

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Filip Lewandowski

„Opracowanie warunków obróbki cieplnej przekuwanych szyn o profilu iglicowym, stosowanych w rozjazdach kolejowych o podwyższonych właściwościach eksploatacyjnych”

Rozprawa doktorska dotyczy zbadania zjawisk zachodzących w mikrostrukturze stali szynowych w procesie przekuwania końca iglicy kolejowej. Celem przekuwania szyny jest dopasowanie geometrii końca szyny, w taki sposób aby obrabiany element można było połączyć z konstrukcją rozjazdu kolejowego. Sama szyna iglicowa jest poddawana walcowaniu, obróbce cieplnej (opcjonalnie), przekuwaniu, ponownej obróbce cieplnej (opcjonalnie) oraz obróbce skrawaniem. W pracy opisano zmiany zachodzące w procesach kucia oraz ponownej obróbce cieplnej. Zostało to uznane za lukę badawczą wartą wyjaśnienia, szczególnie biorąc pod uwagę fakt, iż iglica jest elementem awaryjnym, a jej odpowiednie właściwości stanowią o bezpieczeństwie ruchu kolejowego.

W rozprawie doktorskiej opisano zmiany zachodzące w stalach szynowych o mikrostrukturze perlitycznej, która na chwilę obecną ma najszerze zastosowanie w konstrukcjach konwencjonalnych szlaków kolejowych.

Zauważono, że właściwości stali perlitycznych związane są z kształtem mikrostruktury otrzymywanej w trakcie obróbki cieplno-plastycznej. Właściwości mechaniczne stali szynowych zależą od osiągniętej odległości między płytkowej oraz wielkości kolonii perlitu. Przyjęto, że najbardziej podatnym na zużycie fragmentem przekroju szyny kolejowej jest tzw. „główka szyny”. Z przeglądu literatury wynika, że wraz z twardością w strukturze perlitycznej rośnie granica plastyczności i wytrzymałości materiału. Dlatego przyjęto, że to właśnie twardość stanowi o korzystnych właściwościach rozpatrywanych stali.

Na podstawie wyników symulacji MES ustalono, że w obszarze główki odkształcenie wynosi $\epsilon = 0,5 - 0,7$, co w odniesieniu do danych literaturowych nie wpływa na właściwości materiału. W kolejnych badaniach zaobserwowano, że na powierzchni główki szyny dochodzi do lokalnego spadku twardości w strefie nagrzewanej, ale nie przekuwanej. W trakcie badań na linii przemysłowej na stanowisku do obróbki cieplnej chłodzono materiał z szybkością na powierzchni główki równą $3,08\text{ }^{\circ}\text{C/s}$. W wyniku obróbki cieplnej otrzymano rozkład twardości przebiegający blisko linii określającej dolną granicę twardości. Mikrostruktura materiału charakteryzowała się, odległością między płytkową w zakresie $124 - 234\text{ nm}$ oraz wielkością kolonii perlitu mieszczącą się w przedziale $9,83 - 19,29\text{ }\mu\text{m}$. W badaniach mikrostruktury przedstawiono miejscowe występowanie siatki ferrytu na granicach dawnych ziaren austenitu. W obserwacjach prowadzonych przy użyciu SEM i TEM, wyszczególniono w mikrostrukturze materiału, takie zjawiska jak: defragmentacja płytek cementytu, spiętrzanie dyslokacji na płytkach cementytu czy występowanie lokalnych pasm płynięcia materiału.

W celu zoptymalizowania technologii poszukiwano odpowiedniego medium chłodzącego. Wybrano sprężone powietrze, przy którego zastosowaniu osiągnięto szybkość chłodzenia na poziomie 3,7 °C/s. Ustalono, że na drodze prób dylatometrycznych zostanie zbadany wpływ chłodzenia z szybkościami z zakresu 2 - 10 °C/s. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że szybkość chłodzenia na przekroju główki musi się mieścić w zakresie 2 – 6 °C/s, co skutkuje otrzymaniem twardości z przedziału 345 – 379 HV, odległości międzypłytkowej o wartości 77,65 – 115,06 nm, wielkości kolonii perlitu o rozmiarze 7 – 14 μm i strukturze troostytu. W kolejnym etapie zostało zbudowane stanowisko laboratoryjne do chłodzenia fragmentów szyn kolejowych. Wykonano symulację MES w celu ustalenia rozkładu szybkości chłodzenia na przekroju główki szyny. Uwzględniono w niej zmodyfikowany względem linii przemysłowej obszar opasania główki szyny strumieniem sprężonego powietrza. Najkorzystniejszy rozkład szybkości otrzymano dla szybkości chłodzenia na powierzchni główki szyny o wartości około 5 °C/s. Dla takich warunków uzyskano twardość zbliżoną do maksymalnej 400 HV oraz odległość międzypłytkową oscylującą w granicach 89,83 – 118,36 nm.

Na podstawie zebranych wyników wyznaczono zależności pomiędzy parametrami obróbki, właściwościami stali oraz kształtem mikrostruktury. W rozprawie doktorskiej zaproponowano również modyfikację sposobu chłodzenia główki szyny, mającego na celu ujednolicenie oraz polepszenie właściwości mechanicznych na całym przekutym i obrobionym cieplnie odcinku szyny iglicowej.