



Politechnika Wroclawska

Katedra Obróbki Plastycznej, Spawalnictwa i Metrologii

dr hab. inż. Leszek Łatka, prof. uczelni

Wrocław, dn. 19.03.2026 r.

Katedra Obróbki Plastycznej, Spawalnictwa i Metrologii

Wydział Mechaniczny

Politechnika Wroclawska

ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27

50-370 Wrocław

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Andrzeja Deca pt.

„Modelowanie mikrostruktury złączy spawanych ze stali

AISI 304L i AISI 316L w aspekcie poprawy odporności

korozyjnej zbiorników procesowych”

promotor: prof. dr hab. inż. Antoni Władysław Orłowicz

Podstawa opracowania recenzji:

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma o sygnaturze RM-530-07-02/25/2026 z dnia 22.01.2026 r., które zostało podpisane przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej, Prof. dra hab. inż. Andrzeja Burghardta, jak również Uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej z dnia 21.01.2026 r. w sprawie powołania recenzentów w postępowaniu mgra inż. Andrzej Deca.



1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Andrzeja Deca pt. „*Modelowanie mikrostruktury złączy spawanych ze stali AISI 304L i AISI 316L w aspekcie poprawy odporności korozyjnej zbiorników procesowych*” została zredagowana jako monografia licząca 84 strony. Zawiera ona spis treści, siedem merytorycznych rozdziałów, spis literatury oraz streszczenie w języku polskim i angielskim.

Przedłożona do recenzji dysertacja ma typową strukturę dla pracy naukowej. Autor rozpoczyna rozprawę od syntetycznego opisu zagadnień związanych zarówno z przetwarzaniem produktów żywnościowych, zbiornikami procesowymi i wymiennikami ciepła. Sygnalizuje najważniejsze aspekty, wokół których rozwija narrację w następnych rozdziałach.

Rozdział drugi poświęcony jest zagadnieniom związanym z wytwarzaniem i eksploatacją zbiorników procesowych stosowanych w przemyśle spożywczym. Autor przedstawia wymagania stawiane materiałom przeznaczonym do ich budowy, ze szczególnym uwzględnieniem przepisów higienicznych oraz odporności na warunki pracy. Omówiono także materiały wykorzystywane do budowy zbiorników i urządzeń w tej gałęzi przemysłu, a także mechanizmy korozji mogące wpływać na trwałość instalacji i bezpieczeństwo produkcji żywności. W rozdziale uwzględniono również podstawowe zasady utrzymania i czyszczenia instalacji technologicznych oraz metody zapobiegania i ochrony przed korozją zbiorników.

W rozdziale trzecim Doktorant omawia zagadnienia metalurgiczne wpływające na kształtowanie się struktury złączy spawanych ze stali nierdzewnych austenitycznych, uwzględniając opis różnych morfologii wydzielen, typów krystalizacji oraz sposobów kształtowania mikrostruktury. Jest to w mojej ocenie najbardziej istotny fragment tej części rozprawy. Autor poddaje krytycznej analizie aktualny stan wiedzy oraz celnie wskazuje obszary, które wymagają dodatkowego wyjaśnienia. Należy podkreślić wielowymiarowe podejście Doktoranta do analizowanych zagadnień. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż w trakcie omawiania problemów naukowych Autor konsekwentnie uwzględnia uwarunkowania pro-



dukcyjne oraz możliwości implementacji proponowanych rozwiązań w warunkach przemysłowych.

Z kolei w rozdziale czwartym, na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury oraz opisu aktualnego stanu zagadnienia, Doktorant formuje dwie tezy rozprawy, które brzmią następująco:

- *zastosowanie do wytwarzania wymienników ciepła zbiorników procesowych, zautomatyzowanego stanowiska do profilowania węzownicy oraz zautomatyzowanego stanowiska spawania metodą TIG do jej łączenia z płaszczem zbiornika, pozwoli na znaczną poprawę jakości złączy spawanych oraz powtarzalności ich mikrostruktury z uwagi na zawartość ferrytu;*
- *zastosowanie nowoopracowanej obróbki pospawalniczej złączy spawanych zbiorników procesowych pozwoli na modelowanie mikrostruktury w aspekcie podwyższenia wytrzymałości na rozciąganie oraz odporności korozyjnej;*

Należy podkreślić, że zarówno tezy, jak i cele pracy zostały przedstawione w sposób klarowny i nie budzący wątpliwości. W celu weryfikacji powyższych tez Autor przeprowadził szeroko zakrojone prace projektowe oraz badawcze, które wraz z ich rezultatami zostały omówione w rozdziałach piątym i szóstym.

Bibliografia dysertacji mgr inż. Andrzeja Deca obejmuje 105 pozycji i wyróżnia się następującymi cechami:

- większość cytowanych artykułów pochodzi z czasopism, w których zagadnienia metalurgiczne, spawalnicze oraz procesowe są w głównym nurcie tematycznym oraz mają uznaną pozycję w międzynarodowym środowisku naukowym;
- Doktorant odpowiednio wyważył proporcje pomiędzy pracami fundamentalnymi (klasycznymi dla opisywanych zagadnień) a aktualną literaturą (artykuły młodsze niż 10 lat, których jest 28);

W tym miejscu należy zauważyć, że w bibliografii nie ma ani jednej pozycji współautorstwa Doktoranta. Co prawda w streszczeniu Autor wspomniał o dwóch artykułach przesłanych do czasopisma „Przegląd Spawalnictwa”, jednak do czasu opracowania niniejszej recenzji oba teksty jeszcze nie zostały opublikowane.



