

RECIKLAŽA VATORSTALNOG OTPADA IZ INDUSTRIJE ČELIKA I GVOŽĐA

RECYCLING REFRACTORY WASTE FROM THE IRON AND STEEL INDUSTRY

Mr. sc. Menzur Plačo
Mr. sc. Omer Kablar
ArcelorMittal Zenica
72 000 Zenica, Bosna i Hercegovina

Ključne riječi: vatrostralni materijali, vatrostralni otpad , industrija gvožđa i čelika

REZIME

Vatrostralni materijali su veoma važan dio industrijskih peći i metalurških agregata. Vremenom i upotrebom vatrostralnih materijala dolazi do istrošenosti i njihova zamjena postaje neophodna. Dio vatrostralnog materijala koji se odstrani nakon rušenja vatrostralnih ozida industrijskih peći i metalurških agregata predstavlja vatrostralni otpad, koji se uz određene mjere sakupljanja i sortiranja velikim dijelom može reciklirati. Reciklaža vatrostralnog otpada zavisi od mnogo faktora a može biti u njegovoj ponovnoj upotrebi kao sirovina u vatrostralnoj industriji, u proizvodnom procesu u čeličanama kao izvor materijala za formiranje troske, građevinskoj industriji i sl. U svijetu za proizvodnju vatrostralnih materijala korištenje reciklažnog vatrostralnog otpada postaje sve izraženija. Paralelno se povećava pritisak na industriju čelika da smanji uticaj na okoliš kroz smanjenje odlaganja vatrostralnog otpada na deponije što se može postići većom iskorištenošću vatrostralnih ozida i reciklažom vatrostralnog otpada.

Key words: refractory materials, refractory waste, iron and steel industry

ABSTRACT

Refractory materials are an important part of industrial furnaces and metallurgical aggregates. With time and use, the wear out of refractory materials occurs and their replacement becomes necessary. Part of refractory material, which is removed after the demolition of industrial furnaces and metallurgical unit refractory linings, represents refractory waste, which is, with certain measures of collecting and sorting, to a large degree recyclable. Recycling of refractory waste depends on many factors, and may be in its reuse as a raw material in the refractory industry, in the production process of steel plant as a source material for the slag formation, the construction industry and etc. In the world, the use of recyclable refractory waste becomes more pronounced for the production of refractory materials. At the same, there is increasing pressure on the steel industry to reduce the impact on the environment through refractory waste disposal reduction to landfill, which can be achieved by higher utilization of refractory lining and recycling of refractory waste.

1. PROIZVODNJA ČELIKA

Savremeno društvo teško je zamisliti bez primjene čelika. Čelik se koristi gotovo u svim granama industrije, građevinarstva, transporta i drugih djelatnosti. Osnova za višestruku upotrebu čelika je mogućnost širokog djelovanja na njegova upotrebna svojstva legiranjem, termičkom obradom itd.

