

**Protokół z publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Kuklińskiego na temat:
„Lasierowe wspomaganie procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną”
w dniu 29 września 2022r.**

I. POSIEDZENIE JAWNE

- 1) Rozpoczęcie posiedzenia jawnego o godzinie 9:00 przez Przewodniczącego Komisji – dr hab. inż. Pawła Twardowskiego, prof. PP:

„Dzień dobry, nazywam się Paweł Twardowski. Witam Szanowną Komisję, Promotorów oraz Recenzentów na publicznej obronie mgr inż. Mateusza Kuklińskiego, jako przewodniczący Komisji przedstawię teraz członków komisji i zacznę od recenzentów – są to dwie osoby zgodnie ze starym systemem – pan profesor Norbert Radek z Politechniki Świętokrzyskiej i pan profesor Radosław Maruda z Uniwersytetu Zielonogórskiego. Pozostałych członków Komisji wymienię w kolejności według listy: profesor Szymon Wojciechowski, profesor Mateusz Barczewski, profesor Michał Kulka, pan dr hab. inż. Jacek Andrzejewski, dr hab. inż. Andrzej Gessner, profesor Paweł Popielarski, profesor Damian Przystacki pełniący funkcję promotora oraz promotor pomocniczy pani dr hab. inż. Aneta Bartkowska. Na początek proszę Sekretarza o odczytanie życiorysu Doktoranta.”

- 2) Odczytanie życiorysu Doktoranta mgr inż. Mateusza Kuklińskiego przez Sekretarza – mgr inż. Martyna Wiciak-Pikuła:

„Dzień dobry, nazywam się Martyna Wiciak-Pikuła i pełnię dzisiaj funkcję Sekretarza, przedstawię Państwu życiorys Doktoranta: Pan mgr inż. Mateusz Kukliński urodził się 22 listopada 1991 r. W 2015 r. ukończył Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie na kierunku Inżynieria Materiałowa ze specjalnością: nowe materiały i technologie. Tematem jego pracy magisterskiej była Analiza struktury i właściwości mechanicznych powłok HV AF w próbie statycznego zginania. Od 2015 r. zdobywał doświadczenie zawodowe jako inżynier działu badań i rozwoju, technolog metalu w różnych firmach oraz jako inżynier projektu w firmie INOX, gdzie pracuje do tej pory. W 2016 r. rozpoczął studia doktoranckie na wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania – czyli na ówczesnym Wydziale Inżynierii Mechanicznej. Prace badawcze związane z realizacją pracy doktorskiej realizował w Zakładzie Obróbki Skrawaniem pod opieką profesora Damiana Przystackiego oraz przy pomocy dr hab. inż. Anety Bartkowskiej w Instytucie Inżynierii Materiałowej. Mgr inż. Mateusz Kukliński jest współautorem wielu publikacji naukowych – posiada 5 publikacji punktowanych zgodnie z listą A wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz materiałów konferencyjnych (5 pozycji w bazie Scopus lub Web of Science). Jego najważniejsze publikacje zostały wydane w latach 2019-2021r. w czasopiśmie Materials (140 pkt. zgodnie z punktacją Czasopism naukowych. Oprócz publikowanych artykułów mgr inż. Mateusz Kukliński brał czynny udział w II Międzynarodowej Konferencji Studentów i Doktorantów w 2018r., gdzie prezentował wyniki swoich badań oraz był wykonawcą w projekcie badawczym realizowanym w ramach projektu LIDER pt.: „Lasierowe wspomaganie toczenia węglików spiekanych napawanych laserowo”. Zdobyte doświadczenie i wiedza w ramach studiów doktoranckich, pozwoliły mgr inż. Mateuszowi Kuklińskiemu na zrealizowanie pracy doktorskiej pt.: „Lasierowe wspomaganie procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną.”

- zapowiedź prezentacji Doktoranta przez przewodniczącego Komisji – dr hab. inż. Pawła Twardowskiego, prof. PP:

„Dziękuję bardzo, przejdziemy teraz do najważniejszej części – proszę Doktoranta o przedstawienie głównych tez pracy oraz omówienie pracy, ma Pan około 20-25 minut.”

