

Praćenje kinetike prenosa kiseonika u rastopu bakra

U radu su dati rezultati ispitivanja uticaja dovođenja gasnog reagensa u kontakt sa rastopom na kinetiku prenosa kiseonika u tečan bakar. Kinetika prenosa je iskazana preko zavisnosti stepena usvajanja kiseonika od vremena tretiranja rastopa i brzine usvajanja od vremena tretiranja. Na osnovu rezultata opita vidi se da kinetika prenosa kiseonika u rastop zavisi od načina dovođenja gasa u kontakt sa rastopom, kao i od koncentracije kiseonika u struji gasa.

Ključne reči: bakar, kiseonik, kinetika prenosa

UVOD

Uzajamno delovanje kiseonika i bakra, prenos kiseonika u bakar, oblast veoma važna i interesantna za praksu, nije u dovoljnoj meri istraživana i proučena. Otuda istraživanje u domenu kinetike prenosa kiseonika u bakru ima veliki značaj, i to kako za teoriju, tako i za metaluršku praksu. Zbog tih činjenica izvršen je niz opita prema tradicionalnom načinu planiranja eksperimenta (1,3). Rezultati dobijeni ovakvom eksperimentalnom tehnikom, podvrgnuti su statističkoj obradi rezultata primenom regresione analize.

Regresiona analiza koristi rezultate smanjenog broja eksperimentalnih jedinica u faktornom planu eksperimenata. Osim toga regresionom analizom može se oceniti disperzija rezultata. Time se dobija i odgovor na pitanje da li su rezultati jednorodni, ili nisu, sa verovatnoćom i da li je model uzetog plana eksperimenata regresionog polinoma adekvatan ili nije.

Ocena rezultata u širem intervalu promene vrednosti faktora u okviru intervala vrednosti donjeg i gornjeg nivoa, sa uzetim korakom promene vrednosti nivoa od gornjeg do donjeg, može se izvršiti na osnovu regresionog polinoma, koji je rezultat regresione analize.

EKSPERIMENTALNI RAD

Za eksperimente u ovom radu korišćen je elektrolitički bakar sa minimalnom količinom primesa. Rastop bakra je tretiran strujom vazduha, i vazduha obogaćenog kiseonikom sa 21, 40, 60, 80 i 100% kiseonika u gasnom reagensu. Struja gasa je u jednom slučaju dovođena na 20mm iznad površine

rastopa, a u drugom uvedena u zapreminu rastopa na 20mm ispod gornjeg nivoa rastopa u šamotno grafitnom loncu. Vreme tretiranja rastopa vazduhom (smeša sa 21% kiseonika), odnosno vazduhom obogaćenim kiseonikom (sa 40,60,80 i 100% kiseonika) varirano je od 5 sekundi preko 10, zatim 20, 30, 60, 120 do 180 sekundi. Kako opiti u laboratorijskim uslovima mogu poslužiti kao model procesa plamane rafinacije bakra u industrijskim uslovima, to su, snimanjem krivih kinetike prenosa kiseonika u delovima primenjivanog postupka, dobijeni podaci značajni za ocenu kinetike reakcija prenosa kiseonika u rastop bakra u intenzifikovanom procesu plamene rafinacije, upotrebom vazduha obogaćenog kiseonikom.

U okviru klasičnog plana izvedenih eksperimenata (3) sagledan je plan trifaktornog eksperimenta u dva područja vremena tretiranja rastopa.

- U intervalu od 10 do 30s i
- U intervalu od 60 do 180s.

Razmatran je opseg delovanja promene:

- Vremena, tri nivoa,
- Količine kiseonika u gasnom medijumu, tri nivoa;
- Načina tretiranja 20mm ispod i 20mm iznad nivoa rastopa, znači dva nivoa faktora.