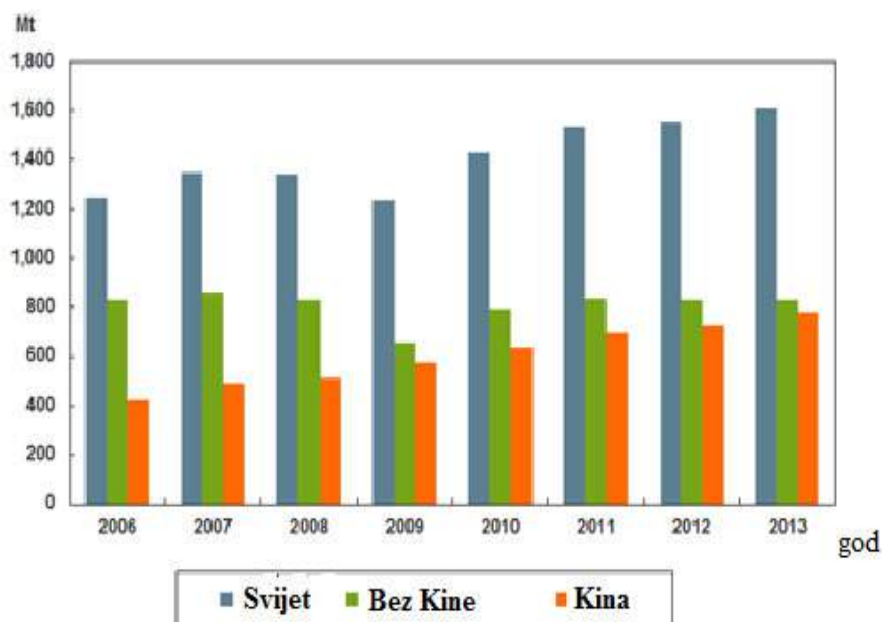
Proizvodnja čelika stoljećima je bila sinonim ne samo privredne nego i političke moći svake države. Nezavisno o svim promjenama, uključujući razvoj i upotrebu ostalih metalnih i nemetalnih materijala, čelik će i dalje biti glavni konstrukcijski materijal. Upotreba čeličnog otpada je količinski najzastupljenija od svih vrsta otpada i u proizvodnji čelika pridonosi uštedi energije, smanjenju emisija polutanata i čuva prirodne resurse.

Proizvodnja čelika ima za cilj dobijanje legure (željeza i ugljika) željenog hemijskog sastava i mehaničkih osobina. Postizanje željenih mehaničkih osobina zavisi od tri međusobno povezana faktora: hemijskog sastava (kombinacija legirajućih elementata), plastične prerade i termičke obrade.

Cilj svakog proizvođača čelika je da proizvede čelik koji zadovoljava odgovarajuće standarde uz:

- povećanje produktivnosti proizvodnih agregata,
- sniženje troškova proizvodnje i

Trend proizvodnje čelika u svijetu prikazan je na grafikonu 1.



Slika 1. Grafikon: Proizvodnja čelika u svijetu [1]

2. VATROSTALNI MATERIJALI

Vatrostalnim materijalima se danas smatraju oni keramički i konstrukcioni materijali čija temperatura omekšavanja nije niža od 1580°C [2]. U industrijskim uslovima vatrostalni materijali se koriste za oblaganje zidova, poda, svoda i ostalih dijelova metalurških agregata, industrijskih peći i pomoćnih uređaja (dimovodi, kotlovi, rekuperatori itd.). Pri ovim uslovima vatrostalni materijali su izloženi hemijskom, mehaničkom i termičkom djelovanju. Kod hemijskog djelovanja se podrazumijeva utjecaj čvrstih, tečnih i gasovitih supstanci na promjenu hemijskog sastava vatrostalnog materijala. Mehanička naprezanja se odnose na dejstvo sila pritiska čime se mijenjaju oblik i dimenzije vatrostalnog materijala. Termičko dejstvo se odnosi na promjene unutar vatrostalnog materijala koje su posljedica dejstava povišene temperature (termička širenja, hemijsko-minerološke promjene itd.). Na slici 1. su prikazane primjeri vatrostalnih materijala koji se primjenjuju u industriji čelika i gvožđa.



Slika 2: Vatrostalni materijali

2.1. Glavne podjele vatrostalnih materijala

U zavisnosti od hemijskog sastava vatrostalni materijali se mogu podijeliti u tri osnovne grupe i to:

- bazični vatrostalni materijali,
- kiseli vatrostalni materijali,
- neutralni vatrostalni materijali.