- 3) Przedstawienie głównych tez rozprawy doktorskiej, wyników badań i wniosków z pracy – rozpoczęcie prezentacji Doktoranta o godzinie 9:10 – mgr inż. Mateusz Kukliński:

„Szanowni Państwo, nazywam się Mateusz Kukliński i zaprezentuję wyniki badań wykonanych w ramach realizacji mojej pracy doktorskiej, której temat brzmi „Laserowe wspomaganie procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną”. Promotorem pracy był pan profesor Damian Przystacki, natomiast panią promotor pomocniczą dr hab. inż. Aneta Bartkowska. Prezentację rozpocznę od przedstawienia aktualnego stanu zagadnienia, następnie przejdę do przedstawienia celów i tez rozprawy, zakresu i metodyki badań, wyników oraz płynących z nich wniosków. Stopem niklowo-miedziowym, którym zajmowałem się w pracy był stop monel 400 o zawartości niklu około 70% i miedzi około 30%. Ze względu na nieograniczoną wzajemną rozpuszczalność tych pierwiastków jest to stop jednofazowy, a swoje zastosowania zawdzięcza on wysokiej odporności na korozję. Jest odporny na działanie kwasu fosforowego, fluorowodorowego, siarkowego, kwasów organicznych, a także wody morskiej. Z związku z czym jest szeroko stosowany w przemyśle stoczniowym między innymi na elementy napędu, w przemyśle chemicznym na elementy instalacji takie jak zawory, pompy, zbiorniki, reaktory a także na wymienniki ciepła, komponenty dla elektroniki oraz elementy dla architektury. Stop monel 400, pomimo swojej wysokiej odporności na korozję, charakteryzuje się stosunkowo niską twardością, w związku z tym, z racji tego że jest stosowany tam gdzie mamy do czynienia z dużymi przepływami płynów jest on narażony na zużycie. W związku z tym dla wybranych aplikacji należy powierzchnię tego stopu utwardzać. Niestety metody obróbki cieplno-chemicznej, które są stosowane dla utwardzenia stali, są nieefektywne w przypadku stopów niklu, niezawierających w swoim składzie pierwiastków węgliko i azotko-twórczych, wynika to z nikłej rozpuszczalności węgla w strukturze zarówno niklu jak i miedzi, a jeśli chodzi o azot – nikiel tworzy z azotem, kilka związków do których wytworzenia wymagane jest utrzymanie ściśle określonych proporcji stechiometrycznych obu tych pierwiastków, co nie oznacza że badania nad azotowaniem stopów niklu nie są prowadzone. Przykładem jest powstała warstwa przedstawiona na rysunku 7, gdzie po sześciu godzinach procesu udało się uzyskać warstwę o grubości jedynie kilku mikrometrów. W związku z tym, dla utwardzenia powierzchni niklu, przeprowadza się obróbkę cieplno-chemiczną jaką jest borowanie. Borowanie pozwala na utwardzenie powierzchni, ze względu na to, że nikiel tworzy z borem liczne związki o twardości powyżej 1000 HV, które są stabilne w temperaturze otoczenia. Borowanie dyfuzyjne polega na wprowadzeniu elementu obrabianego do atmosfery zawierającej bor – może to być bor w formie stałej, ciekłej lub gazowej. Następnie podgrzania tego układu do temperatury ok. 900°C i utrzymanie tej temperatury przez kilka godzin. Wytworzone w ten sposób warstwy mają grubość kilkudziesięciu mikrometrów, a ich twardość jest kilkukrotnie wyższa od twardości podłoża. Prowadzone były również badania nad borowaniem dyfuzyjnym stopu niklowo-miedziowego, którym zajmuję się w mojej pracy. Efekty były takie, że twardość warstwy wierzchniej była około 3-krotnie wyższa od twardości podłoża. Minusem borowania dyfuzyjnego jest to, że jest to metoda energo i czasochłonna, w związku z tym, że wymagane jest utrzymanie wysokiej temperatury przez długi okres czasu. W związku z tym w mojej pracy, stop monel 400 borowałem laserowo. Proces ten polega na doprowadzeniu do powierzchni obrabianego elementu boru w formie proszku lub pasty i przetopieniu go razem z powierzchnią elementu obrabianego. Proces ten jest szybszy od borowania dyfuzyjnego, pozwala na stopowanie selektywne wybranych części powierzchni obrabianego elementu, a warstwy są grubsze niż po borowaniu dyfuzyjnym – ich grubość wynosi około kilkaset mikrometrów. Mankamentem tej metody jest z kolei uzyskanie wyższej chropowatości powierzchni niż przed obróbką, w związku z tym – jeżeli takie elementy chcemy stosować na elementy maszyn, należy zastosować dodatkową obróbkę wykańczającą. A z racji tego, że monel 400 jest stosowany na elementy napędów, w mojej pracy zbadałem efekty toczenia tych warstw. Dodatkowo, ze względu na to, że warstwy te są materiałem twardym, postanowiłem toczyć te elementy stosując laserowe