Na osnovu regresione analize, odnosno utvrđene vrednosti regresionog polinoma, količina kiseonika prenetu u bakar može se izraziti sledećim polinomima:

- Za period od 10 do 30s

$$Y = 0,3445833 + 0,11875x_1 + 0,0479x_2 + 0,0629x_3 + 0,01375x_{12} + 0,0196x_{23}$$

Adresa autora: Ljubica Ivanić, Tehnički fakultet Bor, Bor, Vojске Jugoslavije 12

- Za period od 60 do 180s

$$Y = 0,55875 + 0,19x_1 + 0,0562x_2 + 0,117x_3 - 1,875x_1x_3 + 0,015x_2x_3 + 0,018x_1x_2x_3$$

Na osnovu određenih vrednosti koeficijenata regresionog polinoma ocenjuje se uticajnost razmatranih faktora.

REZULTATI I DISKUSIJA REZULTATA

Eksperimentalno dobijeni rezultati primenom regresione analize obrađeni su i prikazani grafički.

Obradom eksperimentalno prikupljenih podataka određen je stepen usvajanja kiseonika od strane tečnog bakra za konkretne uslove, a prema ovim vrednostima određivane su brzine reakcija preuzimanja kiseonika. Na osnovu ovih veličina data je grafika interpretacije dobijenih pokazatelja u zavisnosti od vremena. Na osnovu ovih veličina može se suditi o kinetici procesa prenosa kiseonika u bakar.

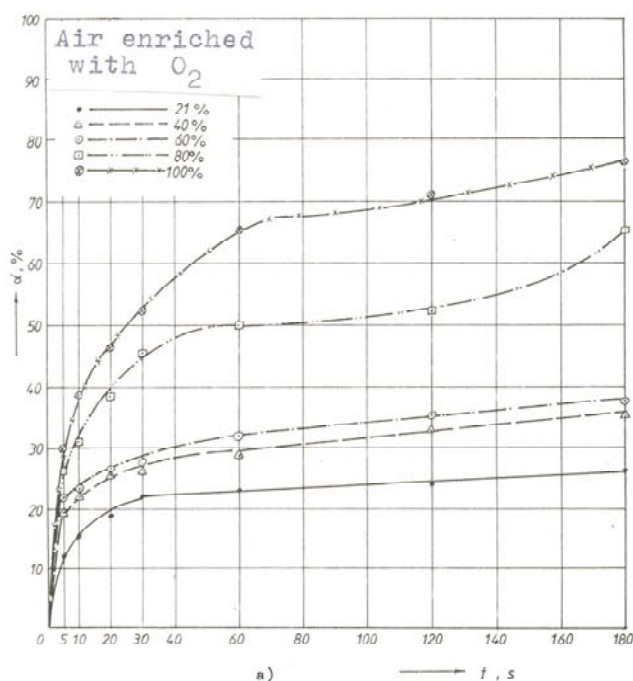
Regresiona analiza rezultata eksperimenata, izvedenih prema planu faktornog eksperimenta, vrši se preko dosta obimnog računara, što je olakšano primenom programa za kompjutersku obradu podataka. Kod primene regresione analize dobijaju se vrednosti koeficijenata regresionog polinoma, a time i sam polinom, koji se koristi za dobijanje brojnih podataka. Po unošenju podataka o donjem, osnovnom i gornjem nivou faktora intervala i koraka, dobijaju se brojni podaci zavisnosti rezultata od

odgovarajućih faktora u širem opsegu promene vrednosti, što se može koristiti za grafičko prikazivanje zavisnosti odgovarajućeg.

