

Senat Univerziteta u Tuzli na sjednici održanoj 15.01.2014 godine, donio je odluku o obrazovanju komisije za odbranu doktorske disertacije pod nazivom „RAZVOJ I PROIZVODNJA METALURŠKIH CEMENATA“ u sastavu:

- 1) Dr. sc. Jelica Zelić, red. prof., područje znanosti-tehničke znanosti, polje znanosti: kemijsko inženjerstvo, Kemijsko-tehnološki fakultet Split
- 2) Dr.sc. Zehrudin Osmanović, vanredni profesor, uža naučna oblast "Procesno inženjerstvo", Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli.
- 3) Dr.sc. Petar Petrovski, red. prof., uža naučnu oblast "Vezivna sredstva" Fakultet za metalurgiju i materijale Univerziteta u Zenici.

#### SAŽETAK DOKTORSKE DISERTACIJE

Danas, je sve veća istraživačka aktivnost u cilju ispitivanja mogućnosti korištenja različitih alternativnih materijala kako u cementnoj tako i u drugim granama industrije. Šljaka i pepeo koji predstavljaju neizbježne produkte sagorijevanja uglja iz termoelektrana, kao i granulirana visokopećna troska koja je nusprodukt iz procesa proizvodnje sirovog gvožđa mogu se primijeniti ili kao dodatak sirovinskom brašnu u procesu sinterovanja ili kao dodatak finalnom proizvodu tj. cementu.

Korištenjem alternativnog materijala u ovom slučaju visokopećne troske postiže se dvostruki efekt. S jedne strane, upotrebom troske za proizvodnju cementa smanjuje se devastiranje tla koje se javlja uslijed deponovanja troske nakon završenog procesa proizvodnje sirovog čelika. S druge strane, korištenjem troske za potrebe proizvodnje metalurškog cementa smanjuje se eksploatacija sirovina koje bi se inače koristile za proizvodnju cementa, te se indirektno smanjuje emisija CO<sub>2</sub> koji se oslobađa za vrijeme produkcije cementnog klinkera.

Kako bi se izvršila ispitivanja mogućnosti proizvodnje metalurškog cementa i definisanje kvaliteta odnosno hemijskih i fizičko-mehaničkih osobina proizvedenog cementa pristupilo se uzorkovanju adekvatnih konstituenata cementa. U tu svrhu iz procesa proizvodnje uzeti su uzorci cementnog klinkera tj. poluproizvoda u procesu proizvodnje cementa, granulirane visokopećne troske, gipsa, klinkerske i filterske prašine. Navedeni uzorci su tretirani na način da se od pojedinačnih uzoraka uradila kompletna hemijska analiza u skladu sa zahtjevima standarda EN 196-2.

Prema standardu EN 197-1 izvršeno je miješanje konstituenata metalurškog cementa CEM III u različitim omjerima, pri čemu je sadržaj granulirane visokopećne troske varirao između 35 i 91%, a sadržaj klinkera između 5 i 57%. Sadržaj gipsa kao regulatora vezivanja, te sadržaj klinkerske i filterske prašine je fiksiran na 4%. S tim u vezi pripremljeno je ukupno 27 ispitnih proba cementa tipa CEM III, i to po 9 ispitnih proba za sva tri tipa cementa tj. CEM III/A, CEM III/B i CEM III/C.

Od ovako komponovanih cementa izvršena je priprema i tretiranje ispitnih proba u obliku prizmica dimenzija 40x40x160 mm, na osnovu kojih se izvršilo ispitivanje čvrstoće cementa na savijanje i pritisak nakon 2,7,28,90,180 i 365 dana. Na osnovu rezultata fizičko-mehaničkih ispitivanja izvršena je klasifikacija ispitnih cementa u skladu sa normativima standarda EN 197-1. Obzirom na izuzetno veliko prisustvo staklaste faze u strukturi granulirane visokopećne troske što za posljedicu ima teže mljevenje, sve ispitne probe su samljevene u laboratorijskom mlinu na specifičnu površinu čestica (Blain) od približno 4200-4400 cm<sup>2</sup>/g.

Drugi segment doktorske disertacije koji je obrađen odnosi se na energetske i materijalne bilanse proizvodnje metalurškog cementa. Izrada modela energetskog i materijalnog bilansa imala je za cilj da se utvrde benefiti produkcije metalurškog cementa tipa CEM III u smislu potrošnje toplotne energije (GJ), materijalnog utroška energenata (t), električne energije (kWh) itd.

Ekološki aspekti proizvodnje metalurškog cementa u smislu CO<sub>2</sub> emisija su ispitivani u sklopu trećeg segmenta disertacije. Naime, diskusija o tzv. CO<sub>2</sub> trgovini i pravima na CO<sub>2</sub> emisiju je priča koja je veoma aktuelna u zemljama EU i vrlo brzo će biti predmet rasprava kako na nivou BiH, tako i na nivou energetski intenzivnijih kompanija koje egzistiraju u BiH. S tim u vezi, jedan od ciljeva disertacije je bio da se istraži na koji način proizvodnja metalurškog cementa utiče na smanjenje CO<sub>2</sub> emisija.

Primjenom metoda linearnog programiranja definisani su ekonomski aspekti proizvodnje metalurškog cementa sa različitim procentualnim učešćem konstituenata. Na ovaj način se došlo do saznanja koliko iznose finansijski troškovi produkcije CEM III, te koji su optimalni odnosi sadržaja cementnog klinkera i granulirane visokopećne troske.

Na osnovu podataka o sastavu cementa, troškova proizvodnje, energije potrebne mljevenje cementa i kapaciteta postrojenja napravljen je matematički model optimizacije proizvodnog

programa. Primjenom matematskih modela optimizacije, koristeći kriterijume minimuma i maksimuma izrađen je optimalan program proizvodnje metalurškog cementa na godišnjem nivou.

U disertaciji su povezana fundamentalna istraživanja u pogledu upotrebe alternativnih materijala sa jedne strane i aplikativna istraživanja proizvodnje metalurškog cementa. Na ovaj način došlo se do jednog sasvim novog pristupa u ovoj oblasti, što obično nije bio slučaj u ranijim istraživanjima. Modeli elaborirani u doktorskoj disertaciji se mogu primijeniti ne samo u Tvornici cementa Kakanj, već i u drugim tvornicama cementa, pa čak i u drugim segmentima industrije.