2. Tematyka rozprawy i problem badawczy

Podjęta w niniejszej rozprawie tematyka jest ściśle związana z możliwością zastosowania austenitycznych stali nierdzewnych (szczególnie typu 304L i 316L) na konstrukcje zbiorników procesowych stosowanych w przemyśle spożywczym. Niemniej istotnym aspektem, zwłaszcza w kontekście implementacji niniejszego doktoratu w przemyśle, jest zastosowanie zrobotyzowanych stanowisk zarówno do profilowania wężownicy, jak również do łączenia jej z płaszczem zbiornika. Ostatnim filarem jest opracowanie zmodyfikowanej obróbki cieplnej uzyskanych złączy spawanych w celu uzyskania poprawy własności mechanicznych oraz odporności korozyjnej.

Rozprawa wpisuje się w aktualne trendy rozwojowe związane z badaniami wpływu zrobotyzowanych procesów spawania na jakość i powtarzalność połączeń wykonanych z nierdzewnych stali austenitycznych. Istotne znaczenie mają zależności pomiędzy parametrami technologicznymi procesu, rodzajem materiału dodatkowego oraz warunkami chłodzenia, a kształtowaniem mikrostruktury i własnościami użytkowymi złączy. Szczególnej uwagi wymaga rola ferrytu δ , który z jednej strony ogranicza skłonność do pęknięć na gorąco, z drugiej zaś może negatywnie wpływać na własności mechaniczne oraz odporność korozyjną złączy. Na podstawie cytowanej literatury Autor szeroko omówił wpływ składu chemicznego i obróbki cieplnej na stabilność mikrostruktury oraz podatność stali austenitycznych na korozję, w tym wżerową i naprężeniową, szczególnie w środowiskach zawierających jony chlorkowe. Jednocześnie Doktorant zaobserwował niedostatek badań dotyczących możliwości poprawy odporności korozyjnej poprzez kontrolowane kształtowanie mikrostruktury w procesach obróbki cieplnej po procesie spawania, co uzasadnia podjęcie przedmiotowej tematyki badawczej.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe rozważania należy jednoznacznie uznać, że z punktu widzenia walorów naukowych oraz użytkowych tematyka przedłożonej do recenzji dysertacji jest ważna oraz aktualna. Spełnia ona *expressis verbis* wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.



3. Analiza i ocena merytoryczna rozprawy

Na podstawie merytorycznej analizy zakresu oraz treści przedłożonej rozprawy uważam, że dysertacja Pana mgr inż. Andrzeja Deca jest interesująca oraz wartościowa pod względem naukowym, jak i przede wszystkim utylitarnym. Doktorant prawidłowo zrealizował założone zadania badawcze, zaplanował i przeprowadził szeroko zakrojone eksperymenty.

Należy podkreślić, że prace były prowadzone wieloaspektowo. Początkowo Autor zaprojektował nowe stanowisko do zrobotyzowanego wytwarzania zbiorników procesowych wraz z wymiennikiem ciepła. Było ono ukierunkowane na skrócenie czasu wytwarzania przy jednoczesnym podniesieniu jakości złączy, jak również uzyskania oczekiwanej mikrostruktury (minimalizacja ferrytu δ), co było związane z różną ilością wprowadzonego ciepła. Natomiast druga część badań była ukierunkowana na opracowanie obróbki cieplnej po spawaniu oraz określenia jej wpływu na własności mechaniczne (wytrzymałość na rozciąganie, udarność), jak również odporność korozyjną. Szczególną uwagę Autora zwrócił wpływ wydzielenia ferrytu δ na inicjację korozji wżerowej. Autor w przystępny sposób wyjaśnił uzyskane wyniki, umiejętnie wprowadzając korelacje pomiędzy nimi a zmiennymi procesowymi. Zwieńczeniem pracy było poprawne sformułowanie logicznych wniosków wysnutych na podstawie wykonanych badań oraz przeprowadzonych analiz ich wyników.

Za najważniejsze osiągnięcie Doktoranta uważam kompleksowe podejście do zagadnienia spawania zbiornika procesowego z wężownicą, uwzględniające zarówno aspekt badawczy, jak i uwarunkowania przemysłowe. Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie i wykonanie zrobotyzowanego stanowiska do profilowania wężownicy, a także zrobotyzowanego stanowiska do spawania metodą TIG. Istotnym elementem pracy jest również opracowanie zmodyfikowanej obróbki cieplnej wykonanych złączy, ukierunkowanej na poprawę ich wytrzymałości oraz odporności korozyjnej. Ponadto, należy podkreślić, że w ramach niniejszej rozprawy wykonano prototypowy zbiornik procesowy z wymiennikiem ciepła wg projektu i opracowań Doktoranta.