wspomaganie toczenia, które polega na doprowadzeniu dodatkowego ciepła do strefy skrawania, co pozwala na uplastycznienie materiału obrabianego, dzięki czemu uzyskuje się niższe siły skrawania, a co za tym idzie – mniejsze zużycie ostrza skrawającego. Co więcej przez efekt uplastycznienia, jest możliwe uzyskanie niższej chropowatości powierzchni obrobionej. Podsumowując, metody nawęglania i azotowania stosowane w celu zwiększenia twardości stali są nieefektywne w przypadku stopów niklu. Po drugie, stopowanie laserowe borem w porównaniu z borowaniem dyfuzyjnym pozwala na uzyskanie grubszych warstw w krótszym czasie i umożliwia borowanie selektywne wybranych części powierzchni. Po trzecie, zastosowanie laserowego wspomaganie toczenia pozwala uzyskać powierzchnię obrobioną o niższych parametrach chropowatości przy mniejszym zużyciu ostrza skrawającego. Co więcej, w literaturze brakuje opisu badań na temat borowania laserowego stopu monel 400 i wpływu parametrów technologicznych na właściwości warstwy wierzchniej. Nie stwierdzono także prac w zakresie skrawania warstw borowanych na stopach niklu w celu badania wymaganego kształtu i chropowatości powierzchni. A także nie analizowano dotychczas wpływu wspomaganie laserowego twardych warstw borowanych na chropowatość powierzchni i trwałość ostrza skrawającego. Cele mojej pracy były dwa, po pierwsze wytworzenie warstwy borowanej o zwiększonej twardości na powierzchni stopu monel 400 w procesie stopowania laserowego o głębokości przetopienia pozwalającej na ocenę ich skrawalności. A także porównanie wybranych wskaźników skrawalności uzyskanej warstwy w procesach toczenia konwencjonalnego i ze wspomaganie laserowym. Na podstawie analizy literatury sformułowałem następujące tezy rozprawy. Pierwsza brzmi: borowanie laserowe stopu monel 400 zwiększa twardość warstwy wierzchniej i poprawia jej odporność na zużycie przez tarcie, a druga: laserowe wspomaganie toczenia stopu monel 400 z warstwą borowaną poprawia trwałość ostrza skrawającego i chropowatość powierzchni obrobionej. W celu potwierdzenia tezy pracy, przeprowadziłem badania podzielone na dwie części. Pierwszym etapem było wytworzenie warstw borowanych na próbkach płaskich w celu określenia parametrów dla wytworzenia następnie warstw na próbkach w kształcie wałka w celu następnie ich toczenia i badanie wytworzonych warstw, po którym przeszedłem do oceny wskaźników skrawalności podczas toczenia konwencjonalnego i wspomaganego laserowo. Pierwszym etapem jak powiedziałem było laserowe stopowanie borem próbek płaskich. Proces ten odbywał się poprzez przetopienie powierzchni próbek o wymiarach 30x20x12 mm z naniesioną na powierzchnię powłoką boru o dwóch różnych grubościach – 100 i 200 mikrometrów. Przetopienie następowało wiązką lasera, którego głowica była zamocowana na ramieniu robota w celu manipulowania położeniem wiązki i odbywało się ono z czterema różnymi prędkościami skanowania, wzdłuż dłuższej powierzchni próbki, po czym laser wracał do swojego pierwotnego położenia przed próbką. Jego położenie było przesunięte o pół milimetra wzdłuż krótszego boku i przetopiona została kolejna ścieżka w odległości pomiędzy poszczególnymi ścieżkami pół milimetra. Przetopienie trwało aż do całkowitego pokrycia próbki warstwą borowaną, jak pokazano na rysunku 15 d. po badaniu próbek płaskich, wytworzyłem próbki na powierzchniach w kształcie wałka. W tym celu wałek z monelu 400 został podzielony na sekcje o szerokości 12 mm, poprzez przetoczenie na nim rowków o szerokości 3 mm. Następnie wałek został pokryty powłoką pasty z borem o grubości 200 mikrometrów i przetopiony z prędkościami 5, 6, 8 i 10 m/min. Powody doboru tych parametrów przedstawię w dalszej części prezentacji, po wynikach badań próbek płaskich. Wałek został umieszczony w celu przetopienia we wrzecionie tokarki, która nadawała mu prędkość obrotową, natomiast wiązka lasera poruszała się z posuwem pół milimetra na obrót w taki sposób aby uzyskać odległości między ścieżkami takie same jak na próbkach płaskich. Z tak wytworzonych próbek wykonałem zgłady metalograficzne, na których widoczne były przekroje wytworzonych ścieżek, zarówno dla próbek płaskich i walcowych. Na tych zgładach metalograficznych zmierzyłem głębokości przetopienia powierzchni oraz analizowałem mikrostrukturę. Mierzona była też mikrotwardość uzyskanych warstw, a także odporność na zużycie przez tarcie – poprzez docisk warstwy borowanej ze stałym obciążeniem do obracającej się przeciw-