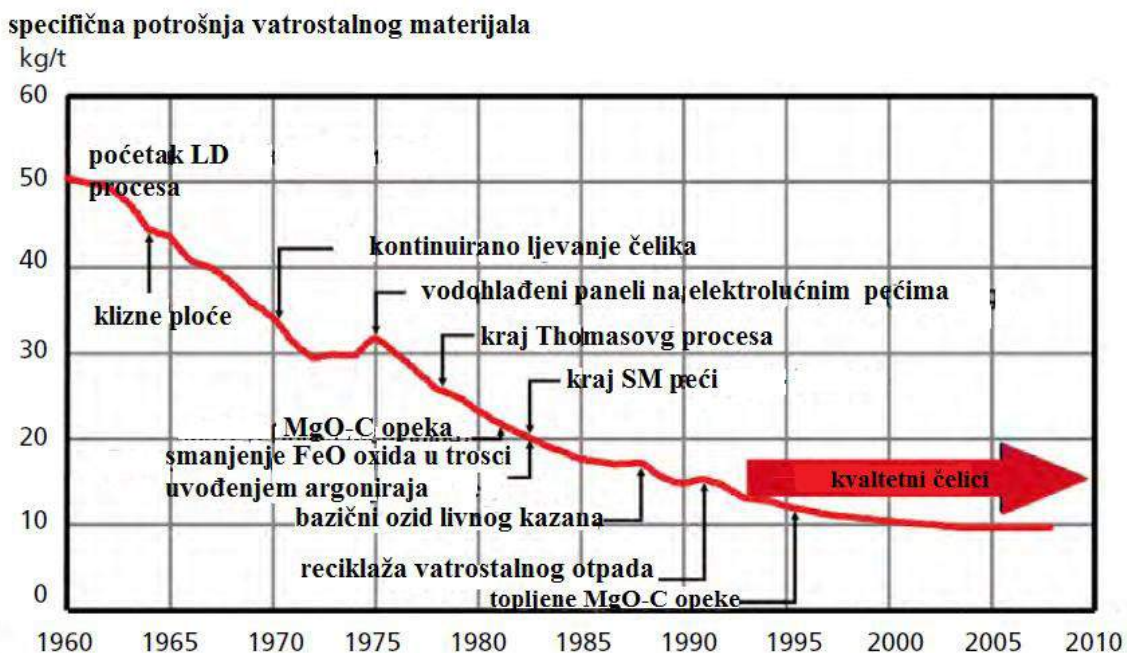
U zavisnosti od izgleda vatrostalni materijali se dijele na:

- oblikovane vatrostalne materijale,
- zrnaste vatrostalne materijale i vatrostalne rastvore.

Pri izboru vatrostralnog materijala za određene namjene mora se voditi računa da oni pri temperaturama kojima su izloženi u radu budu otporni i na utjecaj kiseonika iz vazduha i drugih specifičnih zahtjeva.

3. POTROŠNJA VATROSTALNIH MATERIJALA U INDUSTRIJI ČELIKA I GVOŽĐA I RECIKLAŽA VATROSTALNOG OTPADA

Industrija čelika i gvožđa je najveći potrošač vatrostralnog materijala. Potrošnja vatrostralnog materijala po toni proizvedenog čelika zavisi od mnogo faktora (tehnologiji proizvodnje, vrsti procesa, kvalitetu sirovina, količini proizvodnje i sl.) ali uobičajno se kreće u granicama od 8-12 kg vatrostralnog materijala po toni proizvedenog čelika. Na slici 2. je prikazan trend potrošnje vatrostralnog materijala u industriji čelika u posljednjih 50 godina