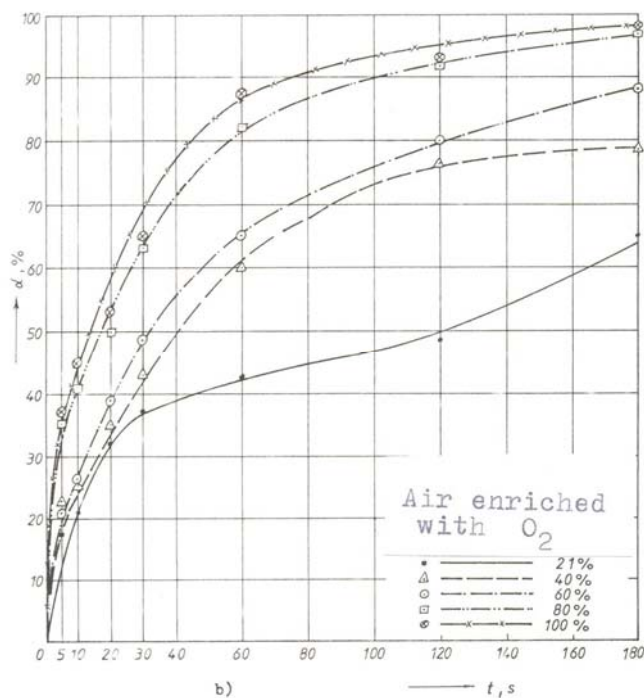
Na osnovu položaja krivih na slici 1 vidi se da je stepen usvajanja kiseonika od strane tečnog bakra bio po pravilu veći kod tretiranja rastopa strujom uvedenom u zapreminu rastopa na 20mm ispod nivoa tečnog metala. Tako je, na primer, kod tretiranja rastopa vazduhom dovedenim na 20mm iznad površine rastopa postignut stepen usvajanja od oko 25%, a pri dovođenju struje u rastop na 20mm ispod nivoa ta vrednost je 65%.

Krive promene brzine procesa sa vremenom tretiranja rastopa (sl.2) takođe svedoče o većoj brzini u uslovima uranjanja u rastop cevčice za dovođenje struje gasa. Položaj ovih krivih ukazuje i na činjenicu da proces najbrže protiče na samom početku tretiranja rastopa, što se može tumačiti neospornom činjenicom da je reakciona sposobnost rastopa bakra na početku znatno veća s obzirom na minimalno prisustvo kiseonika u njemu.

Uticaj procentualne zastupljenosti kiseonika u struji gasa za kinetiku procesa prenosa kiseonika u rastop bakra takođe je evidentan. Krive koje se odnose na vazduh obogaćen kiseonikom sa većim procentualnim učešćem kiseonika leže iznad krivih koje se odnose na manji procenat kiseonika u gasnoj struji, i to kako za tretiranje rastopa strujom dovedenom na 20mm iznad površine rastopa (slike 1.1. i 2.1), tako i kod uvođenja struje gasnog reagensa u zapreminu rastopa (slike 1.2 i 2.2)



Slika 1.1

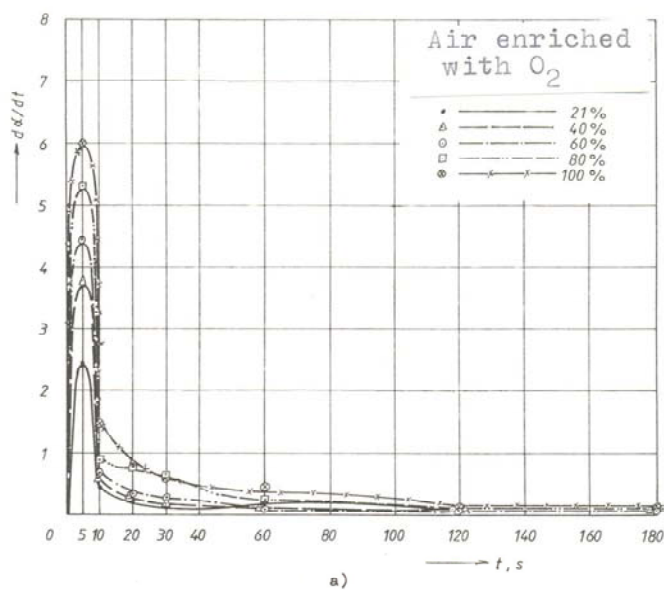


Slika 1.2.

