

Warszawa 30.08.2023

dr hab. inż. Marcin Bajkowski prof. PW
Instytut Mechaniki i Poligrafii
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechniki Warszawskiej
02-524 Warszawa
Ul. Narbutta 85

RECENZJA

rozprawy doktorskiej
mgr inż. Martyny Zemlik
p.t.

Wpływ obróbki cieplnej stali Hardox i ich połączeń spawanych na odporność na zużywanie ściernie i obciążenia balistyczne

opracowana w związku z pismem W10/RDND07/51/2023 z dn. 5.06.2023r.
Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna”
Politechniki Wrocławskiej
Prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego

1. Uwagi dotyczące genezy i tematu rozprawy, sformułowanej tezy, celu i zakresu pracy

Poza oczywistym elementem promocyjnym na stopień naukowy, głównym powodem podjęcia się opracowania sformułowanych w tytule pracy zagadnień, była chęć kompleksowych badań i analizy materiałowej coraz częściej wykorzystywanych w konstrukcjach maszyn i urządzeń wybranej grupy wysokowytrzymałych stali martenzytycznych z dodatkiem boru oraz wskazanie rozwiązań technologicznych mogących zapewnić konstrukcjom spawanym wykonanym z tych rodzajów stali, odpowiednio wysokie parametry mechaniczne, plastyczne i tribologiczne połączeń, które mogą być osiągnięte poprzez zastosowanie zaawansowanych metod spawania oraz zastosowanie odpowiedniej obróbki cieplnej.

Wybór do badań tej grupy stali nie był przypadkowy. Są to bowiem materiały należące do grupy stali martenzytycznych charakteryzujące się wysokimi wskaźnikami mechanicznymi (*o wskaźniku wytrzymałości R_m około i wartości powyżej 2000 MPa*), przy jednoczesnym zachowaniu dobrych właściwości plastycznych, dobrze przenoszące obciążenia statyczne, absorbujące energię uderzenia, wykazujące wysoką odporność na ścieranie, a także pomimo wysokiej twardości posiadające zadowalającą udarność, w tym również w niskich temperaturach..

Wobec coraz powszechniejszego wykorzystywania tej grupy stali, przede wszystkim w konstrukcjach maszyn roboczych narażonych na silne zużycie tarciove oraz możliwości zmniejszania ciężaru elementów maszyn i urządzeń wykonywanych z tego rodzaju stali, w stosunku do stosowanych na te konstrukcje stali wysokomanganowych, zajęcie się

omawianym tematem uważam za celowe i pożądane. Temat opiniowanej pracy dobrze wpisuje się w aktualny trend takich poszukiwań naukowych, których finalnym efektem jest przede

wszystkim uzupełnianie i doskonalenie metod poznawczych oraz nowoczesnych technologii produkcji nowych lub nawet powszechnie stosowanych materiałów, konstrukcji lub urządzeń przybliżający wiedzę o ich właściwościach do nieosiągalnej granicy, którą można uznać jako „pełną”.

Skierowany do szeroko rozumianej grupy mechaników tytuł rozprawy został sformułowany przez Autorkę z przesadną precyzją dotyczy: badań grupy stali o ogólnym oznaczeniu Hardox, badań połączeń spawanych wykonanych z elementów należących do tej grupy stali, badań dotyczących odporności na zużycie ścierne, wreszcie badań odporności na obciążenia balistyczne.

Pragnę zwrócić uwagę, że w przypadku, np. przyszłego opracowania monograficznego pracy, a więc opracowania skierowanego także do czytelników, którzy nie są ściśle zainteresowani bezpośrednio poruszaną tematyką, zaproponowany tytuł, bez wcześniejszego poznania choćby spisu treści, może budzić pewne wątpliwości. I tak, np. pierwszą część tytułu, a więc „*Wpływ obróbki cieplnej stali Hartox...*” można odczytać jako liczbę pojedynczą (jedna stal). Oczywiście jednoznacznie tę sprawę wyjaśnia zamieszczony w drugiej części tytułu zaimbek „*ich*”. W dalszej części tytułu pracy mamy również niezbyt fortunne z punktu widzenia językowego sformułowanie: „*...na odporność na zużywanie ścierne..*”, które może być odczytane jako badania dotyczące bliżej nieokreślonej „odporności” oraz oddzielne badania „na zużywanie ścierne”.

Zamieszczona teza pracy została przez Doktorantkę sformułowana bardzo starannie, jednoznacznie i jasno. Przedstawiając ją w formie zaproponowanej w dysertacji, Doktorantka jest pewna, iż realizując w pełni wszystkie niezbędne i wskazane przez Nią, zabiegi obróbki cieplnej po procesie spawania analizowanej grupy stali, możliwe jest uzyskanie drobnolistwowej struktury martenzytycznej w strefie stopiwa i wpływu ciepła, dzięki czemu w istotny sposób wzrastają ich właściwości mechaniczne, a także odporność na ścieranie oraz obciążenia dynamiczne.

W podobnie perfekcyjny sposób został zaprezentowany cel pracy. Doktorantka przedstawiła oddzielnie jej cel naukowy i aplikacyjny.

Celem naukowym pracy było przeprowadzenie identyfikacji parametrów stali Hardox 450 i stali Hardox Ekstreme, w których został wyznaczony wpływ zmian mikrostrukturalnych na właściwości mechaniczne, odporność na ścieranie oraz obciążenia dynamiczne, wywołane ich obróbką po procesie spawania.

Cel aplikacyjny pracy dotyczył opracowania metody obróbki cieplnej połączeń spawanych analizowanych stali wraz z określeniem ich właściwości mechanicznych oraz odporności na ścieranie, dzięki czemu możliwe jest rozszerzenie wachlarza zastosowań takich połączeń, w tym ich wykorzystanie w elementach zabudowy balistycznej.

Formułując zarówno cel naukowy jak i aplikacyjny rozprawy Autorka zaprezentowała kolejne zadania, jakie należy wykonać, aby możliwa była założona pełna realizacja celu pracy. W ten sposób określony został jednocześnie jej zakres. Wszystkie te elementy, zarówno od strony formalnej jak i sposobu przedstawienia, oceniam bardzo wysoko.

2. Ogólna charakterystyka struktury pracy

Opiniowana praca składa się z dziewięciu rozdziałów zasadniczych, wykazu tabel, wykazu ilustracji oraz spisu bibliografii. Tę zasadniczą strukturę pracy uzupełniają podziękowania, spis treści, wykaz używanych w pracy pojęć oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Cały materiał został zaprezentowany na 310. stronach. Wykaz literatury obejmuje 185 pozycji.

