

Recenzja spełnia wymagania formalne

Przewodniczący Rady Dyscypliny
Inżynierii Lądowej i Transportu

Warszawa, dn. 24.11.2021 r. dr hab. inż. Marcin Stańka, prof. PŚ

Prof. dr hab. inż. Ilona Jacyna-Golda
Politechnika Warszawska
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Jurka
pt.: „Zwiększenie zasięgu operacyjnego podestu ruchomego pojazdów
samochodowych przy zachowaniu masy własnej pojazdu”**

Recenzja rozprawy wykonana na zlecenie Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Lądowej i Transportu dr hab. inż. Marcina Stańka, prof. PŚ – pismo z dnia 05.11.2021 r., l.dz. RDILT/27/2021/2022, do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.

1. Uwagi ogólne

Recenzowana praca będąca przedmiotem rozprawy dotyczy problematyki opracowania metody wytwarzania konstrukcji spawanej ze stali AHSS, charakteryzującej się odpowiednimi wysokimi własnościami wytrzymałościowymi połączeń. Przedstawiona do recenzji praca obejmuje:

- 164 strony wydruku komputerowego formatu A4, w tym 133 stron tekstu zasadniczego,
- 61 rysunków, w tekście zasadniczym, ponumerowanych oraz podpisanych,
- 22 tabele w tekście zasadniczym, które są ponumerowane i opisane,
- bibliografię liczącą 113 pozycji krajowych i zagranicznych w tym: 24 współautorskie pozycje Autora rozprawy.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest Pan prof. dr hab. inż. Tomasz Węgrzyn, a promotorem pomocniczym dr inż. Łukasz Wszolek.

Tematyka Rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Jurka koncentruje się na zagadnieniach wytwarzania konstrukcji spawanej ze stali AHSS charakteryzującej się wysokimi własnościami wytrzymałościowymi połączeń. Doktorant postanowił w tym celu przeprowadzić szereg badań zasadniczych, a mianowicie:

- dokonać modyfikacji procesu spawania MAG z chłodzeniem mikro-jetowym poprzez dodatkowe zastosowanie podkładki miedzianej, formującej grań spoiny i umożliwiającej odprowadzenie ciepła od strony grani;
- dobrać parametry zmodyfikowanego procesu;
- wykonać konstrukcję spawaną ze stali AHSS podestu ruchomego, charakteryzującą się podwyższonym o 20 % zasięgiem pracy;

Biurowo Dziekana

wpłynęło dnia 20.12.2021
nr RDILT/45/2021 zat. —

- przeprowadzić badania strukturalne i wytrzymałościowe połączeń konstrukcji spawanej.

Uważam, że podjęty przez mgr inż. Adama Jurka problem badawczy w rozprawie jest jak najbardziej uzasadniony, a samo sformułowanie tematu rozprawy za właściwe.

2. Analiza zakresu, celu i treści rozprawy

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Jurka uważam, że postawiony przez Autora rozprawy problem badawczy ma charakter dysertabilny i w pełni nawiązuje do współczesnych osiągnięć oraz potrzeb nauki i praktyki gospodarczej w obszarze wytwarzania konstrukcji spawanej ze stali AHSS, charakteryzującej się wysokimi własnościami wytrzymałościowymi połączeń.

Ogółem rozprawa zawiera 10 rozdziałów, przy czym zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w rozdziałach 2÷9. Wprowadzenie do rozprawy, zanumerowane jako rozdział 1, zawiera przesłanki podjęcia tematyki badań i opis zagadnienia, natomiast ostatni rozdział, zanumerowany jako 10, jest podsumowaniem dysertacji, które zawiera ogólne wnioski z przeprowadzonych w pracy badań. Uważam, że ogólna struktura rozprawy jest raczej poprawna i zgodna z koncepcją problemu badawczego. Można mieć zastrzeżenia co do numeracji rozdziałów. Wstęp i Podsumowanie, na ogół, w tego typu pracach nie są numerowane. Ponadto zakres i cel pracy powinien być zarysowany na początku pracy, a nie jak w przypadku ocenianej dysertacji, w rozdziale 4.