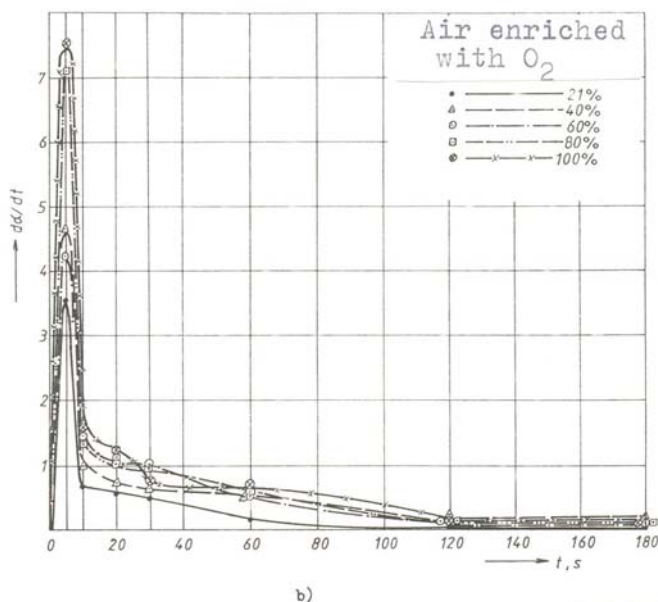
Slika 1 - Uticaj procentalne zastupljenosti kiseonika na stepen usvajanja 20mm iznad površine (1.1) i 20mm u dubini rastopa (1.2)

Prenos kiseonika, zavisno od uslova, vrši se molekularnom ili turbulentnom difuzijom. U uslovima mirovanja rastopa preovladava molekularna difuzija, za razliku od turbulentne, koja se vrši u sredinama koje se kreću-premešavaju. Ispred izneti rezultati eksperimenata upravo potvrđuju ove konstatacije. Tako pri dovođenju struje iznad površine rastopa, ova izaziva premešavanje rastopa u određenoj manjoj meri. Uvođenjem struje gasa u

zapremlenu rastopa barbotiranje – rastopa je znatno intenzivnije, a prenos mase brži. Broj kontakata atoma kiseonika sa bakrom u ovim uslovima je znatno veći, što rezultira većim stepenom preuzimanja kiseonika od strane rastopa. Premešavanje rastopa odražava se na povećanje zone reakcije i odvođenje produkata reakcije iz reakcione zone, što prikazani rezultati u potpunosti potvrđuju.



Slika 2.1



Slika 2.2.

Slika 2 - Uticaj brzine uvođenja kiseonika na stepen usvajanja 20mm iznad površine (2.1) i 20mm u dubini rastopa (2.2)

ZAKLJUČAK

Na osnovu napred iznetih rezultata može se zaključiti da kinetika prenosa kiseonika u rastop bakra zavisi od više faktora, koji se mogu svrstati u dve grupe. U prvu spadaju faktori vezani za gasni medijum, a u drugu faktori vezani za stanje i sastav rastopa.

Veličina zone kontakta, odnosno reakcione zone i intenzitet premešavanja direktno zavise od načina dovođenja struje gasa u kontakt sa rastopom, što ima veliki uticaj na kinetiku prenosa kiseonika u rastop bakra. Koncentracija kiseonika u struji gasa koji dolazi u kontakt sa rastopom takođe utiče na prenos kiseonika u rastop. Primenom regresione analize u odnosu na tradicionalan način planiranja eksperimenta znatno se smanjuje broj eksperimentalnih jedinica, a time potrebno vreme i sredstva za realizaciju istraživanja.

LITERATURA

- [1] Lj. Ivanić, „Kiseonik u bakru i bakarnim legurama”, Bor (1989) s. 110
- [2] Presnjakov A. A: „Beskislородnaja мед” (1985) s. 4
- [3] Lj. Ivanić, B: Kočovski, „Rafinacija rastopa bakra i bakarnih legura”, Bor (2001) s. 37
- [4] Bernard Ž. „Okislenije metalov”, Metalurgija (1986) s. 5
- [5] B. Kočovski „Bakar i bakarne legure”, Bor (1991) s. 7
- [6] Linčevski B. V. „Termodinamika i kinetika vzajmodejstvija gazov s židkimi metalami” Moskva (1986) s. 149
- [7] Ilija Pantelić „Uvod u teoriju inenjerskog eksperimenta” Beograd 1986

ABSTRACT

In this paper the results of investigation the influence of input mode the gas reagent interaction with liquid copper to transfer kinetics of oxygen in to liquid copper, has been presented. Reaction kinetics has been shown trough oxygen inlet degree depending of time. According to results of investigation, transfer kinetics of oxygen in to liquid depends of the gas input mode to interaction with the liquid, and of oxygen concentration gas flow.

Key words: copper, oxygen, transfer kinetics