

Tehnične novice

Residuals in Iron and Steel

(Rezidualni elementi v železu in jeklu)

F. Vodopivec

Pod tem naslovom so skupno priredili mednarodno konferenco IRSID (Institut de Recherches de la Sidérurgie Française), Max Planck Institut für Eisenforschung in SZ Metalurški inštitut dne 22. in 23. maja 1980 v Ljubljani. Konferenca je od leta 1958 tretja, ki so jo trije Inštituti sklicali na temo rezidualnih elementov (RE) in je bila organizirana v sklopu proslave 30-letnice Metalurškega inštituta v Ljubljani. Konferenci je prisostvovalo nad 100 udeležencev iz SFRJ, Francije, Nemčije, Anglije, Švedske, Finske, Italije in Madžarske. Da bi bilo več časa za razpravo in izmenjavo mnenj, je bilo sprejeto v program le 15 prispevkov, vsak prireditelj je prispeval 5 prispevkov iz države, katero je zastopal. Problematika RE je zelo široka in pestra. Sega od elementov, ki jih iz jekla z žilavenjem ni mogoče odstraniti (na primer baker, kositer in drugi), preko elementov, ki pridejo v jeklo med procesom (npr.: dušik), do elementov, ki jih jeklu dodajamo v majhnih primeseh (npr.: aluminij in kalcij), ali jih do take množine lahko iz jekla odstranimo s tehnološko sprejemljivimi ukrepi (npr.: žveplo in fosfor). Prisotnost teh elementov se odraža na kristalizacijo jekla, na njegovo vročo in hladno preoblikovalnost, na uporabne lastnosti in na krhkosti. V večjem ali manjšem obsegu so se predavatelji dotaknili vseh naštetih elementov in analizirali njihov vpliv na različne lastnosti jekla različnih vrst, pa tudi zelo čistega železa, kjer znaša skupna vsota nečistoč in legirnih elementov le nekaj 10 ppm.

C. Gatelier, M. Devaux in M. Olette (IRSID) so poročali o vplivu kalcija na točnost nekaterih nekovinskih oligo-elementov v jekleni talini. Dodatek kalcija vpliva na sestavo in obliko oksidnih in sulfidnih vključkov, vendar tudi na točnost dušika, fosforja in arzena v jekleni talini, kjer tvori spojine vrste Ca_3X_2 . Vendar take spojine nastanejo šele pri večjih dodatkih kalcija v talino (več kg na tono jekla), ni pa izključeno, da se ta proces ne bi kdaj uporabljal zato, da se iz nekaterih jekel eliminiira fosfor.

Z. Horgas in M. Horgas (MI »Hasan Brkić«, Zenica) sta poročala o bilanci RE v rudi, med aglomeracijo in v visokih pečeh železarne Zenica. V trajanju 1 leta so sistematično analizirali 8 RE (Cu, As, Sb, Pb, Zn, Sn, Ni in Cr) v rudah, piritnih ogorkih, grodju, apnu, plavžnem prahu in mulju ter koks in izoblikovali bilanco RE v plavžni proizvodnji železarne Zenica.

B. Koroušić (MI Ljubljana) je ocenil vlogo 12 RE (O, H, N, S, P, Pb, Al, Nb, Zr, Sb, Sn in As) v procesu električnega pretaljevanja pod žilindrom. Obravnaval je oksidacijske izgrebe med pretaljevanjem, prerazdelitev med jeklom in žilindrom in vpliv inokulantov na tvorbo nove faze.

M. Torkar in F. Vodopivec (MI Ljubljana) sta poročala o raziskavah vpliva bogatitve jekla ob površini s Cu in Sn na pokljivost jekla z lito strukturo. Ugotovila sta, da se da škodljivi vpliv obeh elementov v precejšnji meri zmanjšati, če se jekleni bloki na ogrevanje za valjanje zalagajo po ohladitvi površine pod premensko temperaturo avstenta.

F. Vodopivec in M. Torkar sta obravnavala mikrostrukturo in pokljivost jekla z 0,16 C₂ lito strukturo in dodatki Al, N, Mn in S. Zaključek njunih izvajanj je, da krhkost jekel s povečanim Al in N vezana na vpliv, ki ga imata oba elementa na izoblikovanje obpovršinskega globulitnega sloja pri strjenju jekla.

T. Goyard, P. Heritier, A. Fourdeaux in A. Kobylansky (ANSM Saint Etienne) so poročali o tem, da se zaradi prisotnosti AlN zmanjša duktilnost jekla v intervalu med 800 in 1100°C.

