

KATEDRA ODLEWNICTWA
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Śląska

ROZPRAWA DOKTORSKA

Technologia obróbki cieplnej stali X46Cr13 zintegrowana z procesem
odlewnia żeliwa szarego w układzie bimetalowym

mgr inż. Natalia Przyszlak

Promotor

Dr hab. inż. Tomasz Wróbel Prof. PŚ

Promotor pomocniczy

Dr inż. Agnieszka Dulaska

GLIWICE 2022

Streszczenie

Technologia obróbki cieplnej stali X46Cr13 zintegrowana z procesem odlewania żeliwa szarego w układzie bimetalowym

W pracy doktorskiej przedstawiono zagadnienia dotyczące technologii odlewów warstwowych wykonanych w układzie część robocza ze stali wysokochromowej X46Cr13 – część nośna z żeliwa szarego z grafitem płatkowym, z zastosowaniem technologii preparowania wnęki formy. Biorąc pod uwagę wysoką hartowność ww. gatunku stali, celem badań było zoptymalizowanie parametrów odlewania żeliwa szarego w taki sposób, aby możliwe było przeprowadzenie obróbki cieplnej stali bezpośrednio w formie odlewniczej. Z tego względu, wykonano szereg odlewów warstwowych, dla których zmiennymi czynnikami procesu wytwarzania była grubość żeliwnej części nośnej g , temperatura zalewania T_{zal} oraz szybkość chłodzenia układu wynikająca bezpośrednio ze współczynnika przewodzenia ciepła λ zastosowanej masy formierskiej.

W ramach badań wstępnych dobrano tworzywo na część nośną i roboczą odlewów warstwowych, ich geometrię, a także opracowano wytyczne do technologii formy z punktu widzenia masy formierskiej. W pierwszym etapie badań zasadniczych wykonano modelowe odlewy warstwowe zgodnie z opracowanymi założeniami, a następnie wyznaczono parametry termiczne i kinetykę chłodzenia części roboczych tych odlewów. Celem określenia jakości połączenia między częścią nośną i roboczą wykonano ultradźwiękowe badania defektoskopowe. Wykonano też badania mikrostruktury, ze szczególnym uwzględnieniem części roboczych odlewów w zakresie prognozowania składu fazowego przy użyciu programów ThermoCalc i JMatPro, jakościowej i ilościowej analizy składu chemicznego z użyciem mikroskopu świetlnego i programu do analizy obrazu ImageJ, rentgenowskiej analizy fazowej, mikroskopii elektronowej skaningowej z punktową, liniową i powierzchniową analizą EDS oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Dopełnieniem badań metalograficznych było określenie właściwości użytkowych części roboczych odlewów poprzez badanie twardości i odporności na zużycie ścierne na powierzchni części roboczej, a także mikrotwardości na jej przekroju poprzecznym.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że istnieje możliwość integracji obróbki cieplnej typu hartowanie stali X46Cr13 z procesem wytwarzania odlewu warstwowego w układzie bimetalowym z żeliwem szarym z grafitem płatkowym. Dobór parametrów odlewania żeliwa był ukierunkowany na kompromis między możliwością nagrzania wkładki do temperatury austenizacji, a jednocześnie stworzenia warunków termo – kinetycznych sprzyjających chłodzeniu układu z szybkością gwarantującą wystąpienie przemiany martenzytycznej. Zauważono, że zastosowanie masy formierskiej na osnowie SiC, wykazującej się najwyższym spośród dobranych współczynnikami przewodzenia ciepła, nie pozwoliło na osiągnięcie założonego celu badań. Ciepło z układu

odprowadzane było zbyt intensywnie, przez co powierzchnia stalowej wkładki nie była w stanie nagrzać się do wymaganej temperatury i w mikrostrukturze powierzchni części roboczej obok martenzytu wystąpiła znaczna ilość perlitu, a także ferrytu, przez co uzyskana twardość była niższa niż oczekiwano.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono natomiast, że w przypadku odlewów wykonanych z zastosowaniem masy formierskiej na osnowie piasku chromitowego zauważono pożądaną, z punktu widzenia celu badań, wzrost twardości na powierzchni części roboczej do 513 HV (50 HRC). W mikrostrukturze odlewów zauważono obecność perlitu, obok martenzytu, jednak jego ilość była relatywnie niska (średnio ok. 4%). Dodatkowo badania odporności na zużycie ścierne powierzchni roboczych ze stali X46Cr13 ww. odlewów wykazały, że w większości przypadków odnotowano ponad dwukrotny wzrost tej właściwości użytkowej w stosunku do stali X46Cr13 w stanie wyżarzonym. Jednocześnie stwierdzono, że opracowana technologia integracji obróbki cieplnej stali X46Cr13 z procesem odlewania żeliwa szarego w układzie bimetalowym nie pozwala na uzyskanie twardości i odporności na zużycie ścierne na poziomie osiąganym w tradycyjnym hartowaniu tego gatunku stali z temperatury austenitizacji na wolnym powietrzu.