

dr hab. Marcin Nabiałek, prof. Politechniki Częstochowskiej
Politechnika Częstochowska
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów
Katedra Fizyki

Recenzja

**rozprawy doktorskiej
Pana Mgr. inż. Karola Sówki
pt. "Analiza trwałości eksploatacyjnej złączy spawanych
z żarowytrzymałej stali P92"
Promotor rozprawy:
Dr hab. inż. Marek Sroka, Profesor Politechniki Śląskiej".**

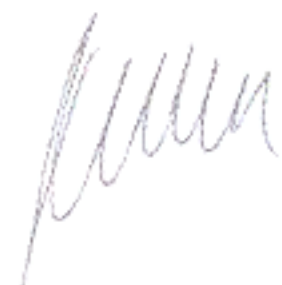
Recenzja została sporządzona na podstawie uchwały nr 126/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 22 października 2024 roku, podpisanej przez Przewodniczącą Rady, prof. dr. hab. inż. Adama Grajcara. Uchwała ta określiła skład recenzentów w postępowaniu o nadanie stopnia doktora nauk inżynierjno-technicznych mgr. inż. Karolowi Sówce.

Ogólna charakterystyka pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgra inż. Karola Sówki została wykonana w ramach Szkoły Doktorów Politechniki Śląskiej pod kierunkiem dra hab. inż. Marka Sroki, profesora Politechniki Śląskiej. Praca dotyczy trwałości eksploatacyjnej złączy spawanych ze stali P92 (wg normy EN 10216-2 stal X10CrWMoVNb9-2). Materiał ten jest kluczowy dla nowoczesnej energetyki, w szczególności stosowany jest na wysokotemperaturowe komponenty ciśnieniowe, głównie na rury bezszwowe oraz elementy wykonane z materiałów kutech, np. trójniki spawane. We wstępie pracy zwięźle, ale jasno wyjaśniono motywację do podjęcia tematu pracy. Tematyka jest aktualna i istotna, zwłaszcza w kontekście modernizacji infrastruktury energetycznej w Polsce oraz dążenia do zwiększenia efektywności energetycznej i redukcji emisji CO₂.

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 02.12.2024
RDJTA 120 6 / 511 20 24
nr zał.



Ocena formalna rozprawy

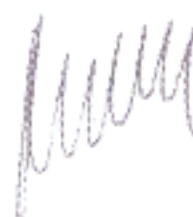
Recenzowana rozprawa doktorska napisana jest w języku polskim, liczy 124 strony, zawiera 86 rysunków i 21 tabel. W treści zawarte są podziękowania, spis rysunków, spis tabel, bibliografia oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

Praca ma układ klasyczny, z podziałem na przegląd piśmiennictwa oraz badania własne. Jest logicznie uporządkowana a jej struktura obejmuje: wstęp, przegląd piśmiennictwa oraz rozdział o badaniach własnych. Pierwsza część rozprawy nazwana „Przełgdem piśmiennictwa” liczy 31 stron a część nazwana „Badania własne” zajmuje 70 stron. W pracy wydzielono „Bibliografię” (str. 106-116), „Spis rysunków” (str. 117-121), „Spis tabel” (str. 122) oraz streszczenia w języku polskim (str. 123) i angielskim (str. 124).

Bibliografia pracy mgra inż. Karola Sówki obejmuje łącznie 128 pozycji, z czego zdecydowana większość (65%) to publikacje naukowe z ostatniej dekady, co podkreśla aktualność pracy. Odnośniki literaturowe są przytaczane w odpowiednich miejscach, w sposób adekwatny do omawianych zagadnień. Wśród cytowanych źródeł znalazło się 15 publikacji, w których Pan Karol Sówka jest współautorem, w tym 8 prac, gdzie pełnił rolę autora głównego. Bibliografia jest wszechstronna i rozbudowana, łączy krajowe oraz międzynarodowe źródła. Zawiera odniesienia do różnorodnych materiałów, w tym publikacji naukowych (monografii, artykułów z czasopism), norm technicznych (np. PN-EN, ASTM), raportów branżowych, opracowań dotyczących polityki energetycznej, a także wyników badań dotyczących stali żarowytrzymałych i technologii spawalniczych.

Taki dobór literatury świadczy o szerokiej perspektywie badawczej autora, umiejętnym połączeniu podstaw teoretycznych z praktycznym zastosowaniem oraz dogłębnym zrozumieniu omawianej problematyki. Bibliografia jest solidnym fundamentem naukowym i stanowi przykład dobrze udokumentowanej analizy literaturowej.

Edycja pracy jest staranna, zamieszczone w pracy rysunki oraz tabele są czytelne i odpowiednio sformatowane, co na pewno pozytywnie rzutuje na odczyt i końcowy odbiór rozprawy doktorskiej. System przypisów i cytowań zastosowanych w pracy, jest zgodny z akademickimi standardami. Odwołania do źródeł są



precyzyjne, a numeracja odniesień w tekście odpowiada pozycjom w bibliografii.