próbki o twardości 700 HV. Odporność na zużycie przez tarcie oceniałem poprzez dwa kryteria, pierwszym była głębokość zagłębienia powstałego podczas zużywania, natomiast drugim była różnica masy próbki przed i po przeprowadzeniu próby. Po zbadaniu próbek przeszedłem do ich toczenia wzdłużnego z parametrami podanymi w tabeli 5. Parametrem technologicznym zmiennym był posuw, zastosowałem trzy wartości posuwu, a podczas toczenia ze wspomaganiami laserowymi wyprzedzenie wiązki przed krawędzią ostrza skrawającego wynosił 72 stopnie. Podczas toczenia zarówno konwencjonalnego jak i ze wspomaganiami laserowymi mierzona była siła skrawania przy użyciu siłomierza tokarskiego. Po toczeniu zmierzona została chropowatość powierzchni obrabianej określona parametrami profilu chropowatości Ra i Rz oraz zostały wykonane mapy topografii powierzchni uzyskane na wałku. Także oceniona została trwałość ostrza skrawającego, określona okresem trwałości ostrza, który był czasem potrzebnym do uzyskania na narożu ostrza zużycia VBc równego 0,2 mm i porównanie tego okresu trwałości dla toczenia konwencjonalnego i ze wspomaganiami laserowymi. Teraz przejdę do przedstawienia wyników badań. Na początek próbki płaskie. Ogólnie przy zastosowaniu stałej mocy wiązki lasera, głębokość przetopienia zależy od prędkości skanowania wiązki i maleje ona wraz ze wzrostem prędkości skanowania. W mojej pracy dodatkowo stwierdziłem zależność głębokości od ilości dostarczonego do powierzchni boru. I tak dla prędkości 5 m/min uzyskałem głębokość przetopienia na poziomie 300-400 mikrometrów, natomiast dla prędkości 25 m/min i wyższych od 100 do około 180 mikrometrów. Kolejnym etapem była analiza mikrostruktury uzyskanych warstw. Warstwy te charakteryzowały się strukturą zbudowaną z drobnych kryształów o kilku charakterystycznych orientacjach. Pierwszą orientacją charakterystyczną powstałych kryształitów była orientacja prostopadła do powierzchni próbki, takie kryształy pojawiły się na granicy warstwa – podłoże oraz na zewnętrznej powierzchni próbki. Wynika to z obecnego tam wysokiego gradientu temperatury i uprzywilejowanym kierunkiem krystalizacji był kierunek równoległy do wektora tego gradientu. Co więcej w warstwach w których koncentracja boru na jednostkę objętości, czyli w warstwach wytworzonych z większymi prędkościami skanowania przy mniejszej ilości boru i we wszystkich przy ilości boru 200 mikrometrów, zauważyłem że kryształy krystalizowały zgodnie z kierunkami ruchów konwekcyjnych w ciekłym jeziorce. Co więcej warstwy miały w swojej strukturze obecne pory o wielkości kilku mikrometrów, a w warstwie wytworzonej z ilością boru 200 mikrometrów i przy prędkości 75 m/min pojawiły się pory o wielkości nawet 20 mikrometrów oraz pęknięcia o głębokości wynoszącej głębokość przetopienia tej warstwy. I na podstawie pomiarów głębokości przetopienia oraz analizy mikrostruktury postanowiłem do dalszych badań przeznaczyć próbki z prędkościami skanowania 5 i 50 m/min, ponieważ zauważyłem że głębokość przetopienia nie zmienia się znacznie pomiędzy prędkością 25 i 50 m/min, a w warstwie wytworzonej z prędkością 75 m/min pojawiły się pęknięcia, które tworzą tą warstwę bezużyteczną. Kolejnym etapem był pomiar mikrotwardości wybranych przeze mnie próbek. Podczas pomiaru mikrotwardości, okazało się że w wyniku borowania laserowego uzyskujemy twardość od 2 do 6 krotnie wyższą niż twardość podłoża, co więcej mikrotwardość zależy bardziej od dostarczonego boru niż od zastosowanej prędkości skanowania wiązki. Kolejnym etapem było porównanie odporności na zużycie przez tarcie wytworzonych warstw. Biorąc pod uwagę kryterium głębokości powstałego podczas zużywania zagłębienia, okazało się że warstwy borowane charakteryzują się odpornością na zużycie przez tarcie od 4 do 27 krotnie wyższą w zależności od zastosowanych parametrów procesu. Natomiast biorąc pod uwagę różnicę masy próbek przed i po procesie, była to odporność wyższa od 4 do nawet 200 krotnie. Co więcej warto zaznaczyć, że próbka z czystego monel 400 była poddana próbie przez 5 minut, podczas gdy pozostałe próbki przez 45 minut. Wynika to ze stwierdzenia szepiania materiału próbki i przeciw-próbki i w związku z tym, że ten czas był 9-cio krotnie krótszy, można powiedzieć że odporność na zużycie przez tarcie była jeszcze wyższa niż wynika to z przedstawionych wykresów. Wyniki mikrotwardości oraz odporności na zużycie przez tarcie potwierdzają pierwszą tezę rozprawy. Na podstawie tych badań, stwierdzenia że mikrotwardość zależy

