

Toplotne lastnosti eksotermno - izolacijskih materialov

Thermal Properties of the Exothermic - Insulating Materials

J. Medved¹, NTF-OMM, Ljubljana

J. Čevka, EXOTERM, Kemična tovarna Kranj

V. Gontarev, P. Fajfar, NTF-OMM, Ljubljana

Prejem rokopisa - received: 1995-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1995-12-22

Eksotermno - izolacijski materiali delujejo eksotermno, izolacijsko ali kombinirano. Energija, ki se sprošča pri eksotermni reakciji in izolacijska sposobnost zmanjšujeta odvod toplote. Uporabljajo jih v jeklolivarnah, livarnah železovih zlitin, livarnah neželeznih kovin in drugod. Izdelani so v obliki posipnih sredstev ali že oblikovanih izdelkov (nastavki za napajalnike, plošče, obloge...). Preiskave eksotermno - izolacijskih materialov s pečjo Carbitec, DTA in termično analizo so pokazale prednosti uporabe teh materialov.

Ključne besede: eksotermno - izolacijski materiali, peč Carbitec, termična analiza, DTA

Exothermic - insulating materials act exothermally, isolatively and combinedly. The heat loss is reduced by the heat liberated during the exothermic reaction and by the insulating capability. They are manufactured as the powder agents or as the shaped products (feeder extension, plates, linings,...) and are used in the foundries (the steel, the iron-alloys and the non-ferrous foundries) and elsewhere. The benefits of the use of the exothermic - insulating materials have been shown by testing them in the Carbitec furnace and by the DTA and the thermal analysis respectively.

Key words: exothermic - insulating materials, Carbitec furnace, thermal analysis, DTA

1 Uvod

Eksotermno - izolacijski materiali so že dolgo časa poznani v jeklolivarnah, livarnah železovih litin in tudi v livarnah neželeznih litin. Materiali, ki se uporabljajo pri izdelavi eksotermno - izolacijskih materialov, delujejo eksotermno, izolacijsko ali kombinirano. Toplota, ki se sprošča pri eksotermni reakciji, in izolacijska sposobnost teh materialov zmanjšujeta oziroma upočasnita odvajanje toplote v okolico, s tem pa se podaljša čas strjevanja taline. V livarnah lahko uporabimo manjše napajalnike z enakim učinkom napajanja, kar vpliva na izboljšanje izkoristka litine. Eksotermno - izolacijski nastavki za napajalnike morajo odgovarjati naslednjim zahtevam: ognjevarnost, eksotermnost, izolacijska sposobnost, gostota, trdnostne lastnosti, oblika in dimenzijska točnost ter vpliv na okolico.

Eksotermni materiali so sestavljeni iz mešanic, ki ob prisotnosti kisika eksotermno reagirajo. Eksotermni reaktant (navadno aluminij) z zgorevanjem sprošča toploto in jo oddaja v okolico. Del potrebnega kisika za reakcijo dovajamo s trdimi nosilci kisika, kot so Fe_2O_3 , Mn_2O_3 , Ba_2O itd. Drugi del potrebnega kisika za reakcijo pride iz zraka. Z raznimi dodatki lahko uravnavamo vžigno temperaturo in hitrost gorenja. Hitrost gorenja je v prvi vrsti odvisna od stehiometričnega razmerja med aluminijem in trdnimi nosilci kisika, njihovo reakcijsko sposobnostjo in zrnatosti mešanice.

Dva eksotermna (R 05, R 85) in dva izolacijska materiala (fer, izo) smo preiskovali s pečjo Carbitec, termično analizo in diferenčno termično analizo (DTA).