Wprowadzenie do rozprawy (rozdział 1 obejmujący 3 str.) zawiera analizę potrzeby stosowania wysokowytrzymałej stali z grupy AHSS do budowy środków transportu. Zwrócono uwagę na różnicę pomiędzy własnościami mechanicznymi materiału rodzimego i złącza spawanego z tej grupy materiałowej. Rozdział ten stanowi wstęp do problemu badawczego rozprawy. Przedstawiono również 2 cele pracy.

W *rozdziale* 2 (32 str.) zatytułowanym „*Stan zagadnienia*” mgr inż. Adam Jurek przedstawił charakterystykę podestów ruchomych oraz materiały proponowane do ich budowy. Dokładnie opisano właściwości wysokowytrzymałej stali Docol 1200 M z grupy stali AHSS i jej spawalność. Przedstawiono procesy spawalnicze i problemy podczas spajania stali Docol 1200 M. Opisano innowacyjny proces spawania z wykorzystaniem chłodzenia mikro-jetowego, który postanowiono w pionierski sposób sprawdzić do spajania stali Docol 1200 M. Uzasadniono cel takiego zadania.

Rozdział 3 (2 str.) to „Podsumowanie przeglądu literatury”. Autor przedstawił tendencje materiałowe i konstrukcyjne w budowie podestów ruchomych. Uzasadnił potrzebę odchudzania konstrukcji środków transportu. Wskazał na rolę, jaką mogą w tym celu odgrywać wysokowytrzymałe stale z grupy AHSS. Równocześnie podsumował stan wiedzy na temat spawalności stali AHSS. Zasadniczo zawartość tego rozdziału można było ująć w ostatnim podrozdziale rozdziału 3.

W **rozdziale 4** (1 str.) sformułowano cel, założenia i zakres pracy. Główny celem pracy było „(...) opracowanie nowego sposobu spawania elementów podestu ruchomego pojazdów samochodowych, spełniających następujące założenia:

- autorska metoda pozwoli na otrzymanie konstrukcji spawanej o zwiększonym zasięgu operacyjnym podestu ruchomego przy jednoczesnym zachowaniu niezmienniej masy pojazdu i sztywności konstrukcji,
- metoda da możliwość wykonania prawidłowych złączy ze stali AHSS o wysokich właściwościach mechanicznych.”

Oprócz celu głównego zdefiniowano cel użyteczny, który został sformułowany jako „(...) opracowanie nowej metody spawania trudno spawalnych stali AHSS, która pozwoli na zwiększenie zasięgu operacyjnego podestu ruchomego przy zachowaniu masy i sztywności konstrukcji oraz zapewnieniu spełnienia wymagań bezpieczeństwa”.

W **rozdziale 5** (16 str.) zatytułowanym „Badania rozpoznawcze” Autor ustalił parametry technologiczne spawania MAG z wykorzystaniem chłodzenia mikro-jetowego cienkościennej konstrukcji ze stali Docol 1200 M. Dobrano drut elektrodowy, rodzaj mieszanki osłonowej, ustalono natężenie prądu spawania i napięcie łuku. Dobrano również rodzaj podkładki formującej, mającej wpływ na odprowadzenie ciepła z części.

W **rozdziale 6** (2 str.) zatytułowanym „Teza”, mgr inż. Adam Jurek przedstawił tezę rozprawy, która zakłada, że „modyfikacja procesu spawania wysokowytrzymałej stali z grupy AHSS w konstrukcji podestów ruchomych przejezdnych montowanych na pojazdach samochodowych, poprzez zastosowanie chłodzenia mikro-jetowego i podkładki miedzianej, pozwoli na uzyskanie lepszych właściwości mechanicznych złącza, a przez to umożliwi znaczne wydłużenie zasięgu operacyjnego podestu, bez podwyższania masy całkowitej konstrukcji i przy zachowaniu spełniania wymagań bezpieczeństwa”.

Moim zdaniem rozdziały od 7+9 stanowią najbardziej wartościową część pracy biorąc pod uwagę pierwiastek naukowy rozprawy.