Wymienione w kolejności elementy składowe pracy wskazują, iż charakteryzuje ją typowy, chociaż nie w pełni, układ graficzny stosowany przy opracowywaniu tego typu prac.

Należy dodać, że w niektórych uczelniach, także technicznych, wymaga się zamieszczenia informacji, iż prezentowana praca nie zawiera elementów plagiatu, a także, że tworząc ją nie naruszono praw autorskich innych twórców. W analizowanym przypadku nie mam najmniejszych wątpliwości, iż wymienione warunki są spełnione.

Kolejne, poza stroną tytułową pracy, jej początkowe strony wypełniają: podziękowania, oraz trzystronicowy spis treści, wykaz używanych pojęć oraz dwustronicowe streszczenia pracy w języku polskim i angielskim.

Pierwszy rozdział pracy to obszerne, prawie pięćdziesięciostronicowe wprowadzenie do pracy. Zostało ono podzielone na sześć podrozdziałów, z których dwa, trzeci i czwarty, zostały podzielone dalej na dwa punkty.

W krótkim, dwustronicowym, podzielonym na dwa podrozdziały, rozdziale drugim precyzyjnie sformułowana została teza pracy (podrozdział 2.1.), a w podzielonym na dwa punkty, podrozdziale 2.2. zaprezentowany został cel pracy: naukowy w punkcie 2.2.1. oraz aplikacyjny w punkcie 2.2.2.

W pięciostronicowym, podzielonym na trzy podrozdziały, rozdziale trzecim zaprezentowany został przedmiot badań. W pierwszym z podrozdziałów (3.1.) przedstawiono podstawowe właściwości materiału rodzimego podając skład chemiczny całej badanej grupy stali Hardox, w drugim (3.2.) opisano technologię i parametry spawania, a w trzecim (3.3.) stosowane procesy obróbki cieplnej.

Czwarty rozdział pracy został zatytułowany „*Metodyka badawcza*”. Zgromadzony w nim materiał dotyczy wyboru metody badań oraz metodyki badawczej i w moim przekonaniu powinien być zatytułowany „*Metoda i metodyka badań*”.

W tzw. „*tekście wiszącym*” (tekst od rozdziału 4. do podrozdziału 4.1) analizowanego rozdziału Autorka, w pierwszej części, proponuje bowiem metodę badawczą, a więc analizę zmian „*właściwości materiału w stanie bezpośrednio po spawaniu, jak i poddanego różnym wariantom obróbki cieplnej*”, co umożliwi „*określenie wpływu wywołanych zmian strukturalnych na wybrane właściwości mechaniczne badanego materiału*”.

W drugiej części omawianego tekstu, hasłowo przedstawiono tryb postępowania podczas rozwiązywania problemu, a więc metodykę badawczą. Został on szerzej opisany chociaż również w zwartej formie, w kolejnych dziewięciu podrozdziałach. Przedstawiono proponowaną metodykę badań zarówno materiału bezpośrednio po spawaniu, jak i po wykonanej wielowariantowej obróbce cieplnej.

Kolejny, piąty rozdział pracy dotyczy badań mikrostrukturalnych, właściwości mechanicznych oraz tarciovych, trzech rodzajów stali należących do grupy Hardox o oznaczeniach: Hardox 500, Hardox 600 i Hardox Extreme. Zamieszczone w pięciu podrozdziałach wyniki badań są w całości rezultatami badań własnych Doktorantki.

Rezultaty zgromadzone w szóstym rozdziale pracy dotyczące badań mikrostrukturalnych, wytrzymałościowych oraz odporności na ścieranie stali Hardox 450 oraz Hardox Extreme są

również w całości wynikami autorskimi Doktorantki. Zostały one przedstawione w dziesięciu podrozdziałach. W czterech podrozdziałach (6.3, 6.8, 6.9 i 6.10) zaprezentowany materiał został oznaczony kolejnymi punktami.

Wyniki badań własnych, zamieszczone w siódmym rozdziale pracy, dotyczą odporności balistycznej stali Hardox 450, zostały przedstawione w trzech podrozdziałach. Rezultaty badań dotyczące dwóch pierwszych podrozdziałów zostały podzielone na punkty. W podrozdziale 7.1. zgromadzone zostały wyniki badań odporności balistycznej połączeń spawanych stali Hardox 450 na uderzenie pociskiem 7,62x39 mm, a w podrozdziale 7.2. podobne rezultaty w przypadku użycia pocisku 7,62x54 mm.

W ósmym rozdziale pracy zostało zamieszczone autorskie, obszerne podsumowanie pracy, a rozdział dziewiąty, w całości został poświęcony wnioskom, które zostały podzielone na poznawcze (14) i mające charakter użyteczny (4).

Jak już wspomniałem wcześniej spis literatury zawiera 185 pozycji. 161 to opracowania, które zostały opublikowane lub zaprezentowane w 21. wieku; większość tych prac opublikowano w ostatniej dekadzie tego wieku. Pozostałe prace datowane są na ostatnią dekadę wieku 20. Najstarsze prace to klasyczne opracowania, monografie i podręczniki akademickie, które bez względu na wiek będą zawsze cytowane (*np. 14, 31, 92, 99, 103, 123, 181 pozycje bibliografii*). Stwierdzam więc, że wszystkie pozycje bibliografii zostały doskonale wybrane, gdyż poza znanymi od lat opracowaniami akademickimi, przygotowując pracę Doktorantka opierała się na opracowaniach najnowszych.

Moja ogólna ocena struktury pracy jest pozytywna. Na szczególne podkreślenie zasługuje m.in. fakt jasno sprecyzowanego materiału własnego, a więc własnego dorobku Doktorantki. Jednak przyjmując koncepcję wyraźnego podziału materiału na trzy części, który dotyczył realizacji i analizy rezultatów badań własnych, w pewnym stopniu został zachwiany ogólny graficzny układ dysertacji. Wspólne oznaczenie tytułów rozdziałów na stronie informującej o kolejnych częściach pracy z jednoczesnym wyjaśnieniem, iż są to badania własne nie jest moim zdaniem rozwiązaniem trafnym. Uważam, że na stronie tytułowej kolejnych części pracy należało podać tylko jej numer oraz informację, że to są badania własne. W ten sposób merytoryczny materiał na kolejnej stronie rozpoczynałby się od numeru i tytułu rozdziału, a nie od numeru podrozdziału.