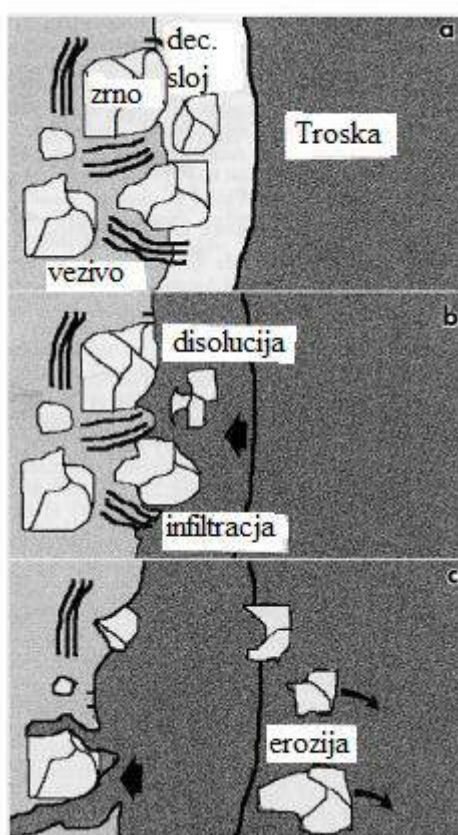


Slika 3: Specifična potrošnja vatrostralnih materijala u industriji čelika u posljednjih 50 godina [1]

U proizvodnji gvožđa i čelika u željezarama različite vrste vatrostralnih materijala se koriste za oblaganje metalurških agregata za topljenje, prečišćavanje, transport, zagrijavanje i sl. Ukoliko nivo oštećenosti vatrostralne obloge u pojedinim metalurškim agregatima postane toliki da ugrožava stabilnost proizvodnje ili je ne može obezbijediti, rad agregata se zaustavlja i vrši se rušenje vatrostralnog ozida, te njegovo ponovno zidanje. Materijal koji nastane rušenjem starog vatrostralnog ozida koji više nije upotrebljiv nazivamo vatrostralnim otpadom i količinski on se kreće od 20 – 35% od novougrađenog vatrostralnog ozida.

3.1. Mehanizam trošenja vatrostralnog materijala na mrimjeru magnezitni-karbonske opeke u livnom kazanu

Glavni mehanizmi trošenja vatrostralnog ozida dizajniranog od magnezitno-karbonskih opeka su hemijska korozija i mehaničkih erozija zbog miješanja čelika inertnim gasom u svrhu homogenizacije kupke koje se dešava na izrazito visokim temperaturama. Proces korozije magnezitno-karbonske opeke je funkcija mnogih varijabli uključujući temperaturu, sastav vatrostralnog ozida, sastav troske, viskoznosti i shematski je prikazan na slici 3. Prvi korak je odugljičavanje površinskog sloja na površini opeke u kontaktu sa troskom. Zatim ide postepeno omekšavanje zrna MgO i infiltracije troske u prostor između zrna MgO i nakon toga erozija MgO zrna.



Slika 4: Princip korozije MgO-C opeke [4]

Praktično na vatrostralnoj opeci iz livnog kazana nakon eksploatacije razlikujemo tri sloja:

Sloj troske na opeci debljine 2-3 mm, nije zasićen MgO i potpuno je tekući na temperaturi procesa. Hemijska analiza ovog sloja odgovara analizi troske na kraju tretmana u kazanskoj peći.

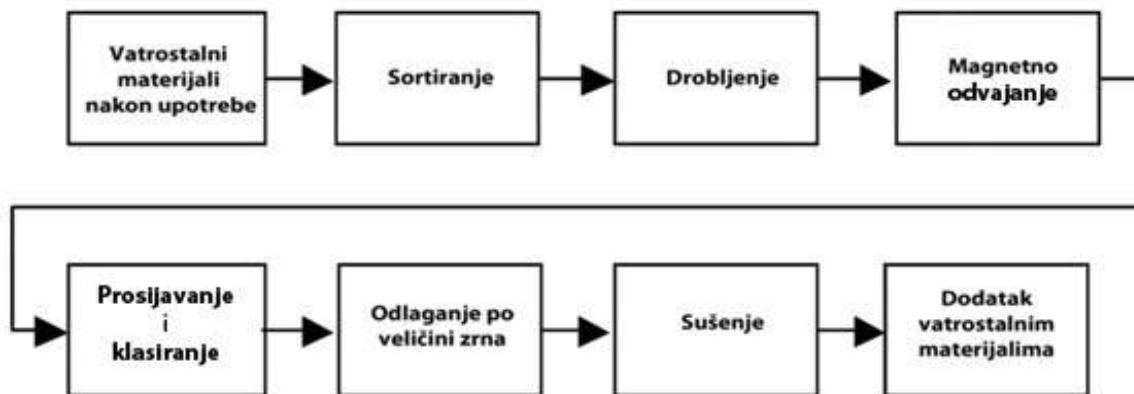
Sloj interakcije između troske i opeke gdje zrna MgO odvojena od opeke i uronjena u trosku. Raspodjela elemenata u ovoj oblasti se može posmatrati kao interakcija između oksida iz troske koji prodiru oko kristala magnezij-oksida.

