

Politechnika Śląska
Wydział Transportu
Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Michał MIROS

**WPŁYW NAPRAW SPAWALNICZYCH NA
WŁAŚCIWOŚCI EKSPLOATACYJNE ELEMEN-
TÓW NOŚNYCH POJAZDÓW CIĘŻAROWYCH**

Promotor:

Dr hab. inż. Tomasz WĘGRZYN prof. nzw. w Pol. Śl.

STRESZCZENIE

Badania przeprowadzone podczas realizacji pracy doktorskiej podzielić można było na dwie grupy- badania wstępne oraz badania zasadnicze. Pierwszą grupę stanowiły badania o charakterze metalograficznym- były to badania wstępne. Badania te miały na celu ustalenie w badanym obszarze metod spawalniczych związku pomiędzy zawartością tlenu w stopiwie a udziałami najkorzystniejszej pod względem własności plastycznych i wytrzymałościowych fazy- ferrytu drobnoziarnistego (*ferrytu AF wg. MIS.*). Badaniom wstępnym poddano metody spawania zalecane przez producentów pojazdów ciężarowych do spawania elementów ram nośnych oraz metodę TIG. Dodatkowo w celu przeanalizowania wpływu tlenu na formowanie drobnoziarnistego ferrytu AF przeanalizowano stopiwa wykonane otulonymi elektrodami wykonanymi w warunkach laboratoryjnych. Badaniami wstępnymi objęto stopiwa wykonane metodami: elektrodami otulonymi z zastosowaniem otuliny o charakterze zasadowym oraz rutyłowymi, metodę MAG, metodę TIG, elektrodami otulonymi z zastosowaniem otuliny wyprodukowanej w warunkach laboratoryjnych. Badany obszar metod spawalniczych reprezentowany był przez metody średnio oraz nisko- tlenowe zgodnie z istniejącym tzw. kryterium tlenowym. W badaniach wstępnych przeanalizowano wielkości i skład chemiczny ujawnionych wtrąceń niemetalicznych. Podsumowaniem tej części badań było wyprowadzenie wzoru wiążącego zawartość tlenu w stopiwie oraz wielkość wtrąceń niemetalicznych występujących w stopiwie. Przeanalizowano struktury metalograficzne stopiw pod względem zawartości odmian polimorficznych ferrytu (*GBF, SPF oraz AF*) tworzącego strukturę metalograficzną. Wyprowadzono wzór wiążący zawartość tlenu w stopiwie oraz procentowy udział drobnoziarnistego ferrytu AF.

Badania zasadnicze prowadzone były w celu określenia przydatności stopiw wykonanych metodami niskotlenowymi (*o dużej zawartości ferrytu AF w stopiwie*) do napraw oraz przebudów ram pojazdów ciężarowych. Złącza spawane znajdujące się w ramie nośnej pojazdu ciężarowego narażone są na występowanie naprężeń o różnym charakterze oraz wielkościach. Terenowe warunki pracy pojazdów obsługujących np. budowy generują powstawianie naprężeń dynamicznych o charakterze udarów. Spawane podłużnice ramy naczepy samochodowej narażone są na występowanie znacznych naprężeń pochodzących od rozciągania. Niemalże w każdych warunkach ruchowych na ramę pojazdu ciężarowego działają stosunkowo niewielkie siły- jednak powtarzające się w czasie. Siły oraz wynikające z nich naprężenia mogą powodować powstawanie pęknięć zmęczeniowych. Z literatury wynikało, iż duże udziały drobnoziarnistego ferrytu AF wchodzącego w skład struktury metalograficznej stopi-

wa powodują, iż stopiwo takie charakteryzuje się dobrymi właściwościami plastycznymi (*udarnością*) - zostało to również potwierdzone w przeprowadzonych badaniach. Badania energii łamania stopiw prowadzono w dwóch temperaturach $+20^{\circ}\text{C}$ oraz -40°C również dla stopiw wykonanych z użyciem materiałów dodatkowych wykonanych metodami laboratoryjnymi. Kolejnym badaniem o charakterze eksploatacyjnym było badanie udarności stopiw wstępnie odkształconych oraz wyprostowanych. Taki sposób przygotowania próbek miał symulować złącze spawane znajdujące się w odkształconej plastycznie ramie pojazdu ciężarowego po naprawie polegającej na statycznym prostowaniu. Próbki stopiw odkształcano obciążeniem statycznym oraz dynamicznym- miało to symulować różne sposoby odkształcenia ramy pojazdu ciężarowego. Badania udarności zarówno stopiw nieodkształconych jak i odkształconych wstępnie wykazały, iż wyższymi energiami łamania charakteryzowały się stopiwa wykonane metodami niskotlenowymi.

Przeanalizowano własności wytrzymałościowe stopiw wykonanych badanymi metodami o różnej zawartości tlenu. Jak wynikało z uzyskanych wyników poza najlepszą udarnością również i najlepszą wytrzymałością na rozciąganie charakteryzowało się stopiwo o największej zawartości drobnoziarnistego ferrytu AF- stopiwo wykonane otulonymi elektrodami zasadowymi.

Kolejnym etapem badań zasadniczych były badania wytrzymałości zmęczeniowej stopiw o różnej zawartości tlenu. Przeprowadzone badania uwidoczniły również i tym przypadku przewagę właściwości stopiw wykonanych metodami niskotlenowymi nad właściwościami stopiw metod średniotlenowych.

Dodatkowo, aby możliwa była ocena uzyskanych wyników przeprowadzonych badań w odniesieniu do rzeczywistych warunków eksploatacyjnych przeprowadzono pomiar rzeczywistych naprężeń występujących w spawanej ramie pojazdu ciężarowego w pewnych, typowych warunkach eksploatacji.

Badania te rozpoczęto od przeprowadzenia numerycznej analizy modelu ramy naczepy samowładowczej z użyciem programu wykorzystującego metodę MES. Aby zweryfikować uzyskana wartość naprężeń we wskazanym przez program wykorzystujący metodę MES miejscu, w tym właśnie miejscu naklejone zostały tensometry oraz przeprowadzony został pomiar naprężeń w rzeczywistych warunkach. Uzyskane podczas tych badań wyniki odniesiono do wyników badań wytrzymałości doraźnej.