4. Uwagi krytyczne oraz sugestie

Recenzowana rozprawa została przygotowana starannie oraz poprawnie pod względem merytorycznym jak i językowym. Niemniej jednak kilka kwestii poruszonych w dysertacji budzi pewne zastrzeżenia (co jednak nie obniża pozytywnej całościowej oceny rozprawy). Uwagi (czasem pytania) sformułowano poniżej w trzech grupach o charakterze merytorycznym, ogólnym i semantycznym.

Uwagi natury merytorycznej:

1. Str. 7: proszę o wyjaśnienie stwierdzenia, że „*ferryt delta podwyższa niskotemperaturową odporność na pękanie*”.
2. Str. 8: proszę wyjaśnić na jakiej podstawie przyjęto, że poziom zawartości tlenu szczątkowego do 300 ppm jest wartością bezpieczną.
3. W wielu miejscach Autor stosuje pojęcie „**klasa** jakości B” zamiast „**poziom** jakości B”.
4. Rys. 16: dlaczego Autor wykonał zdjęcia w kontraście SE a nie BSE?
5. Dlaczego do analiz numerycznych połączeń spawanych nie zastosowano dedykowanego w tym celu oprogramowania?
6. Brak widoków uzyskanych złączy spawanych (zarówno połączeń węzownica-zbiornik, jak i testowych blach).
7. Str. 67: proszę o wyjaśnienie, co Autor rozumie przez stwierdzenie „*zerwanie poza spoiną*”?
8. Badania udarności złącza – proszę o uzupełnienie informacji o temperaturze przeprowadzenia próby oraz wartości udarności spoiny i SWC.

Uwagi natury ogólnej:

1. W kilku miejscach rozprawy zauważono brak rozróżnienia rysunków na „a” oraz „b” (np. rys. 1; rys. 11).
2. Brak odniesienia do literatury w niektórych rysunkach/schematach (np. rys. 4, rys. 5).
3. Brakuje jednoznacznego wskazania, czy niektóre zdjęcia są wykonane przez Autora (np. rys. 2).



4. Zaobserwowano kilkakrotnie powtórzenie w tekście rozprawy opisu stali 304L i 316L.
5. Str. 38: prawdopodobnie Autor miał na myśli fazę σ a nie fazę δ .
6. Str. 40: proszę o wyjaśnienie dlaczego w sformułowanej tezie Autor zawarł informację o poprawie wytrzymałości złącza, podczas gdy tytuł rozprawy zawierał tylko odporność korozyjną?
7. Jakie metody badań nieniszczących zastosowano do oceny wykonanych złączy? Proszę o podanie norm i warunków przeprowadzenia badań.
8. W spisie literatury nie ma pozycji [106] i [107], które są cytowane na str. 45.
9. Str. 47: proszę o wyjaśnienie na jakiej podstawie wybrano wariant obróbki cieplnej, określony przez Autora jako „najkorzystniejszy”?
10. Proszę o podanie norm i warunków przeprowadzenia badań niszczących złączy spawanych.
11. Rys. 19: jaką wartość szerokości wężownicy przyjęto w tych rozważaniach?
12. Jakie były parametry spawania blach testowych (złącza doczołowe)?
13. W tekście rozprawy występują miejsca z brakiem odwołania się do literatury. Szczególnie te braki są widoczne w części praktycznej pracy.

Uwagi natury semantycznej:

1. W niektórych fragmentach rozprawy zaobserwowano niejasne zdania, np.:
 - „W miejscu przebicia warstewki pasywnej, na skutek oddziaływania chloru zawartego w roztworach wodnych.” (str. 15).
 - „Zjawisko to intensyfikuje się w obecności.” (str. 21).
2. W trakcie lektury niniejszej rozprawy stwierdzono nieliczne błędy o charakterze edytorskim.
3. Zaobserwowano nieliczne zastosowania mało inżynierskiego języka, np. „opracowanie atrakcyjnego schematu obróbki” (str. 62).
4. Zaobserwowano również niewielką liczbę tzw. *wiszących spójników*. Zgodnie z regułami języka polskiego, w wierszach tekstu liczących powyżej 40 znaków nie należy pozostawiać na końcu wiersza jednoliterowych przyimków oraz spójników.



Wniosek końcowy

Należy zdecydowanie podkreślić, że zawarte w mojej recenzji uwagi oraz sugestie nie wpływają na holistyczną ocenę rozprawy doktorskiej, która jest jednoznacznie pozytywna.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska **mgra inż. Andrzeja Deca**, pt. „*Modelowanie mikrostruktury złączy spawanych ze stali AISI 304L i AISI 316L w aspekcie poprawy odporności korozyjnej zbiorników procesowych*” spełnia wymogi stawiane pracom na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych, w rozumieniu art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. nr 65, poz. 595 (z późniejszymi zmianami) oraz ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574 z późn. zm.). W związku z powyższym **wniosuję o dopuszczenie** rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Andrzeja Deca pod publiczną dyskusję oraz procedowanie kolejnych etapów w zakresie ubiegania się przez Doktoranta o stopień naukowy doktora nauk inżynieryjno-technicznych.