

JANUSZ RYŚ

Krystalograficzne aspekty oddziaływania ferrytu i austenitu w bikryształach i stalach dwufazowych

Streszczenie

Jedną z podstawowych przyczyn podjęcia tematyki odkształcenia plastycznego nierdzewnych stali ferrytyczno-austenitycznych typu duplex stanowił brak w literaturze przedmiotu jednolitego podejścia do interpretacji zmian tekstury i mikrostruktury w tych materiałach. Złożony charakter procesu odkształcenia w stalach duplex jest konsekwencją struktury dwufazowej oraz tworzącej się podczas walcowania pasmowej morfologii ferrytu i austenitu, z granicami międzyfazowymi (α/γ) usytuowanymi w większości równoległe do płaszczyzny walcowania. Stwarza to odmienne warunki dla przebiegu procesu odkształcenia plastycznego w porównaniu do stali jednofazowych, pomimo że podstawowe mechanizmy kontrolujące sposób odkształcenia w obszarach pasm obu faz są zasadniczo takie same jak w stalach ferrytycznych i austenitycznych.

Przedstawione w pracy wyniki badań dotyczą dwóch różnych pod względem charakteru rodzajów materiałów. Pierwszy z nich stanowiły materiały modelowe w postaci bikryształów dwufazowych (α/γ) ze stali duplex, składające się z łączonych dyfuzyjnie w stanie stałym monokryształów ferrytu i austenitu, które poddano próbie rozciągania. Do badań wybrano bikryształy (α/γ) wykazujące dwie istotnie różne relacje krystalograficzne pomiędzy monokryształami austenitu i ferrytu, tzn. zależności Kurdjumova–Sachsa (K-S) oraz Baina, w każdym przypadku w dwóch wariantach wyjściowych orientacji składowych kryształów. Drugim rodzajem materiałów były polikrystaliczne stale dwufazowe o strukturze ferrytyczno-austenitycznej, odkształcane na drodze walcowania na zimno w szerokim zakresie deformacji. Prezentowane w monografii wyniki dotyczą trzech różnych stali typu duplex o zróżnicowanych składach chemicznych oraz odmiennych procedurach wstępnej obróbki cieplno-plastycznej i wynikających stąd różnych wyjściowych rozkładach orientacji.

W bikryształach dwufazowych (α/γ) granice międzyfazowe rozdzielają struktury krystaliczne ferrytu i austenitu o wyraźnie zróżnicowanych właściwościach sprężystych i plastycznych, skąd wynika złożony charakter poślizgu w tzw. przygranicznej strefie odkształcania. Przeprowadzona analiza wskazuje, że efekty strukturalne występujące przy granicach (α/γ) są rezultatem szeregu czynników, ale przede wszystkim rozkładu naprężeń w pobliżu granic międzyfazowych. Złożony stan naprężeń występujący na granicach (α/γ) w trakcie odkształcenia plastycznego wynika w zasadniczym stopniu z niezgodności odkształceń plastycznych oraz lokalnych koncentracji naprężeń pochodzących od spiętrzeń dyslokacji w przylegających kryształach. Należy również zaznaczyć rolę anizotropii (niezgodności) sprężystej występującej pomiędzy kryształami ferrytu i austenitu, w początkowych etapach odkształcenia. Wyniki badań przeprowadzonych na rozciąganych bikryształach dwufazowych (α/γ) ze stali duplex

jednoznacznie wskazują, że obraz poślizgu w strefie przygranicznej, wynikający z charakteru zgodności odkształceń plastycznych, zależy w zasadniczym stopniu zarówno od relacji krystalograficznych, jak również wyjściowych orientacji składowych monokryształów ferrytu i austenitu. Na znaczenie obu tych czynników wskazują wyraźne różnice w przebiegu odkształcenia w każdym z dwóch wariantów, o odmiennych wyjściowych orientacjach składowych kryształów, zarówno w bikryształach wykazujących relacje Baina, jak i Kurdjumowa–Sachsa. Bardzo ważnym czynnikiem strukturalnym, który determinuje przebieg poślizgu w pobliżu granic międzyfazowych, jest ponadto różnica w wartościach wektorów poślizgu, wynikająca z odmienności struktur krystalicznych obu faz.

We wszystkich badanych stalach typu duplex zasadniczy wpływ na kształtowanie się mikrostruktury w obszarach ferrytu i austenitu, jak również na przebieg tworzenia się końcowych tekstur walcowania, wywiera stopniowy rozwój pasmowej morfologii struktury dwufazowej w trakcie procesu odkształcenia. Bardzo istotny czynnik stanowią także wyjściowe rozkłady orientacji w obu fazach oraz relacje krystalograficzne pomiędzy głównymi składowymi tekstury po wstępnej obróbce cieplno-plastycznej. Wpływ orientacji wyjściowych oraz relacji krystalograficznych zaznaczył się m.in. poprzez aktywację systemów odkształcenia, które wykazywały określoną wzajemną orientację oraz symetrię względem kierunku walcowania. Działanie w obszarach pasmach ferrytu i austenitu systemów odkształcenia o jednakowych lub zbliżonych wartościach względnych naprężeń ścinających oraz symetrycznych względem granic międzyfazowych (α/γ) zapewniło w istotnym stopniu plastycznie zgodne odkształcenie pasmowej struktury ferrytu i austenitu w szerokim zakresie deformacji. Rezultatem tego była stabilność tekstur obu faz obserwowana w tych zakresach odkształceń. Podstawowym przejawem takiego przebiegu odkształcenia był nieciągły charakter zmian tekstur walcowania, obserwowany zwłaszcza w przypadku ferrytu. W rezultacie tekstury walcowania w badanych stalach duplex różniły się od tekstur stali jednofazowych. Należy jednak podkreślić, że różnice te dotyczyły w głównej mierze tekstur ferrytu, pomimo że we wszystkich stalach stanowił on osnowę (udział objętościowy około 60%). Widocznym przejawem takiego przebiegu formowania tekstury była nieobecność szeregu składowych tekstur lub włókien orientacji typowych dla stali jednofazowych lub ich niska intensywność w bardzo szerokim zakresie odkształceń.