W **rozdziale** 7 (30 str.) zatytułowanym „*Badania zasadnicze*” mgr inż. Adam Jurek opisał liczne badania prowadzące do udowodnienia tezy, które objęły:

- wykonanie konstrukcji spawanej podestu ruchomego o podwyższonym zasięgu pracy ze stali AHSS – zwiększenie o 30% zasięgu,
- dobór parametrów spawania MAG i chłodzenia mikro-jetowego z zastosowaniem podkładki miedzianej, formującej grań spoiny i odprowadzających ciepło,
- przeprowadzenie analizy własności mechanicznych podestu ruchomego o podwyższonym zasięgu pracy
- wykonanie elementu rzeczywistego podestu,
- sprawdzenie spełnienia wymagań wg normy EN ISO 15613 „Uznania Technologii Spawania”,
- opatentowanie autorskiego rozwiązania (nr P.429818).

W **Rozdziale** 8 (24 str.) zatytułowanym „*Obliczenia matematyczne własności mechanicznych złączy przy zastosowaniu chłodzenia mikro-jetowego*” wyprowadzono relacje pozwalające szacować wartość doraźnej wytrzymałości na rozciąganie, granicy plastyczności i wydłużenia względnego w funkcji parametrów chłodzenia mikro-jetowego podczas spawania MAG.

W **Rozdziale** 9 (9 str.) zatytułowanym „*Aplikacja wyników badań do procesu produkcyjnego*” Autor rozprawy opisał sposób wykonania wydłużonego ramiona podestu ruchomego, który uzyskał uznanie technologii spawania WPQR. Proces został zgłoszony w biurze patentowym. Przedstawiono wyniki stateczności konstrukcji, które zamieszczono w załączniku.

W podsumowaniu (**rozdział** 10, 21 str.) dysertacji Doktorant dokonał podsumowania całości pracy.

3. Ocena rozprawy

Dużą zaletą rozprawy jest jej użytkowy charakter, co jest bardzo ważne przy tego typu opracowaniach. Zaproponowana metoda i aplikacja wyników badań do procesu produkcyjnego potwierdzają możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego podejścia. Pan mgr inż. Adam Jurek dokładnie i wnikliwie opisał przeprowadzone przez siebie badania oraz dokonał szerokiej prezentacji ich wyników.

Podjęty w rozprawie problem jest ważny zarówno z naukowego, jak i inżynierskiego punktu widzenia.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy uważam, iż mgr inż. Adam Jurek porusza się swobodnie w badanej tematyce, wykazuje umiejętność samodzielnego zdefiniowania problemu naukowego i prowadzenia badań, interpretacji i uzasadnienia wyników. Zaprezentowane w części empirycznej rozprawy rozważania potwierdziły wysoką dojrzałość naukową Doktoranta.

Za najważniejsze osiągnięcia Autora rozprawy uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie budowy środków transportu i właściwości materiałów, z których są wykonane, właściwości mechanicznych stali o wysokiej wytrzymałości oraz spawalności;
2. Przeprowadzenie badań rozpoznawczych, w ramach których:
 - wykonano doświadczalnego złącza na blachach ze stali DOCOL 1200M;
 - dobrano parametry chłodzenia mikro-jetowego (dobór gazu chłodzącego, natężenie przepływu gazu, średnica mikrostrugi);
 - dokonano oceny wykonanych połączeń do budowy podestów ruchomych przejezdnych montowanych na pojazdach samochodowych (badania wizualne, badania magnetyczno-proszkowe);
 - przeprowadzono analizę badań doraźnej wytrzymałości na rozciąganie złącza występującego w podestach ruchomych.
3. Przeprowadzenie badań zasadniczych, w ramach których:
 - wykonano połączenia spawanego podestu ruchomego o podwyższonym zasięgu pracy ze stali AHSS – zwiększenie o 20 % zasięgu;
 - dobrano parametry spawania MAG i chłodzenia mikro-jetowego z zastosowaniem podkładki miedzianej, formującej grań spoiny elementów podestu i odprowadzających ciepło;
 - przeprowadzono analizę własności mechanicznych złącza elementów podestu ruchomego o podwyższonym zasięgu pracy;
 - wykonano element rzeczywistego ramiona (słupowysięgnika) podestu.
4. Opatentowanie rozwiązania (nr P.429818).

Wszystkie wymienione elementy rozprawy stanowią o dużej jej wartości merytorycznej.