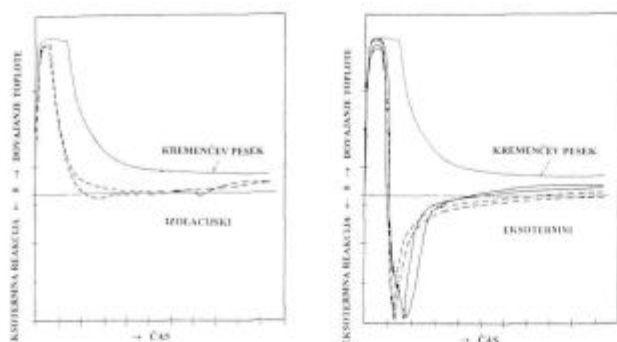
2 Rezultati opravljenih preiskav

2.1 Peč Carbitec

Za preiskave in določevanje kakovosti eksotermno - izolacijskih zmesi je primerna metoda, katero izvajamo s pečjo Carbitec firme Carbolite. S takšno pečjo lahko primerjalno določimo toplotno tehnološke lastnosti vzorca iz preiskovane eksotermno - izolacijske zmesi. Za meritve izdelamo testno ploščo z dimenzijami 224 x 224 x 25 mm, ki jo položimo na segreto SiC ploščo v peč Carbitec na temperaturo 1693 K. Regulacija peči je izvedena tako, da vzdržuje konstantno temperaturo SiC plošče. Z zasledovanjem porabe električne energije za vzdrževanje konstantne temperature SiC plošče dobimo značilno krivuljo, ki opisuje vedenje eksotermno - izolacijskih materialov.

Pri naših preiskavah smo ugotavljali kakovost različnih eksotermno - izolacijskih materialov in jih primerjali s čistim kremenčevim peskom, kot najpogostejšim formarskim materialom. Dobljeni rezultati meritev na peči Carbitec so podani na **sliki 1**. Iz krivulj je razvidno, da je za začetek eksotermne reakcije oziroma za začetek vpliva izolacije preiskovanega materiala potreben določen čas, ki smo ga poimenovali občutljivost in ga merimo v časovnih enotah ter je povezan s hitrostjo gorenja ter izolacijske sposobnosti eksotermno - izolacijske zmesi. S potekom eksotermne reakcije se zmanjša potrebna količina dovedene energije

¹ Mag. Jože MEDVED, dipl.inž.met.
NTF-OMM, Univerza v Ljubljani
1000 Ljubljana, Aškerčeva 12

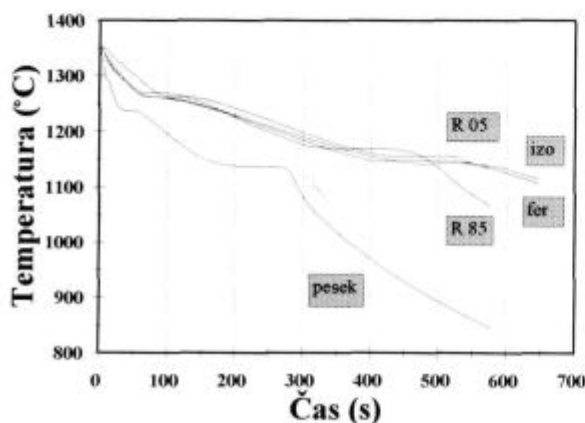


Slika 1: Krivulje Carbitec za eksotermno - izolacijske materiale
Figure 1: Carbitec curves for exothermic - insulating materials

za vzdrževanje konstantne temperature SiC plošče. Po končani eksotermni reakciji je delež dovedene energije odvisen od izolacijskih sposobnosti zmesi.

Krivulje eksotermnih zmesi in čistega kremenčevega peska so podane na **sliki 1** (desno), iz katerih sta razvidna močan eksotermni odklon in dobra izolacijska sposobnost mešanice. Eksotermna reakcija poteče po določeni inkubacijski dobi, ki smo jo poimenovali občutljivost mešanice. Občutljivost mešanice je odvisna od gorljivosti in tudi od izolacijskih sposobnosti.

Toplotno tehnološke lastnosti čistih izolacijskih materialov za izolacijske napajalnike podajata krivulji "Carbitec" na **sliki 1** (levo). Občutljivost izolacijskih materialov je primerljiva z občutljivostjo eksotermnih. Čas, ki je potreben za popolno izolacijo SiC plošče, pa je za 2 do 3-krat daljši, kot je pri eksotermnih materialih. Pod popolno izolacijo smatramo razmere, pri katerih ni potrebno dovajati električne energije za vzdrževanje konstantne temperature SiC plošče. Tudi končna izolacijska sposobnost mešanice po 30 minutah preiskovanja je tako pri eksotermnih, kakor tudi pri izolacijskih mešanicah za nastavke napajalnikov, boljša od primerjalnega kremenčevega peska za 2 do 3-krat.



