

Mednarodna konferenca:

Advances in the Physical Metallurgy and Application of Steel

Liverpool 21. do 24. septembra 1981

F. Vodopivec

Konferenco je organizirala The Metals Society z udeleženci iz mnogih držav, celo iz Kitajske v kampusu Univerze v Liverpoolu. Program je bil zelo poln. Vsak dan v povprečju po 14 predavanj, od teh po dva 40 min. Pregleda iz različnih področij fizikalne metalurgije in uporabe jekla. Vsebine, tudi kratke, vseh prispevkov v tem pregledu ni mogoče povzeti, zato se bom omejil na nekatera spoznanja in izsledke ter na osebne vtise.

Prvo uvodno predavanje je obravnavalo napredek splošne fizikalne metalurgije jekla v zadnjem desetletju. Za najvažnejši dosežek iz tega obdobja se smatrajo izsledki na jeklih z disperzoidi, kjer je teorija šla nekoliko pred empiriko in omogočila, da so se postopek predelave in inženirske lastnosti jekla vnaprej določile na osnovi teoretičnih spoznanj. Kot važen uspeh se smatrajo tudi uspehi na področju dual jekla. Tu prvič spoznavamo, da dobro uravnoteženo sožitje vseh sestavnih komponent z zelo različnimi specifičnimi lastnostmi da jeklu popolnoma nove lastnosti in uporabnost. V dual jeklih dosežemo izboljšanje hladne oblikovalnosti z mikrostrukturo iz ferita in martenzita, majhna količina martenzita izboljša tudi hladno oblikovalnost austenitnega nerjavnega jekla. Velik je napredek tudi na področju metodike. Danes je mogoča kvantitativna kemijska analiza delcev z velikostjo 30 Å. Take analize so bile predstavljene kasneje, mogoče pa je bila še najbolj zanimiva porazdelitev ogljika na preseku ca 50 Å debele lamele zaostalega austenita med dvema lamelama martenzita. Poudarjeno je bilo, da se je potrebno izogibati nevarnosti, da bi metodika postala sama sebi namen, raziskovalni program se ne sme oddaljiti od prizadevanja, da se dalje razumejo in obvladajo postopki predelave jekla in se sintetizira na osnovi teoretičnih spoznanj jeklo, ki bi imelo najboljše lastnosti pri uporabi.

Popoldansko nadaljevanje je pokazalo, da je raziskovalno in razvojno delo na področju dual jekla zelo intenzivno. Definirane so že osnovne sestave za jekla, ki potrebno mikrostrukturo dosežejo z interkritičnim žarjenjem oz. s kontroliranim valjanjem in ohlajanjem. Mnogo se dela na specifičnih raziskavah, ki naj pomagajo, da se dual jeklo izdelata na žarilnih linijah, katere so v železarnah že postavljene. Zanimiv pa je bil prispevek, v katerem so spoznali, da nastaja pri interkritičnem ogrevanju austenit z dvema reakcijama, ki imata

zelo različno hitrost, ena je odvisna od ogljika, druga pa od prerazdelitve legirnih elementov med ferit in austenit.

Naslednji del je veliko časa vzela metalurgija varjenja. V uvodnem pregledu so bile omenjene značilnosti varjenja sodobnih čistih jekel in jekel, ki so bila obdelana z modifikatorji vključkov. Zaradi zmanjšanja količine žvepla se je povečala trdota v prehodnih zonah zato, ker je manj sulfidnih vključkov, ki pospešujejo nastanek ferita. Zaradi večje trdote mora biti v jeklu in v dodatnem materialu manj vodika. Prisotnost kalcijevih in barijevih spojin v vključkih odraža na obliki električnega loka, kar zmanjšuje penetracijo. Najboljše lastnosti deponiranega materiala se dosežajo pri optimalni količini kisika (okoli 300 ppm) in optimalni sestavi, velikosti in porazdelitvi vključkov. Vključki namreč pospešujejo heterogeno nukleacijo ferita, najboljša žilavost pa se doseže pri optimalnem razmerju poligonalnega in acikularnega ferita. Optimalna sestava vključkov je taka, ki zagotovi, da se ob njihovi površini obogati manganov sulfid, ki je pospeševalec tvorbe ferita. Zelo važna je količina bora v deponiranem materialu, kljub temu se bor zelo pogosto ne analizira. Zelo pomembni postajajo tudi drugi elementi, kajti od njih je često odvisna prehodna temperatura žilavosti.

Na področju bajnitnih jekel aktivnost ni posebno živahna. Jekla so sicer prinesla nekatera nova spoznanja v zvezi z latasto mikrostrukturo, vendar je interes za njihovo uporabo zelo majhen.