3. Ocena i uwagi merytoryczne dotyczące rozprawy

Moją pozytywną opinię dotyczącą zaproponowanego tematu, celu, zakresu oraz sformułowanej tezy dysertacji, a więc opinię dotyczącą materiału zgromadzonego w 2. rozdziale dysertacji, przedstawiłem w pierwszej części opinii. Powtarzając się, podkreślę naukową i inżynierską aktualność tematu, który wraz z celem, doskonale sformułowaną tezą i dobrze przedstawionym, chociaż niewyróżnionym w postaci podrozdziału lub punktu, zakresem pracy, w znacznym stopniu uzupełniają i rozszerzają kompendium wiedzy zarówno o szeroko rozumianych właściwościach analizowanej grupy stali i jej spawaniu, a zaproponowana technologia obróbki cieplnej połączeń spawanych elementów wykonanych z tej grupy stali, rozszerza możliwości wykorzystywania tych materiałów w maszynach i urządzeniach pracujących w szczególnie trudnych warunkach eksploatacyjnych.

Przechodząc do oceny materiału, który zgromadzony został w 1. rozdziale pracy, a więc w rozdziale wprowadzającym do pracy stwierdzam, że został on udokumentowany szerokim przeglądem bibliograficznym i opracowany z dużą starannością, a także, co w moim przekonaniu

jest istotne, dotyczy najważniejszych zagadnień, które są bezpośrednio związane z zagadnieniami analizowanymi w dysertacji i są niezbędne w opracowanej rozprawie.

Zamieszczony w tym rozdziale materiał został starannie wyselekcjonowany pod względem merytorycznym. Jego prezentacja została świetnie przemyślana i przedstawiona czytelnikowi w atrakcyjnej i uporządkowanej formie. Uznając tę formę prezentacji za atrakcyjną, mam na myśli przede wszystkim treść zgromadzonych informacji, jak również lekki i wręcz beletrystyczny styl przedstawiania niekiedy trudnych zagadnień technicznych. To dlatego, w pierwszej części mojej opinii wspomniałem, że rozszerzony wariant omawianej dysertacji, ze względu na przystępność prezentowanego materiału, także dla czytelnika, który bezpośrednio nie jest zainteresowany szczegółowymi zagadnieniami inżynierii materiałowej, mógłby stanowić dobrą bazę do opracowania monograficznego.

Zaprezentowany we wprowadzeniu do pracy materiał (rozdział 1.) został podzielony na sześć podrozdziałów. Każdy z nich dotyczy grupy zagadnień, które są bezpośrednio i bardzo mocno związane z opracowywanym tematem dysertacji i są przywoływane w kolejnych rozdziałach pracy.

W podrozdziale 1.1. Autorka w prostej, popularno-naukowej formie przedstawiła klasyfikację procesów zużywania się materiałów, przytoczyła podstawowe miary ich zużywania przytaczając wartości współczynnika zużywania k , w zależności od rodzaju zużywania obowiązujące, w przypadku realizacji zjawiska tarcia suchego.

Kolejny podrozdział (1.2.) został poświęcony opisowi zagadnień zużywania ściernego metali i ich stopów. Opisano, bazując na różnych kryteriach podziału, rodzaje zużywania ilustrując je przejrzystym materiałem graficznym.

W podrozdziale 1.3. Autorka przeprowadziła zaawansowaną analizę bibliograficzną materiałów z których wykonywane są między innymi elementy pracujące w warunkach narażonych na szczególnie wysokie zużywanie ściernie. Na tle szczegółowych właściwości różnych gatunków stali, w punkcie 1.3.1. omawianego rozdziału szczególną uwagę poświęcono właściwościom stali Hardox i Raex, a w dalszej kolejności stalom Xar (punkt 1.3.2.), stalom TBL z borem (punkt 1.3.3.) oraz stalom Creusabro i Relia (punkt 1.3.4.) oraz tzw. „stalom pancernym” (punkt 3.1.5). Dla każdej z wymienionych grup stali przytoczone zostały bardzo precyzyjne parametry ich składu chemicznego, a także wybrane najważniejsze dla pracy, parametry mechaniczne, w tym przede wszystkim wytrzymałościowe. Autorka trafnie wskazała również główne przykłady zastosowań omawianych rodzajów stali wskazując w przypadku stali pancernych, między innymi na szczególne warunki interakcji, jakie mają miejsce podczas kontaktu pocisku przeciwpancernego z osłoną balistyczną.

Podrozdział 1.4. pracy zawiera analizę wpływu boru na właściwości stali. W pierwszym jego punkcie (1.4.1), zgromadzony został wyselekcjonowany materiał będący szczegółową analizą wpływu dodatku boru na strukturę oraz właściwości wytrzymałościowe, a w punkcie (1.4.2.), podobnie dobrany materiał określający hartowność niskostopowych stali martenzytycznych.

W piątym podrozdziale (1.5) Autorka przedstawiła bardzo ciekawy materiał wyrażający ogólny pogląd dotyczący właściwości materiałów odpornych na zużywanie ściernie wskazując

na zachodzące często różnice w rezultatach badań poligonowych i laboratoryjnych. Zdaniem Doktorantki usprawiedliwienia takich niezgodności należy poszukiwać zarówno w złożonych

warunkach pracy urządzeń oraz w braku precyzyjnego spełnienia podczas badań wszystkich wymagań eksploatacyjnych, które zależą także od szeroko rozumianych właściwości mikrostrukturalnych, mechanicznych, plastycznych i innych.

W ostatnim podrozdziale (1.6) rozdziału 1. został zgromadzony materiał bibliograficzny dotyczący spawalności stali martenzytycznych. Dokonując przeglądu tych zagadnień, Autorka słusznie zwraca szczególną uwagę na pojawiające się przypadki pęknięcia na zimno po spawaniu stali martenzytycznych z dodatkiem boru, a także na znaczne obniżenie ich wskaźników wytrzymałościowych oraz zmniejszenie odporności na ścieranie zarówno w materiale spoiny jak i w strefie wpływu ciepła, jak również na częste różnice występujące pomiędzy spawalnością deklarowaną przez producentów i spawalnością rzeczywistą. Dokonana przez Doktorantkę szczegółowa analiza literaturowa przyczyn tych niekorzystnych zjawisk pozwoliła Jej wskazać, że właściwą drogą do eliminacji lub polepszenia wymienionych wyżej niekorzystnych zjawisk występujących po procesie spawania omawianych grup stali jest zastosowanie, opartych na wiedzy z inżynierii materiałowej, zaawansowanych metod spawania oraz zastosowanie odpowiedniej obróbki cieplnej elementów po spawaniu.