Slika 2: Ohlajevalne krivulje eksotermno - izolacijskih materialov
Figure 2: Cooling curves for exothermic - insulating materials

2.2 Termična analiza

S termično analizo smo izdelali ohlajevalne krivulje bele temprane litine. Za meritve smo izdelali lončke oziroma nastavke z geometrijskim modulom strjevanja 0,83 cm in prostornino 97 cm³ iz preiskovanih materialov. Lončki so bili izdelani iz vseh preiskovanih materialov. Vanje smo vgradili termoelement PtRh10 v horizontalni smeri.

Meritve smo izvedli v livarni bele temprane litine s stopnjo nasičenosti od 0,79 do 0,83. Značilne ohlajevalne krivulje za posamezne preiskovane materiale ter primerjava ohlajevalne krivulje za peščeno mešanico, izdelano po CO₂ postopku, so podane na **sliki 2**.

Iz slike ohlajevalnih krivulj je razvidno, da eksotermno - izolacijski materiali močno podaljšajo čas strjevanja taline glede na lonček iz peska.

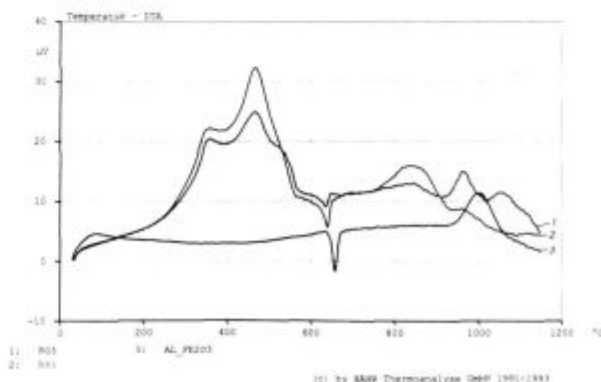
2.3 Diferenčna termična analiza (DTA)

Z DTA smo preiskovali eksotermne materiale zaradi ugotavljanja mehanizma eksotermne reakcije. Vzorce smo zatehtali tako, da je količina aluminija in Fe₂O₃ v vseh primerih enaka. Kot primerjavo smo preiskali tudi mešanico aluminija in Fe₂O₃. Rezultati so prikazani na **sliki 3**.

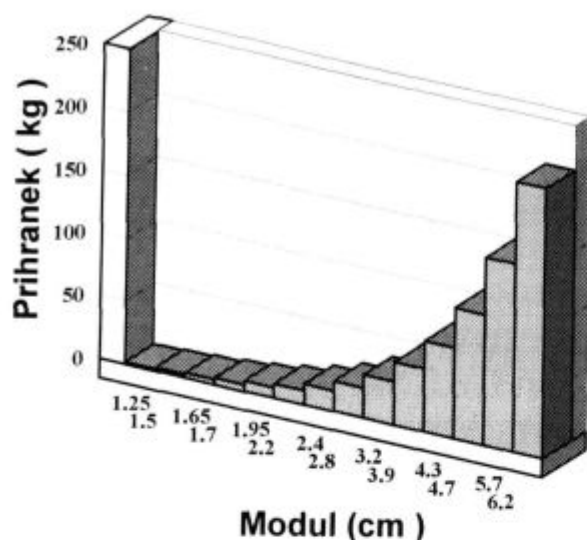
DTA krivulje materialov vsebujejo dve področji eksotermnih vrhov. Prvo področje med 300 in 500°C predstavlja alumofluoridne reakcije, kjer reagira del aluminija in dodani fluoridi. Drugo področje med 800 in 1000°C predstavlja alumotermično reakcijo med preostalim aluminijem in trdnim nosilcem kisika in kisikom iz zraka. Ta vrh zasledimo tudi na krivulji, ki predstavlja mešanico Al + Fe₂O₃. Endotermni vrh pri 660°C predstavlja taljenje aluminija.