Sloj strukturno nepromjenjene opeke usljed djelovanja troske u kojem nema tragova penetracije elemenata iz troske.

3.1.1. Reciklaža vatrostralnog otpada

Dabi se dobio što kvalitetniji vatrostralni otpad, tj. materijal koji se može koristiti u ponovnoj proizvodnji vatrostralnih materijala neophodno je je odvojiti prva dva sloja tj sloj troske i sloj u kojem je troska penetrirala u vatrostralni materijal.

Proces reciklaže vatrostralnog otpada prikazan je na slici 4.



Slika 5. Shematski tok procesa reciklaže vatrostralnih materijala

U cilju poboljšanja korištenja vatrostralnog otpada i postizanja bolje kvalitete gotovog proizvoda potrebno je uraditi sljedeće:

- već kod samih potrošača vatrostralnog materijala potrebno je vršiti razdvajanje vatrostralnog otpada po kvaliteti, sastavu i vrstama,
- vatrostralni otpad treba da je redovno suh i potrebno je svu manipulaciju sa njim vršiti tako da se minimizuje uticaj vlage.

4. ZAKLJUČCI

Industrija čelika u svijetu je kontinuirano u porastu iz razloga jer se čelik svojim osobinama i dalje nameće kao glavni konstrukcioni materijal.

Industrija čelika i gvožđa je najveći potrošač vatrostralnih materijala sa preko 50% ukupne potrošnje proizvedenih vatrostralnih materijala i pored trenda smanjenja specifične potrošnje.

Od ukupno ugrađenog vatrostralnog materijala, na kraju eksploatacije u metalurškom agregatu, 20-35% je vatrostralni otpad.

Zbog specifičnosti zahtjeva vatrostralne industrije, vatrostralni otpad se mora sortirati na samom izvoru i kao takav dalje reciklirati.

Pored vatrostalne industrije, koja je najvrijedniji oblik iskorištenja vatrostalnog otpada, postoje i drugi segmenti upotrebe vatrostalnog otpada (građevinska industrija, gradnja cesta, aditivi za metalurgiju i sl.).

Što je vatrostalni otpad bolje očišćen od naslaga troske i metala njegova upotrebna vrijednost je veća.

U svijetu postoje primjeri željezara koje nemaju odlaganje vatrostalnog otpada na deponiju već imaju, uz pomoć države, razvijen sistem reciklaže, prerade i upotrebe kompletnog vatrostalnog otpada (NIPPON STEEL Japan).

5. LITERATURA

[1] <http://www.worldsteel.org/>,

[2] Drljević, S.: Teoretske i tehnološke osnove proizvodnje vatrostalnog materijala, Fakultet za metalurgiju i materijale u Zenici, Zenica, 1999.,

[3] Alison, S.: Magnesia The changing face of the industry, Roskill Information Services Ltd, 2013.,

[4] Demeter J., Kijac J., Velgos J.: Wearing mechanism of refractory lining in basic oxygen furnace, Technical University of Košice, Slovakia, 2009.,

[5] Plačo, M.: Prilog istraživanju osobina magnezitnog vatrostalnog otpada za upotrebu u industriji čelika i gvožđa, Univerzitet u Zenici, 2015.,

[6] Guéguen E., Hartenstein J. and Fricke-Begemann C.: Raw material challenges in refractory application, 2014.