Pod względem edytorskim uważam, że:

- kolejność rozdziałów i podrozdziałów tworzy w miarę logiczny układ (mam pewne uwagi dyskusyjne, przedstawione powyżej),

- styl jest poprawny, stosowana terminologia nie budzi poważnych zastrzeżeń (mam pewne uwagi dyskusyjne, przedstawione poniżej),
- praca napisana jest na starannym poziomie edytorskim,
- praca nawiązuje do aktualnych pozycji literatury światowej (pozycje, które pochodzą sprzed ostatniej dekady – to głównie klasyka, przywoływana ze względów dydaktycznych).

Zastrzeżenie może budzić stosowanie przez Autora rozprawy tzw. tekstów wiszących stanowiących wprowadzenie do danego rozdziału. Na ogół, w tego typu pracach, część wprowadzająca do rozdziału też jest numerowana, np. Uwagi ogólne, Założenia ogólne itp.

Pewnym mankamentem układu rozprawy jest również jej niefortunny podział na 10 rozdziałów. Spowodowało to rozdrobnienie treści na rozdziały o objętości od 1 do 30 stron (np. rozdz. 4 - 1 str., rozdz. 7 - 30 str.).

Podsumowując ocenę dysertacji Pana mgr inż. Adama Jurka stwierdzam, że konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są dobre i właściwe dla tego rodzaju prac. Metodyka badań oraz otrzymane wnioski z badań teoretycznych i eksperymentalnych stanowią w znacznej części oryginalny wkład Autora. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa i Transport*.

4. Uwagi szczegółowe

Pomimo wszystkich zalet i bardzo dobrej oceny rozprawy pod względem zawartości merytorycznej, dysertacja ma pewne niedostatki. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej pracy, a utrudniają jedynie zrozumienie jej fragmentów. Niektóre z nich przytaczam poniżej:

- 1) drobne błędy „literówki” – np. zgodnego **z** strategią (str. 144), DOCOL M produkowana jest w zakresy (str. 36), Głównym **cele** pracy było str. 128
- 2) Teksty wiszące w niektórych rozdziałach – nie jest jasne czy stanowią one wstęp do danego rozdziału bądź podrozdziału;
- 3) Rysunki oraz tabele powinny być numerowane odpowiednio do rozdziału, w którym są zamieszczone, ułatwiłoby to ich odnalezienie;

- 4) Błędy edytorskie – pojedyncze litery na końcu wierszy (np. na str. 22, 25, 28, 34, 45, 89), puste miejsca (np. na str. 26, 87), brak interpunkcji (np. na str. 5, 78);
- 5) Brak odniesienia do kierunku dalszych badań w podsumowaniu;
- 6) Brak spisu ważniejszych oznaczeń.

Analiza tekstu rozprawy rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. Na podstawie przeprowadzonych badań i sformułowanych na ich podstawie wniosków proszę o odpowiedź, w którym kierunku powinna rozwijać się stworzona metodyka badawcza?
2. W swojej pracy definiuje Pan kilka celów pracy. Jeden dotyczy procesu spawalniczego łączenia stali, drugi zaprojektowania nowej konstrukcji spawanej, trzeci sposobu spawania elementów podestu ruchomego pojazdów samochodowych i czwarty poniekąd wywodzący się z trzeciego – metody spawania trudno spawalnych stali.
3. Jak już wcześniej wspomniałam, w rozprawie brakuje precyzyjnego określenia dalszych kierunków badań w analizowanej tematyce. Powstaje pytanie - jakie kierunki dalszych badań, zdaniem Pana, powinny być prowadzone w omawianym zagadnieniu?

5. Wniosek końcowy oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa, mimo przedstawionych uwag krytycznych, które nie podważają zasadniczego dorobku Doktoranta, została wykonana na bardzo dobrym poziomie merytorycznym. Wyznaczony przez mgra inż. Adama Jurka cel rozprawy został osiągnięty, a teza udowodniona.

Dokonując oceny całości rozprawy, wyrażam opinię, iż stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem, umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz wskazując na odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej jej Autora i umiejętności praktyczne w dyscyplinie naukowej Inżynieria Lądowa i Transport, w której mieszczą się zagadnienia objęte rozprawą.

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa mgra inż. Adama Jurka pt. „Zwiększenie zasięgu operacyjnego podestu ruchomego pojazdów samochodowych przy zachowaniu masy własnej pojazdu”, spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami) oraz mieści się w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

Stawiam więc wniosek o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji – jako rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Jurka na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa i Transport* i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

77
/Iłona Jacyna-Golda/