W podsumowaniu 1. rozdziału pracy stwierdzam, że zaprezentowany w nim materiał został właściwie wyselekcjonowany i starannie opracowany. Analizując kolejne opisywane, w przywoływanych pozycjach lub grupach opracowań bibliograficznych zagadnienia, które dotyczyły ściśle tematu dysertacji zostały przez Doktorantkę poprawnie i niekiedy krytycznie skomentowane. Zakres materiału, jaki został zgromadzony w omawianym rozdziale pracy został prawidłowo dobrany i przedstawiony w bardzo przystępnej formie. Obejmuje on wszystkie elementy naukowe i badawcze niezbędne do realizacji dysertacji. Moja ocena tej części pracy jest bardzo pozytywna.

Moją również pozytywną opinię dotyczącą, sformułowanej tezy oraz celu pracy, a więc materiału, który zgromadzony został w 2. jej rozdziale, przedstawiłem na początku niniejszej części opinii.

Mając jasno sprecyzowany cel pracy, w rozdziale 3., Doktorantka zaprezentowała szeroko rozumiany przedmiot badań. Stanowią go próbki przygotowane z arkuszy blach wykonanych ze stali Hadrox 450 i Hadrox Extreme. Z tych samych materiałów zostały wykonane również badane połączenia spawane.

Podstawowe badania materiałoznawcze materiału rodzimego zostały rozszerzone dodatkowo o dwie inne stale należące do tej samej grupy. Są to stale Hardox 500 i Hardox 600. W podrozdziale 3.1. zamieszczony został szczegółowy skład chemiczny wszystkich czterech wymienionych stali należących do grupy Hardox dla których przeprowadzone zostały ich szczegółowe badania materiałoznawcze, gdy są one w stanie wyjściowym z huty.

W drugim podrozdziale (3.2) rozdziału 3. Autorka opisała sposób przygotowania elementów oraz parametry technologiczne, jakie zostały spełnione w procesie spawania podczas przygotowywania próbek połączeń ze stali Hardox 450 oraz Hardox Extreme.

Trzeci podrozdział (3.3.) omawianego rozdziału (3.), to prezentacja przeprowadzonej obróbki cieplnej próbek połączeń spawanych. W kolejnych trzech tablicach zgromadzone zostały szczegółowe wartości parametrów obróbki cieplnej uwzględniające: rezultaty analizy wielkości i rozrostu ziarna byłego austenitu oraz parametry obróbki cieplnej uwzględniającej zabiegi odpuszczania stali Hardox 500, Hardox 600 i Hardox Extreme.

Jeszcze bardziej szczegółowe i starannie przedstawione zostały parametry dotyczące zabiegów cieplnych, które zostały zrealizowane dla stali Hardox 450 oraz Hardox Extreme i

wykonanych z tych stali połączeń spawanych, które zostały zaprezentowane w trzech kolejnych tablicach tego rozdziału.

Zgromadzony w analizowanym rozdziale materiał zawiera wiele informacji i wskazań technologicznych, które są rezultatem przygotowania do zasadniczych badań wykonanych próbek. Jest zbiorem ważnych parametrów, których analiza pozwoliła ustalić ważne kryteria ich wykonania i wskazać mogące wystąpić niekorzystne zjawiska. Znaczna część zgromadzonego materiału ma również znaczenie aplikacyjne.

Niestety, w tekście nie ma najmniejszej wzmianki o wymiarach próbek badawczych oraz poza opisem technologii cięcia blach i parametrów technologicznych spawania elementów połączeń, nie wskazano szczegółowej technologii przygotowania próbek do eksperymentów laboratoryjnych. Jedyną informacją w tym względzie jest ta, że wszystkie próbki zarówno stali Hardox 450 jak i Hardox Extreme zostały wycięte z arkuszy i pospawane przy zachowaniu wymienionych parametrów.

Oczywiście ta uwaga nie jest przeszkodą do tego abym cały materiał omawianego rozdziału ocenił pozytywnie.

Materiał zamieszczony w 4. rozdziale rozprawy, w całości został poświęcony opisowi metody oraz metodyki badawczej. Mimo że zawiera on aż 9 podrozdziałów z punktu widzenia naukowego nie zawiera żadnych nowości poznawczych. Wszystkie podrozdziały to opis przewidzianych do realizacji, kolejnych rodzajów badań materiałowych analizowanych stali oraz ich połączeń, a więc badania: składu chemicznego (podrozdziały 4.1. i 4.2.), mikrostruktur i powierzchni przetłomów (4.3.), wielkości ziaren byłego austenitu (4.4.), twardości (4.5.), rozciągania (4.6.), udarności (4.7.), odporności na ścieranie (4.8.) oraz badania balistyczne (4.9). Prawie wszystkie wymienione badania zostały więc zrealizowane z wykorzystaniem bardzo nowoczesnej, chociaż już standardowej. aparatury badawczej stosowanej w inżynierii materiałowej.

Dzięki dostępności do zaawansowanej aparatury badawczej można mieć pewność, iż przeprowadzone przez Doktorantkę badania eksperymentalne nie zostawiają nawet najdrobniejszych niejasności i jakichkolwiek wątpliwości co do ich prawidłowego przebiegu, jak i poprawności otrzymanych rezultatów badań.

Materiał zgromadzony w dalszej części dysertacji obejmujący trzy kolejne jej rozdziały 5., 6. i 7. to prezentacja rezultatów badań własnych Doktorantki. Zostały one zaprezentowane jako wydzielone trzy części pracy pokrywające się z wymienionymi rozdziałami. W moim przekonaniu, aż tak wyraźne podkreślenie przez Autorkę, że prezentowany materiał powstał na bazie badań własnych jest zbędne. Za celowe uważam jednak oznaczenie omawianego fragmentu pracy obejmującej trzy kolejne rozdziały, jako kolejne trzy jej części. Każda z nich dotyczy bowiem innego rodzaju i innego rodzaju analizy omawianych w dysertacji zagadnień. Część I. tożsama z rozdziałem 5., dotyczy badań mikrostrukturalnych, właściwości wytrzymałościowych oraz odporności na ścieranie trzech rodzajów stali: Hardox 500, Hardox 600 oraz Hardox Extreme. Część II., pokrywająca się z rozdziałem oznaczonym jako 6. Dotyczy tych samych badań, które są treścią materiału zgromadzonego w części I. ale odnosi się do połączeń spawanych wykonanych ze stali Hardox 450 oraz ze stali Hardox Extreme. III. część pracy, pokrywająca się z rozdziałem 7., dotyczy badań odporności balistycznej stali Hardox 450.