Tretji dan dopoldan je bila na programu interkristalna krhkost. V uvodnem predavanju smo se seznanili z reverzibilno interkristalno krhkostjo (tej je bila posvečena velika pozornost na mednarodni konferenci o rezidualnih elementih v maju 1980 v Ljubljani), ki jo povzročajo mnogi elementi, ki jih v jeklu najdemo često v zelo majhnih količinah, na primer P, Sn in Sb. Nekateri elementi jo preprečujejo, na primer C in Mo, drugi pa jo povečujejo na primer Ni in Mn. Na tem področju so najbolj prišle do izraza performance sodobne metodike, celo da se določi sestava posamičnih slojev atomov na površinah kristalnih zrn. Izgleda, da je sedaj dovolj utemeljen redosled mehanizmov interkristalne krhkosti: pri nižjih temperaturah, ko je difuzivnost elementov zelo počasna, je tvorec krhkosti izločanje rezidualnih elementov iz karbidov, ki nastajajo po mejah, pri višji tempe-

raturi prevlada klasična krhkost zaradi reverzibilne segregacije in končno še višja krhkost zaradi nekoherentnega izločanja. Krhkost kromovih jekel pri 475 °C je intrakristalna in se razvije zaradi nastanka dvofazne mikrostrukture. Zrna druge faze so izredno majhna, zato se je krhkost dolgo časa izmikala razlagi. Zanimiv prispevek je obravnaval neravnotežno interkristalno krhkost v austenitnih jeklih, ki je povezana s prisotnostjo parov vrzelnečistoča, oz. legirni element v nerjavnih jeklih, ki so gašena z visoke temperature.

V prispevku, ki je obravnaval interkristalno krhkost jeklene litine, smo slišali potrjene naše izsledke, da je krhkost posledica AlN, ki nastane pri strjenju jekla.

Popoldan je bil posvečen vroči deformabilnosti pri lezenju in pri predelavi. Rezidualni elementi zmanjšujejo duktilnost pri dolgotrajnih preizkusih v vročem, ker pospešujejo interkristalno kavitacijo. Vzrok je v zmanjšanju energije za kavitacijo, ali pa v olajšanju nukleacije karbidov in MnS.

Za naše razmere je bil zanimiv prispevek o jeklih za kontrolirano kovanje. Z dodatkom vanadija v konvencionalna jekla za utopne izkovke so se razvila jekla, ki v kontrolirano kovanem stanju (kovanem v utopu in ohlajenem na mikrostrukturo iz lamelnega perlita) dosegajo veliko trdnost. Vemo, da kontrolirano kovanje odpravi toplotno obdelavo izkovkov in zmanjša stroške za obdelavo, dosežena je enaka življenjska doba orodja pri še enkrat večji hitrosti obdelave. V Angliji se srečujejo s podobnimi težavami pri vpeljavi kontroliranega kovanja, zaradi katerih je verjetno tudi pri nas dejavnost na tem področju po

začetnem zagonu močno opešala. Prepričati je namreč potrebno proizvajalce motorjev, da žilavost ni tako pomembna lastnost pri uporabi, kot se je smatralo dosedaj. Zato kontrolirano kovani izdelki povsem ustrezajo. Zadnji dan so bile na sporedu jekla za hitre in plazma reaktorje. Zelo obsežne raziskave mehurčenja (swelling) so privedle do sklepa, da se mu je mogoče izogniti le tako, da se zagotovi, da je v kovini dovolj niklja, da se ohranja austenit tudi med razmešanjem, ki ga povzroča prodor elementarnih delcev z veliko energijo v jeklo. Različni drugi ukrepi imajo za posledico le, da se mehurčenje pojavi nekoliko kasneje. Potrebno bo še mnogo dela, da se bo našlo najprimernejše gradivo za hitre in plazma reaktorje.

V zaključnih besedah je bilo izrečenih nekaj misli, ki jih je vredno omeniti. Raziskovalci morajo govoriti in pisati, vendar ne zase, temveč za proizvajalce in uporabnike jekla, zato morajo seveda uporabljati tudi primerno preprost jezik. V letih, ki prihajajo, se je potrebno preusmeriti na področje testiranja materiala pri uporabi. Uporabniki namreč ne znajo pogosto definirati kakšne lastnosti jekla so resnično pomembne za njihovo uporabo. Več pozornosti je potrebno usmeriti v hladno oblikovalnost, kajti ta način oblikovanja izdelkov ima veliko bodočnost. Izogniti se je potrebno nevarnosti, da metodologija preseže dejanske potrebe izdelave in uporabe jekla, zaradi izredno visokih cen podobnih raziskovalnih aparatov, lahko metodologija namreč močno osiromaši pravo raziskovalno in razvojno delo. Razmere zahtevajo tudi, da se več znanja o jeklu prenese od proizvajalcev na porabnike, zato je potrebno na strokovne sestanke kot enakopravne in aktivne partnerje, bolj kot dosedaj pritegniti porabnike jekla. Prispevki bodo izšli v Zborniku v letu 1982.