3 Prihranek pri uporabi eksotermno - izolacijskih materialov

Uporaba eksotermno - izolacijskih materialov je tem bolj ekonomična, čim večji so stroški za izdelovanje kakovostne litine in tem večjo volumsko krčenje ima litina.



Slika 3: DTA eksotermnih materialov
Figure 3: DTA for exothermic materials



Slika 4: Prihranek taline pri uporabi eksotermno - izolacijskih nastavkov za napajalnike

Figure 4: Melt saving by using of the exothermic - insulating feeder extensions

Prednost uporabe eksotermno - izolacijskih materialov ni samo pri ulivanju jeklotitine, temveč tudi pri drugih železovih in neželezovih litinah.

Prihranek pri uporabi eksotermno - izolacijskih nastavkov za napajalnike lahko izrazimo s preprostim izrazom:

$$\rho = \frac{1}{\eta_1} \left[\frac{\Delta\eta}{\eta_0} (R-S) - E \right]$$

η_0 - izkoristek litine pred uporabo eksotermno - izolacijskih materialov

η_1 - izkoristek po uporabi eksotermno - izolacijskih materialov

$\Delta\eta = \eta_1 - \eta_0$

R - strošek izdelovanja litine (SIT/tono litine)

S - iz vrednotena vrednost povratnega materiala (SIT/tono litine)

E - dodatni stroški zaradi uporabe eksotermno - izolacijskih materialov

V prej navedenem izrazu so upoštevani samo neposredni stroški za izdelovanje taline na žlebu peči. Na splošno lahko razdelimo stroškovna področja na:

- stroški energije za taljenje litine, vzdrževanje temperature v zbiralnikih litine, vzdrževanje temperature litine v livnih pečeh,....

- stroški vhodnih surovin za vložek
- poraba ognjevzdornih materialov
- stroški transporta v livarno
- stroški brušenja
- stroški porabe bentonita glede na obremenitev formarske mešanice (kg litine/kg formarske mešanice)
- stroški delavcev.

Prihranek taline v kg in njegova matematična odvisnost od modula strjevanja je shematično prikazan na sliki 4.

4 Sklep

Preiskave eksotermno - izolacijskih materialov s pečko Carbitec, DTA in termično analizo so pokazale prednosti uporabe teh materialov. Ti materiali zaradi eksotermnih in izolacijskih sposobnosti močno podaljšujejo čas strjevanja taline. Dodatek izolacijskih komponent k eksotermnim mešanicam omogoča tudi dobro izolacijsko sposobnost eksotermnih materialov. Eksotermna reakcija poteka v dveh stopnjah: najprej pri nizkih temperaturah alumofluoridna, nato pa pri visokih še alumotermična reakcija.

V livarnah uporaba teh materialov zmanjšuje potrebno količino litine v napajalnikih in podaljšuje napajalno cono. Pri uporabi nastavkov za napajalnike se izkoristek taline bistveno izboljša. Možnost dobave tipiziranih izdelkov pa omogoča takojšnjo uporabo na formarskih linijah.

Uporabljene preiskovalne metode omogočajo optimalno sestavo ter konstantno kakovost pri proizvodnji eksotermno - izolacijskih materialov.

5 Literatura

- ¹ K. Jürgen Grabb, H. Eppstein: Kostenvergleich von Naturspeisern und Speisern mit exotherm Einsätzen für Gusseisen mit Kuelgraphit, *Giesserei*, 77, 1990, 9, 312-316
- ² The Foseco Foundryman's handbook, Ninth Edition, FOSECO (F.S.) Limited, Pergamon Press., 1986
- ³ Robert Wlodawer: Gelenkte erstarrung von Gusseisen, *Giesserei-Verlag GmbH, Düsseldorf* 1977
- ⁴ R. A. Johns: Einfache und zweckmässige Speisertechnik für Stahlguss, *Giesserei-Praxis*, 1981, 7, 115-126
- ⁵ F. Pavlin, A. Smolej, S. Malovrh, T. Kolenko: Usmerjeno strjevanje ulitkov z izolacijskimi masami, FNT Univerza v Ljubljani 1978
- ⁶ N. Wukovich, J. Briggs: Do your feeding aids pass the test, *Modern Casting*, 77, 1987, 9, 33-36