W należącej do oznaczonej jako I. części pracy rozdziale 5., zgromadzony został obszerny materiał, który dotyczy: badań mikrostrukturalnych, właściwości wytrzymałościowych oraz odporności na ścieranie stali Hardox 500, Hardox 600 oraz Hardox Extreme. W dwóch pierwszych podrozdziałach 5.1. i 5.2. rozdziału 5. zaprezentowany został skład chemiczny oraz

wyniki badań mikroskopowych wymienionych wyżej rodzajów stali. Zarówno wyniki badań składu chemicznego, jak również obrazy mikroskopowe badanej grupy stali zostały opatrzone zwięzłym komentarzem. Podrozdział 5.3. pracy został poświęcony badaniom odporności wymienionych rodzajów stali na zużywanie ściernie. W kolejnych punktach omawianego podrozdziału zaprezentowano wyniki badań omawianej grupy stali podczas kontaktu z trzema rodzajami gleby (punkt 5.3.1.), wpływ właściwości masy glebowej na zużywanie ściernie stali Hardox Extreme (5.3.2.) oraz rezultaty badań wszystkich trzech wymienionych bezpośrednio powyżej rodzajów stali Hardox podczas kontaktu ze ścierniwem luźnym (5.3.3.). Wszystkie wyniki badań dotyczące omawianego podrozdziału pracy zostały udokumentowane obszernym materiałem graficznym i opatrzone stosownym, choć zwięzłym komentarzem. W podrozdziale 5.4. Doktorantka przedstawiła własne rezultaty badań dotyczące wpływu wielkości ziarna byłego austenitu na właściwości stali Hardox Extreme. Poza określeniem składu chemicznego tego rodzaju stali (punkt 5.4.1.) przeprowadzone zostały badania mikroskopowe umożliwiające analizę zmian strukturalnych i rozrostu ziaren austenitu (5.4.2), badania udarność tej stali (5.4.3.) oraz badania odporności na zużycie ściernie w czasie kontaktu z luźnym ścierniwem (5.4.4.). Wszystkie zamieszczone w tym podrozdziale wyniki badań zostały zaprezentowane w postaci graficznej i opatrzone odpowiednim komentarzem i stosowną analizą.

Ostatni podrozdział (5.5.) omawianego 5. rozdziału pracy poświęcony został badaniom wpływu temperatury odpuszczania na strukturę i właściwości badanej stali Hardox Extreme. W trzech punktach podrozdziału zaprezentowano mikroskopową dokumentację fotograficzną dotyczącą: badań zmian strukturalnych (punkt 5.5.1.) oraz ilustracje graficzne dotyczące wyników badań poziomu twardości (5.5.2.) i odporności na zużywanie ściernie, w kontakcie stali z luźnym tworzywem (5.5.3). W każdym z omawianych przypadków rezultatów badań dołączony został odpowiedni komentarz i pogłębiona analiza tych wyników.

Zarówno realizację przeprowadzonych badań, otrzymane wyniki, ich autorską interpretację, a także zamieszczone komentarze i analizę jakie znalazły się w omawianym rozdziale 5. pracy oceniam bardzo pozytywnie.

Jak wcześniej wspomniałem, stanowiący II. część badań własnych, kolejny 6. rozdział pracy, w którym zamieszczone zostały rezultaty podobnych rodzajów badań, jakie były analizowane w rozdziale 5. ale dotyczy badań połączeń spawanych wykonanych z dwóch rodzajów stali: Hardox 450 oraz Hardox Extreme. W moim przekonaniu jest to najważniejsza część dysertacji ze względu na aspekt poznawczy jak i aplikacyjny.

W podrozdziale (6.1.), precyzyjnie został przedstawiony określony skład stopiwa obu rodzajów stali (Hardox 450 oraz Hardox Extreme) z których wykonane zostały połączenia, a w podrozdziale 6.2., w postaci graficznej, zaprezentowane rezultaty badań makroskopowych połączeń dotyczące tych stali. Podrozdział 6.3. został w pełni poświęcony określeniu wpływu wielkości byłego ziarna austenitu na właściwości połączeń, które zostały wykonane ze stali Hardox 450. Tę analizę przedstawiono w pracy bardzo obszernie. Wcześniej omawiane zagadnienia były opublikowane przez Doktorantkę we współautorskim artykule, który wymieniono w spisie bibliograficznym na [133]. pozycji. Kolejne punkty omawianego podrozdziału 6.3. dotyczyły prezentacji wyników badań: twardości (punkt 6.3.1) oraz wielkości ziaren byłego austenitu w różnych strefach połączeń spawanych (punkt 6.3.2) wykonanych ze stali Hardox 450. Materiał jaki wypełnia punkt 6.3.2 pracy został podzielony na podpunkty, w których zaprezentowane zostały wyniki badań wielkości ziaren byłego austenitu w strefie materiału rodzimego (podpunkt 6.3.2.1), w strefie materiału stopiwa (6.3.2.2), w strefie linii

wytopienia (6.3.2.3) oraz w strefie wpływu ciepła 6.3.2.4). Zagadnienie dotyczące wielkości ziaren byłego austenitu w badanych połączeniach zostały przedstawione w pracy bardzo szczegółowo. Wszystkie wymienione w kolejnych podpunktach problemy zostały prawidłowo skomentowane i przeanalizowane, a w zamieszczonym podsumowaniu (6.3.2.5.) tej części omawianych zagadnień badawczych, Autorka syntetycznie i trafnie je omówiła.

Materiał zgromadzony w punkcie 6.3.3., podrozdziału 6.3, dotyczy badań wytrzymałościowych. Opatrzony odpowiednim materiałem ilustracyjnym rezultaty badań informują o wartościach parametrów: rozciągania (R_m) oraz wydłużenia i przewężenia próbek, a także udarności, w funkcji wartości temperatury, której zakres, poza temperaturą dostarczenia stali Hardox 450, określono przedziałem 900-1200°C, a więc wartościami po hartowaniu z temperatury austenitowania.

Kolejne cztery podrozdziały 6. rozdziału dysertacji dotyczą wyników badań połączeń spawanych wykonanych z obu analizowanych rodzajów stali, a więc stali Hardox 450 oraz Hardox Extreme. W podrozdziale 6.4 zwięźle opisano technologię spawania i obróbki cieplnej połączeń tych stali, a w podrozdziale kolejnym (6.5.) zilustrowano i zinterpretowano wyniki badań twardości tych połączeń. W podrozdziałach 6.6 i 6.7 zgromadzony został obszerny materiał badawczy ilustrujący rezultaty wielowariantowych badań mikroskopowych połączeń wykonanych z obu omawianych rodzajów stali, gdy znajdują się one w stanie bezpośrednio po spawaniu (6.6.) oraz w stanie wyżarzonym normalizująco (6.7). Należy podkreślić staranną i merytorycznie wyczerpującą interpretację zamieszczonej fotograficznej dokumentacji badawczej.