C. Goux (ENSM) Saint Etienne) je poročal v imenu večje skupine soavtorjev (J. Rochette, P. Benaben, R. Tardy, J. Rogez, M. Foucault-Villard, M. Ghannan, J. Le Coze, B. Saulnier, J. Paire in J. Y. Boos) o pripravi in dopiranju železa velike čistote, o vplivu selena na kinetiko premene austenit ferit in obratno, o faznem diagramu Fe-Se, o koeficientu difuzije selena v železu med 800 in 1300°C in o vplivu O, S, Se in Te na pitting korozijo nerjavnega jekla.

J. Rodič (SZ Železarna Ravne) je govoril o količini RE v različnih skupinah jekel, o problemih, ki jih postavlja naraščanje količine RE, o vplivu RE na orodna jekla in o vplivu RE na vročo preoblikovalnost.

Y. Desalos, J. Laurent, D. Thivellier in P. Rousseau (IRSID in Ugine Aciers) so razpravljali o vplivu Cu, Cr, Ni, Mo, P, Si in Sn na lastnosti ogljikovih jekel. Ugotovili so, da se vpliv normalne količine RE odraža na sposobnosti jekel za masivno hladno preoblikovanje le v zamenljivem obsegu.

F. Aubrun (Sollac, Florange) je poročal o industrijskih raziskavah vpliva Cr, Ni, Cu in Sn na lastnosti jekel za globoko vlečenje. Dognal je, da v pričakovanih količinah Cr in Ni ne vplivata na lastnosti jekla, nasprotno pa Cu in Sn v količinah, ki se jih pričakuje v jeklih, izdelanih iz starega železa, pomembno zmanjšata duktilnost trakov za globoki vlek.

F. Dumoulin in M. Guttman (CMEM, Paris) sta poročala o vplivu interkristalne segregacije RE na lastnosti železnih zlitin in o reverzibilni popuščni krhkosti konstrukcijskih jekel. Interkristalna segregacija znižuje prag za propagacijo utrujenostne razpoke, povečuje interkristalno krhkost, neugodno vpliva tudi na druge lastnosti. Krhkost je odvisna od sestave in mikrostrukture in jo povzročajo elementi kot P, Sn in Sb. Dodatki drugih elementov lahko krhkost povečujejo, ker povečujejo segregacijo (tak primer je Mn), drugi elementi pa jo znižujejo (na primer Mo in Ti zmanjšujeta krhkost zaradi P in Sb).

H. Erhart in H. J. Grabke (MPI Eisenforschung, Düsseldorf) sta poročala o interkristalni segregaciji fosforja v železu. Ugotovila sta, da reverzibilna krhkost raste s povečanjem količine P v železu in z znižanjem temperature v intervalu med 800 in 400°C. Ogljik odraja fosfor od kristalnih mej, zato krhkost zmanjšuje, zanimivo pa je, da krom veže ogljik in spet aktivira fosfor.

M. Krause in Jin Yu (F. Krupp Hüttenwerke AG, Bochum) sta obravnavala popuščno krhkost 1% CrMoV jekla zaradi RE. Ta vrsta jekla se uporablja za velike izkove za termoenergetske naprave. Ugotovila sta, da porast količine elementov P, Si in Sn v jeklu povišuje prehodno temperaturo žilavosti martenzitne mikrostrukture, v balnitni mikrostrukturi pa nima opaznega učinka. Poročala sta tudi o tem, da aluminij in baker vplivata na prelom jekel odpornih proti lezenju.

K. H. Keiemburg in V. Thien (Kraftwerk Union, Mulheim) sta poročala o izgubi duktilnosti pri 3,5 NiMoCrV jeklu po dolgotrajnem ogrevanju. Pri tem nastaja obogatitev P in Sn po kristalnih mejah z največjo intenziteto pri 450°C. Zato je potrebno držati količino teh dveh elementov kolikor je mogoče nizko pri jeklih za težke izkove.

Zanimiva poročila so spremljala številna vprašanja in živa razprava. To je dokaz, da je problematika RE zanimiva za proizvajalce in uporabnike jekla zaradi onečiščenja jekel, ki je posledica uporabe manjvrednih rud in uporabe naraščajoče količine starega železa v jeklarskem vložku.

Splošno mnenje udeležencev je bilo, naj se mednarodna srečanja s problematiko RE organizirajo s krajšimi časovnimi intervali, da bo mogoče česče primerjati in izpo-

stavljati javnosti nova dognanja, uspehe in neuspehe, ki so povezani s trdom metalurgov, da obvladajo naraščajoče onečiščenje jekla.

Materiale s konference, predavanja in razprava bodo objavljeni kot posebna številka Zelezarskega Zbornika, ki jo bo mogoče naročiti pri uredništvu ali Metalurškem inštitutu v Ljubljani.

dr. F. Vodopivec