

Promotor: Prof. dr hab. inż. Janusz Adamiec

Promotor pomocniczy: Dr inż. Katarzyna Łyczkowska

Opiekun pomocniczy: Dr inż. Adam Pietras

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Damian Miara

Wpływ wybranych warunków zgrzewania tarcowego FSW na strukturę i właściwości złączy ze stopu aluminium EN AW-6082

Współczesny przemysł kolejowy i lotniczy koncentruje swoją uwagę na materiałach i technologiach łączenia, które zapewniają powstawanie konstrukcji o jak najmniejszej masie. Oprócz minimalizacji masy konstrukcje powinny się charakteryzować wysoką wytrzymałością i sztywnością oraz odpornością na korozję. Do materiałów stosowanych na tego typu konstrukcje, spełniających powyższe kryteria można zaliczyć m.in. stopy aluminium przerabiane plastycznie. Jedną najbardziej innowacyjnych technologii umożliwiających łączenie stopów aluminium przerabianych plastycznie w tym stopu EN AW-6082 jest technologia zgrzewania tarcowego z mieszaniami materiału zgrzeiny – FSW. W metodzie tej do podgrzania łączonych materiałów, ich uplastycznienia i do utworzenia zgrzeiny wykorzystuje się ruch obrotowy oraz ruch posuwisty narzędzia. Wykorzystanie metody FSW do zgrzewania np. stopu aluminium EN AW-6082 pozwala uniknąć typowych niezgodności spawalniczych i zgrzewalniczych, a dla niektórych rodzajów konstrukcji staje się jedyną metodą ich wykonywania z uwagi np. na możliwość zgrzewania skomplikowanych kształtów konstrukcji oraz brak odkształceń zgrzewanych elementów.

Zjawiska strukturalne występujące w złączy FSW wykonanym ze stopu aluminium EN AW-6082, związane z mieszaniami materiału w stanie stałym, nie są w pełni zbadane. Dodatkowo, informacje technologiczne w obszarze wykonywania złączy ze stopów aluminium EN AW-6082 stanowią strzeżone „know-how” wytwórców elementów konstrukcji. Stało się to podstawą do sformułowania tezy pracy, której celem było określenie wpływu wybranych warunków zgrzewania tarcowego FSW na strukturę i właściwości złączy ze stopu aluminium.

Niniejsza dysertacja składa się ze wstępu, jedenastu rozdziałów oraz zakończenia.

We wstępie, będącym rozdziałem pierwszym pracy, określono problem badawczy, cel oraz wskazano metody analizy naukowej. W rozdziale drugim dokonano przeglądu literatury z zakresu możliwości łączenia stopów aluminium różnymi metodami spajania. W trzecim scharakteryzowano stopy aluminium w tym stop aluminium EN AW-6082. W rozdziale czwartym dokonano oceny możliwości łączenia tego materiału za pomocą różnych technologii spajania. W rozdziale piątym dokonano podsumowania części teoretycznej pracy. W rozdziale szóstym wskazano tezę, cele pracy w tym cel metodyczny, cele poznawcze i cel użyteczny oraz zakres badań. W ramach rozdziału siódmego określono skład chemiczny i opisano podstawowe właściwości stopu aluminium EN AW-6082. W rozdziale ósmym określono metodykę badań struktury złączy w tym dobór miejsca pobierania próbek do badań strukturalnych. W rozdziale dziewiątym dokonano analizy pola temperatury i odkształceń w złączach FSW, a powstały model MES zwalidowano w oparciu o wyniki pomiarów temperatury oraz odkształceń na rzeczywistych złączach FSW. W rozdziale dziesiątym opisano próby technologiczne zgrzewania FSW tym wskazano parametry zgrzewania FSW, narzędzie do zgrzewania, dokonano oceny pola temperatury obszaru zgrzewania, a także przedstawiono wyniki badań struktury złącza w tym wyniki badań metalograficznych za pomocą mikroskopii świetlnej, skaningowej. Dokonano także rekonstrukcji 3D złącza za pomocą techniki FIB-SEM. W rozdziale jedenastym określono właściwości złączy FSW m.in. w statycznej próbie rozciągania, próbie zginania oraz podczas prowadzenia badań oceny odporności złączy FSW na różne rodzaje korozji.

W zakończeniu dokonano podsumowania analizowanych treści, przedstawiono wymagania technologiczne zgrzewania FSW oraz wytyczne technologiczne zgrzewania w warunkach produkcyjnych. Przeprowadzono także analizę ekonomiczną zasadności stosowania technologii FSW, a także opracowano karty potencjalnie występujących niezgodności w procesie zgrzewania FSW.

W wyniku realizacji pracy stwierdzono wpływ głównych parametrów procesu zgrzewania FSW na strukturę i właściwości złączy ze stopu aluminium EN AW-6082. Oceniono ponadto, że przedstawione rozwiązanie może być z powodzeniem stosowane w warunkach przemysłu motoryzacyjnego, kolejowego oraz innych.

Pracę zakończono sformułowaniem wniosków.

Słowa kluczowe: zgrzewanie tarciove z mieszaniem materiału zgrzeiny, FSW, aluminium, stop aluminium przerabiany plastycznie, stop EW AW-6082.