Materiał badawczy jaki został zgromadzony w podrozdziale 6.8 poświęcony został badaniom mikroskopowym połączeń wykonanych ze stali Hardox 450, w stanie po obróbce cieplnej obejmującej: normalizowanie, hartowanie w wodzie oraz niskie odpuszczanie. W kolejnych punktach (6.8.1.) tego podrozdziału (6.8.), zostały zilustrowane i dogłębnie przedyskutowane wyniki badań: wielkości ziarna byłego austenitu (punkt 6.8.1.), wytrzymałości na rozciąganie (6.8.2.), udarności (6.8.3) oraz odporności na zużywanie ściernie (6.8.4), w kontakcie ze ścierniwem luźnym (6.8.4.1.), a także z głębową masą ścierną (6.8.4.2.).

W podrozdziale 6.9 Doktorantka skoncentrowała uwagę: na wyznaczeniu wpływu zabiegów odpuszczania na twardość połączeń wykonanych ze stali Hardox Extreme (punkt 6.9.1.), na ich badaniach mikroskopowych w stanie odpuszczonym w temperaturze 250°C (6.9.2.) oraz na wyznaczeniu odporności na zużycie ściernie (6.9.3.). Rezultaty wszystkich wymienionych badań zostały zaprezentowane w formie graficznej i opatrzone szerokim komentarzem.

W ostatnim podrozdziale 6.10, rozdziału 6. zostały zaprezentowane wyniki autorskich badań wyjaśniające wpływ procesu hartowania izotermicznego na wybrane właściwości omawianych połączeń. Przedstawione zostały autorskie wyniki badań wstępnych, które polegały na wyznaczeniu przebiegu zmian twardości spoiny i materiału rodzimego obu rodzajów stali (Hardox Extreme i Hardox 450) podczas izotermicznego wygrzewania w różnych wariantach temperatur (punkt 6.10.1.) oraz dotyczące tylko połączeń wykonanych ze stali Hardox Extreme i również hartowanych izotermicznie: rezultaty badań ich twardości (6.10.2.), zrealizowane w takich samych warunkach i dotyczące połączeń tej samej stali, wyniki badań mikroskopowych (6.10.3), wyniki badań próbek połączeń na rozciąganie (6.10.4.), udarność (6.10.5) oraz na zużywanie cienne przy kontakcie z luźnym ścierniwem (6.10.6.). Każda grupa zaprezentowanych wyników badań została starannie przedyskutowana i opatrzona odpowiednim autorskim komentarzem.

Moja ocena materiału zawartego w rozdziale 6. jest wysoka. Na taką ocenę wpływa przede wszystkim bardzo duża liczba wykonanych eksperymentów badawczych, które zrealizowane zgodnie z przyjętą metodyką badawczą, w każdym przypadku prezentowanych rodzajów badań, opatrzone są odpowiednim opisem i analitycznym autorskim komentarzem dzięki czemu wypełniają w dużym stopniu wszystkie możliwości badawcze zarówno analizowanych stali, jak i ich spawanych połączeń.

Materiał zgromadzony w III. części pracy, którą stanowi 7. jej rozdział, dotyczy badań i analizy odporności połączeń wykonanych ze stali Hardox 450 na obciążenia uderzeniowe. W podrozdziale 7.1. pracy założone zostały dwa warianty realizacji obciążeń uderzeniowych: z wykorzystaniem pocisku 7,62x39 mm oraz pocisku 7,62x54. W punkcie 7.1.1., który nosi nazwę „Analiza materiałoznawcza pocisku”, Doktorantka zamieściła obrazy mikroskopowe materiału wykorzystywanego na kolejne elementy pocisku. Wyniki badań mikroskopowych praktycznie nie zostały skomentowane. Kilkudzaniowy komentarz zamieszczony bezpośrednio po tytule, przed prezentowanymi wynikami badań, to zbiór powszechnie znanych informacji. W punkcie 7.1.2. zamieszczony został materiał ilustrujący badania mikroskopowe blach ze stali Hardox 450, w stanie po spawaniu. Bardzo obszerny materiał fotograficzny został przez Doktorantkę starannie pogrupowany i poprawnie skomentowany. Podobny zakres prezentacji wyników badań mikroskopowych oraz podobną analizę ich wyników Autorka przedstawiła dla połączeń blach z tej samej stali ale po obróbce cieplnej.

W podrozdziale 7.3 powtórzony został zakres badań połączeń tej samej stali Hardox 450, jaki opisano w podrozdziale poprzednim. Jednak w tym przypadku, rezultaty badań dotyczą energii uderzenia jaką posiada pocisk 7,62x54 mm. Ten rodzaj badań został uzupełniony badaniami procesu uderzenia badań pocisku w przegrodę, który został zrealizowany z wykorzystaniem „szybkiej kamery”.

W zaprezentowanej grupie wszystkich trzech części badań własnych, materiał przedstawiny w rozdziale 7. pracy (III część badań własnych), z merytorycznego punktu widzenia oceniam najniżej. Nie mam zastrzeżeń dotyczących wyników badań materiałowych, chociaż moim zdaniem zostały one zaprezentowane, w przesadnie szerokim zakresie. Ogromnej liczbie prezentowanych rezultatów różnorodnych badań materiałowych, nie sprostano bardzo skrótowa i skromna analiza badanych zjawisk wnosząc do pracy niewiele pierwiastków naukowych. Kilkudzaniowy komentarz dotyczący podrozdziału 7.3, a więc dotyczący badań zrealizowanych z wykorzystaniem „szybkiej kamery” również nie przybliży omawianych zagadnień w sposób zadowalający. Doktorantka decydując się na włączenie do swojej pracy badań odporności balistycznej na uderzenia pociskiem, z góry założyła, że najważniejszą ich będą wyniki badań materiałowych po uderzeniach. Owszem, to najważniejszy element tych badań aplikacyjnych. Wkraczając jednak na ten bardzo złożony i jak wnoszę, odległy jednak zakres zainteresowań naukowych Doktorantki, nie można zgodzić się na tak bardzo skrótowe prezentowanie zagadnień, które dotyczą tej rozległej sfery badań. W moim przekonaniu przedstawienie omawianych zagadnień bez przynajmniej skrótowego opisu specjalistycznego stanowiska badawczego, informacji o tym, czy proceduralne strzelanie do gotowych wyrobów zrealizowane zostało z wykorzystaniem lufy balistycznej lub broni zapewniającej powtarzalność i określoną wartość parametrów energetycznych pocisków, czy liczba strzałów i miejsce uderzenia w badane osłony balistyczne zostały zrealizowane zgodnie z dokumentami normatywnymi, czy zapewniona została powtarzalność położenia przestrzennego pocisku w momencie jego uderzenia, w odniesieniu do osłony balistycznej itd., nie jest wystarczające. Ten brak wymienionych w tym rozdziale informacji nie jest jednoznaczny ze stwierdzeniem, że omawiane

badania nie zostały wykonane zgodnie z odpowiednimi procedurami i obowiązującymi dokumentami normatywnymi. Dlatego traktuję cały zamieszczony w opisywanym rozdziale materiał jako dobre sprawozdanie z przeprowadzonych badań, który uzupełniony o odpowiednią i rozszerzoną interpretację oraz analizę opatrzoną krytycznym komentarzem może stać się źródłem wartości poznawczych oraz wskazówek aplikacyjnych.