Język pracy jest formalny, precyzyjny i zgodny z wymaganiami prac naukowych. Zastosowanie odpowiedniej terminologii naukowej w połączeniu z klarownym stylem pisania sprawia, że tekst jest zrozumiały, nawet przy omawianiu złożonych zagadnień technicznych. Praca zawiera liczne tabele, wykresy oraz ilustracje, które są integralnym elementem prezentacji wyników.

Wszystkie grafiki oraz tabele są dokładnie opisane, co pozwala na ich łatwe zrozumienie bez konieczności odniesienia się do głównego tekstu. Diagramy i obrazy mikroskopowe są wysokiej jakości, co ułatwia analizę przedstawionych wyników.

Cel pracy, metodyka i ocena przeprowadzonych badań

Cel recenzowanej pracy to: „Ocena trwałości eksploatacyjnej złączy spawanych ze stali X10CrWMoVNb9-2, którą definiuje się jako zdolność materiału do zachowania wymaganych właściwości użytkowych do chwili osiągnięcia umownego stanu granicznego, w którym to dalsza eksploatacja nie jest wskazana”. Dla osiągnięcia celu pracy opracowano plan badawczy, który przedstawiony został w sposób graficzny na stronie 38. W kontekście wdrożeniowym pracy, wykazano wnioski, które mogą być przydatne do szkoleń pracowników technicznych przedsiębiorstwa. Wyniki pracy mogą stanowić podstawę do stworzenia procedur jakościowo-technologicznych, możliwe do wdrożenia w praktyce przemysłowej. Same procedury nie są objęte treścią rozprawy, mogą być jej rozwinięciem w przyszłości.

W pracy doktorskiej mgr inż. Karola Sówki zastosowano kompleksową i dobrze przemyślaną metodykę badawczą, która obejmowała szeroki zakres materiałowych technik badawczych i analiz. Proces badawczy był starannie zaplanowany, co pozwoliło na uzyskanie precyzyjnych i rzetelnych wyników.

W pierwszej kolejności opracowano technologię wykonania materiału do badań, polegającą na spawaniu doczołowym rur ze stali P92. Proces ten wykonano należycie, co potwierdza zarejestrowany wykres temperatura - czas. Wymiary złącza spawanego zostały dobrane w taki sposób, aby odpowiadały proporcjonalnie do złączy spawanych wykonanych w trakcie



projektu komercyjnego, na użytek elektrowni, co zdecydowanie podnosi aplikacyjność zaprojektowanych badań.

Wykonane w ramach pracy doktorskiej złącza spawane zostały poddane analizie z zastosowaniem nowoczesnych metod badawczych. W badaniach wykorzystano mikroskopię świetlną (LM), skaningową mikroskopię elektronową (SEM) wraz z detektorami (EDS oraz EBSD), ultrawysokorozdzielczą mikroskopię elektronową skaningowo-transmisyjną (S/TEM), pomiary twardości, próby rozciągania dla otrzymania właściwości wytrzymałościowych, próby udarności oraz próby pełzania. Badania zostały przeprowadzone w sposób klarowny i zgodny z przyjętymi standardami naukowymi oraz przemysłowymi. Autor wykazał się umiejętnością integrowania wyników z różnych metod badawczych, co zwiększa ich wartość merytoryczną.

Uwagi dyskusyjne

Pytania do pracy:

- W badaniach sprawdzano stan mikrostruktury po czasie 10 000 godzin. Jak zmienia się mikrostruktura złączy po dłuższym czasie użytkowania?
- W jaki sposób warunki pracy złącza spawanego ze stali P92 takie jak obecność spalin, pary wodnej mogą wpłynąć na trwałość takiego złącza?
- Jaki kierunek badań mógłby być wskazany jako możliwość rozwinięcia tematu trwałości eksploatacyjnej złączy spawanych?
- W pracy doktorskiej nie odniesiono się do naprężeń cyklicznych i procesu zmęczenia złączy. W jaki sposób mechanizm zmęczenia mógłby wpłynąć na wyniki badań?
- Jakie kryteria można wziąć jeszcze pod uwagę (oprócz odporności na pełzanie) przy wykazywaniu utraty trwałości eksploatacyjnej złącza?



Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej weryfikacji rozprawy doktorskiej Pana Mgra inż. Karola Sówki, pt. „Analiza trwałości eksploatacyjnej złączy spawanych z żarowytrzymałej stali P92” stwierdzam, że:

- □ tematyka pracy doktorskiej jest ważna i aktualna o istotnym znaczeniu dla przemysłu energetycznego,
- □ sformułowano problem badawczy, określono cel a następnie go zrealizowano: wykazano procentowy spadek trwałości eksploatacyjnej złącza spawanego,
- □ zaplanowano i zrealizowano badania stosując nowoczesne metody badawcze, co dowodzi możliwości prowadzenia innych prac naukowych przez Doktoranta,
- □ uzyskane wyniki wnoszą wkład naukowy w dziedzinie Inżynieria Materiałowa, szczególnie Materiałów dla Energetyki,
- □ pomimo drobnych błędów edytorskich, odbiór rozprawy jest pozytywny, czyta się ją dobrze i bez problemów ze zrozumieniem.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona praca Pana Mgra inż. Karol Sówki spełnia w mojej opinii warunki stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa przez obowiązujące przepisy określone w art. 190 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa o dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem

02.12.2024. 