiva

Osim tradicionalno uvedenih i danas upotrebljavanih aditiva, primjena aditiva u industriji opeke i pločica vezana je uz katalog mjera opisanih

u nastavku, koje i neupućenom promatraču pokazuju da prije uporabe treba savladati značajne prepreke. Riječ je o velikom utrošku vremena i novčanih sredstava, pa je u slučajevima sumnje bolje postupiti suzdržano. Zadaće koje proizvođač opeke i pločica ima u suradnji s ponuđačem potencijalnih aditiva su sljedeće: provjeriti načelna pitanja prihvatljivosti! Je li sirovina s ovim aditivom prihvatljiva potrošaču s racionalnog i emocionalnog, eventualno čak i politički uvjetovanog gledišta? Aditivi koji izazivaju mučninu i sadrže toksične supstancije odbijaju se i onda kada pečenjem opeke postaju inertni, tehnički potpuno neosporni i zdravstveno neškodljivi.

Valja ispitati kemijsku analizu aditiva i njegovu kalorijsku vrijednost. Ni u kojem se slučaju ne smiju upotrebljavati aditivi sa stvarno ili općenito pretpostavljeno povećanom radioaktivnošću. Treba ispitati i razjasniti kondicioniranje, u kojoj se mjeri mogu očekivati odstupanja u sastavu i kondicioniranju te koja se vjerojatno moraju tolerirati.

Je li postupanje s aditivom sigurno i pri pogrešnom rukovanju i blažim propuštanjima? Radi li se o opasnoj tvari u smislu zakonskih propisa, jesu li potrebne zaštitne mjere pri skladištenju i rukovanju? Na što valja pripaziti u slučaju nezgoda i požara? Mogu li aditivi prouzročiti toksično djelovanje? Je li aditiv ekološki rizik?

Kriteriji laboratorijski ispitanog djelovanja na proizvodna svojstva u različitim stupnjevima koncentracije su sljedeći:

- potrebna količina vode za miješanje,
- plastičnost i sposobnost oblikovanja,
- vlačna čvrstoća na suho savijanje,
- opasnost od suhog pucanja,
- skupljanje pri sušenju i gorenju,
- dilatometrija,

- sirova stabilnost, vatrootpornost,
- ponašanje pri izgaranju redukcijske jezgre i redukcijske mrlje,
- diferencijalna termoanaliza,
- ponašanje pri zagrijavanju i hlađenju,
- ponašanje pri sinteriranju,
- djelovanje na krivulju sagorijevanja,
- djelovanje na potrošnju energije.

Kriteriji laboratorijski ispitanog djelovanja na svojstva proizvoda u različitim stupnjevima koncentracije su sljedeći:

- sposobnost apsorpcije vode,
- sirova gustoća proizvoda,
- toplinska provodljivost,
- tlačna čvrstoća i vlačna čvrstoća na savijanje,
- otpornost na smrzavanje,
- boja.

Očekuju li se promjene u emisijama? Dopuštaju li kemijske analize zaključke o povećanju štetnih emisija? Prema potrebi treba naručiti vještačenje. Osobito treba pripaziti na sljedeće:

- spojeve sumpora, klora i fluora,
- organske spojeve bilo koje vrste,
- dušične spojeve,
- teške metale.

Je li osigurano da voda, kiseline i lužine ne mogu iz opeka isprati štetne tvari? Moguće je da se pri umješavanju aditiva radi o izmjeni koja zahtijeva posebnu dozvolu. Treba izbjegavati situacije bez službene dozvole i pravodobno pokrenuti postupke za izdavanje dozvola!

IZVOR

Dr. Karsten Junge, dipl. ing.: *Aditivi*, Institut za istraživanje opeke i pločica (IZF), Essen