Mimo kilku uwag krytycznych jakie sformułowałem, zgromadzony w 7. rozdziale pracy materiał oceniam pozytywnie, chociaż nie jest to ocena bardzo wysoka.

W 8. rozdziale pracy Autorka zamieściła bardzo obszerne bo 6-stronicowe podsumowanie. Jest ono syntetycznym, starannie i precyzyjnie dobranym zbiorem najważniejszych zagadnień, które zostały szczegółowo przedstawione podczas omawiania i analizy kolejnych grup badań, dotyczących czterech rodzajów stali grupy Hardox, połączeń spawanych wykonanych z dwóch rodzajów tych stali oraz badań odporności balistycznej tych połączeń na obciążenia uderzeniowe. Wiele opracowanych w podsumowaniu stwierdzeń ma charakter syntetyzujący i uogólniający, co uważam za szczególnie ważne i cenne. Na szczególną uwagę zasługuje również ciągła dążność Doktorantki do wskazywania możliwości wykorzystywania zaprezentowanych w pracy wyników badań laboratoryjnych w celach aplikacyjnych.

W 9. rozdziale dysertacji, sformułowane na podstawie zaprezentowanych w pracy rezultatów badań wnioski, zostały podzielone przez Doktorantkę na naukowe, a więc poznawcze (podrozdział 9.1) oraz aplikacyjne (9.2). Tych, które mają charakter poznawczy jest aż 14. Kolejne dotyczą: szczegółowych właściwości stali Hardox Extreme, podobnie precyzyjnie określonych właściwości stopiwa w wykonanych połączeniach spawanych wykonanych z tego rodzaju stali, podwyższenia właściwości stali Hardox 450, w wyniku przeprowadzenia kompleksowej obróbki cieplnej, zmniejszenia udarności oraz pojawienia się różnych rodzajów przełomów tej stali w wyniku przeprowadzenia zabiegów spawalniczych. Dwa ostatnie z tej grupy wniosków odnoszą się do stali Hardox Extreme i dotyczą możliwości podniesienia odporności na ścieranie w wyniku odpowiedniej obróbki cieplnej.

Wnioski aplikacyjne zostały zamieszczone w podrozdziale 9.2. jest ich 4. Poza wnioskiem 2., który dotyczy odporności balistycznej, pozostałe 3 wskazują na możliwości polepszenia właściwości mechanicznych stali Hardox 450 oraz Hardox Extreme w wyniku przeprowadzenia odpowiednich zabiegów cieplnych materiału rodzimego oraz stopiwa w połączeniach spawanych.

Oceniając przedstawiony w tym rozdziale (9.) materiał stwierdzam, że będące jego treścią wnioski zostały sformułowane zbyt szczegółowo. Dobrze by było gdyby zwłaszcza wnioski naukowe (poznawcze) dotyczyły możliwie ogólnej i dużej grupy rozpatrywanych problemów. Tymczasem każdy z nich odnosi się, np. do wybranego zagadnienia i jest potwierdzony praktycznie tylko dla jednego rodzaju stali lub połączeń z niej wykonanych. Wnioski zaprezentowane jako aplikacyjne mają podobnie szczegółowy charakter, a przecież trzy z nich (1., 3. i 4.) dotyczą podniesienia właściwości mechanicznych, odporności na ścieranie oraz obciążenia udarowe zarówno materiału rodzimego stali jak i wykonanych połączeń spawanych, które można osiągnąć przez zastosowanie odpowiednich zabiegów cieplnych przez co wzrosną również właściwości użytkowe (wniosek 4) takich elementów lub konstrukcji.

4. Uwagi dotyczące układu edytorskiego i graficznego oraz komentarz dotyczący prezentowanych rysunków i tekstu pracy

Uwagi ogólne

1. Wspomniałem wcześniej, że układ edytorski pracy został starannie przemyślany i został konsekwentnie zrealizowany. Wysoko cenię prezentację całego materiału autorskiego w zaproponowanej formie z podziałem na trzy części. Podtrzymuję jednak wcześniejsze uwagi jakie sformułowałem, w związku z występującymi na stronach oznaczających kolejne części pracy, nazwami rozdziałów.

2. Za cenne uważam zachowanie zrównoważonej objętości rozdziałów, poza oczywistymi rozdziałami (2. i 3.), które poświęcone tezie i celowi pracy oraz metodyce badawczej, w każdej tego typu pracy są najwyżej kilkustronicowe.

3. Niestety Autorka do końca nie była zdecydowana, w jakiej formie graficznej ma przedstawić swoją pracę. Prawdopodobne założenie było takie, aby skorzystać z formy graficznej, jaka została zaprezentowana na początku pracy, a więc:

-numer rozdziału: 1. „Wprowadzenie”

i bezpośrednio pod nim:

-numer podrozdziału: 1.1. „Charakterystyka procesów zużywania tribologicznego”.

Tę formę graficzną prezentacji materiału Autorka zastosowała w wymienionym rozdziale 1. i 2. pracy, a w rozdziałach 3., 4. i 9. wykorzystana została forma prezentacji materiału z tzw. „tekstem wiszącym”. Aktualnie wydawcy odchodzą od prezentacji tekstu z „tekstem wiszącym” stosując go tylko wtedy, gdy to jest konieczne. Oznacza to, że:

-po przyjęciu cyfrowej numeracji rozdziałów, np. **rozdziału 6.**,

-po tytule rozdziału powinien wystąpić od razu tytuł **podrozdziału np. 6.1.**

-a tuż po tytule podrozdziału 6.1., jeśli jest, powinien być tytuł **punktu 6.1.1.** itd.

Pomiędzy nimi nie powinno być żadnego tekstu (zwanego wiszącym). Teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy streszczenia. Przyjmuje się, że jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem, powinien mieć numer i tytuł; jeżeli tekst zawiera same ogólniki lub omówienie dalszej części rozdziału, np. rozdziały 3. i 4., nie powinien zamieszczany.

W rozdziałach 5., 6., i 7., wykorzystywano równocześnie obie formy prezentacji graficznej materiału.

4. Zaproponowana przez Doktorantkę numeracja rysunków jest dla czytelnika nieczytelna i uciążliwa, zwłaszcza, gdy na kolejnych kilku stronach pracy znajdują się, np. tylko fotografie. Umieszczone kolejne numery rysunków w najmniejszym stopniu nie określają ich przynależności do numeru rozdziału, w którym przedstawiony na rysunku materiał jest prezentowany. I tak np. Rys. 35., będący 2. rysunkiem, jaki został zamieszczony w rozdziale 5. gdyby został oznaczony jako Rys.5.2., byłby bardzo łatwy do przyporządkowania do właściwego rozdziału.

Uwagi szczegółowe

Praca została opracowana bardzo starannie, na najwyższym poziomie językowym. Czytając ją z dużym zainteresowaniem nie znalazłem praktycznie żadnych błędów składniowych, gramatycznych czy innych językowych. To dlatego liczba uwag szczegółowych jest znikoma. Jednak w każdym opracowaniu naukowym, a w szczególności w opracowaniu tak obszernym, trudno jest uniknąć drobnych przeoczeń lub potknięć. I tak:

-w spisie treści:

-str.3., brakuje punktów: 2.2.1. oraz 2.2.2.,

-str.4., podrozdział 6.3: powinno być: Hardox 450 (w jednym wierszu),

-str. 4., 1. wiersz od dołu, jest ...hardox... powinno być: ...Hardox...,

-str. 4., należy poprawnie sformatować punkt 6.8.3,

- str. 5., 10. w. od góry, jest ...mikroskopowe..., *powinno być:* ...mikroskopowe..,
- str.9., 16. w. od d., jestsklasyfikowany do grupy.. *powinno być:* ..zaliczony do grupy...
lub ...sklasyfikowany w grupie..,
- str. 19., 5. w. pod Rys 7., jest ...od masy cząstek, prędkości padania... *powinno być:*
...masy cząstek i prędkości padania.. ,
- str., 20., wiersze 5., 13. i 22., jest Gdzie *powinno być:* gdzie,
- str. 42., 9. w. od d., jest ...amunicji pośredniej..., *powinno być:* ...amunicją pośrednią...,
- str. 47., 20. Ww od g., jestobserwuję..., *powinno być:* ...obserwuje... ,
- str.63., wiersze 2., 12., 14. i 17., od d. *powinno być:* po myślniku tekst należy zacząć od
małej litery,
- str.64., wiersze 4., 8., 11., 14., i 18., uwaga j.w.,
- str.65., 10. w. od g. jest ...określa ją wiodącą... *powinno być:* ...określa jako wiodącą...,
- str.72., 22. w. od g. jest ...szybkość... *powinno być:* ...prędkość...,
- str.79., 14. w. od g. jest ...własność... *powinno być:* ...właściwość...,

Wymienione powyżej drobne potknięcia nie mają najmniejszego znaczenia w pozytywnej ocenie strony edytorskiej omawianej rozprawy; oceniam ją w tym względzie bardzo wysoko.

5. Końcowa ocena pracy

Oceniając całość zaprezentowanej rozprawy należy podkreślić przede wszystkim istotną wagę poznawczą, badawczą, techniczną i w znacznym zakresie aplikacyjną, analizowanych w pracy zagadnień mających na celu rozwiązanie złożonego i ambitnie sformułowanego zadania naukowego i inżynierskiego. Realizacja kolejnych jej etapów potwierdziła poprawność przyjętej metody i metodyki postępowania zmierzającej do jednoznacznego udowodnienia bardzo dobrze sformułowanej tezy pracy. Na każdym etapie dysertacji, począwszy od wysoko ocenionego przeze mnie wprowadzenia, podobnie pozytywnie ocenionego przeglądu literatury, poprzez dobór i kompletne badania mikrostrukturalne i wytrzymałościowe analizowanych rodzajów stali z grupy Hardox, badania stopiwa połączeń spawanych wykonanych z tych stali oraz badania ich odporności balistycznej, także szeroką wiedzę jaką Doktorantka zaprezentowała dyskutując, omówione we wprowadzeniu, dotychczasowe prace dotyczące wybranych zagadnień, świetną znajomość merytoryczną opracowywanych zagadnień, pełną i przejrzystą prezentację tych problemów stwierdzam, że Doktorantka wykazała się doskonałymi umiejętnościami badawczymi i aplikacyjnymi przede wszystkim z zakresu, Inżynierii Materiałowej oraz Budowy i Eksploatacji Maszyn wpisując się tym samym swoim opracowaniem w dyscyplinę Inżynieria Mechaniczna.

Biorąc pod uwagę przedstawiony mi do zaopiniowania materiał, oryginalność rozwiązane w rozprawie, zagadnienia naukowego oraz całokształt działań związanych z realizacją dysertacji, a tym samym fakt potwierdzenia umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i badawczej uważam, że przedłożona rozprawa może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatce stopnia doktora nauk technicznych.

Wobec spełnienia wymogów *artykułu 13 ust 1. Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późniejszymi zmianami) w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669 z późniejszymi zmianami)* formułuję wniosek o dopuszczenie mgr inż. Martynty Ziemiak do publicznej obrony opiniowanej pracy jako pracy doktorskiej reprezentującej dyscyplinę Inżynieria Mechaniczna.

Niniejszą opinię przedkładam Panu Prof. dr. hab. inż. Zbigniewowi Gronostajskiemu Przewodniczącemu Rady Dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej zleciendawcy powyższej recenzji.

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej w dyscyplinie inżynieria mechaniczna Politechniki Wrocławskiej

rozprawy doktorskiej
mgr inż. Martyny Zemlik
p.t.

„Wpływ obróbki cieplnej stali Hardox i ich połączeń spawanych na odporność na zużywanie ściernie i obciążenia balistyczne”

Jednocześnie, w przypadku podjęcia pozytywnej decyzji o nadaniu Kandydatce stopnia doktora nauk technicznych, biorąc pod uwagę całość przedstawionego mi do zaopiniowania materiału, oryginalność i kompleksowość zaprezentowanych w ocenianej rozprawie metod i rezultatów naukowych badań podstawowych oraz ściśle z nimi związanych zagadnień technologicznych, przede wszystkim jednak fakt zaproponowania, opracowania i udowodnienia tezy pracy, a tym samym fakt potwierdzenia umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i badawczej, uważam, że przedłożona rozprawa doktorska, przy spełnieniu innych proceduralnych, obowiązujących w Politechnice Wrocławskiej wymagań, kwalifikuje się do wyróżnienia o co niniejszym również wnioskuję .