bardziej od ilości dostarczonego boru postanowiłem do dalszych badań, do wytworzenia próbek w kształcie wałka zastosować parametry – grubość boru 200 mikrometrów i prędkość skanowania wiązki 5 m/min. Po przetopieniu pierwszych powierzchni w kształcie wałka, okazało się że przez zmianę przebiegu procesu borowania laserowego, głębokości przetopienia na wałku z prędkością skanowania 5 m/min są prawie 70% wyższe niż na próbkach płaskich. W związku z tym, aby uzyskać zbliżoną koncentrację boru w warstwach borowanych na wałku takich jak na próbkach płaskich, postanowiłem zastosować trzy dodatkowe prędkości skanowania wiązki lasera – 6, 8 i 10 m/min. Okazało się, że głębokość przetopienia na wałku przy prędkości 8 m/min jest bardzo zbliżona do tej uzyskanej przy prędkości 5 m/min na próbkach płaskich. W związku z czym to właśnie tę prędkość postanowiłem zastosować do wykonania próbek w kształcie wałka. Mikrostruktury powstałe na wałku z czterema podanymi prędkościami były bardzo zbliżone do tych na próbkach płaskich, a mikrotwardość w związku właśnie z innym przebiegiem procesu okazała się prawie 30 % niższa, jednak warto zaznaczyć, że była ona dla próbki wytworzonej przy 8 m/min nadal 3 do 4 krotnie wyższa od mikrotwardości materiału podłoża. Następnie przeszedłem do toczenia tych warstw, ale zanim to oceniłem przydatność dobranych przeze mnie wcześniej na podstawie analizy literatury oraz doświadczeń w Zakładzie Obróbki Skrawaniem materiałów narzędziowych do toczenia wytworzonych warstw. W tym celu wybrałem ostrza z dwóch różnych materiałów narzędziowych – regularnego azotku boru oraz polikrystalicznego diamentu. Przy użyciu tych narzędzi toczyłem trzema różnymi narzędziami po jednym odcinku pomiarowym o długości 12 mm i okazało się, że średnie zużycie VBc ostrzy z regularnego azotku boru wynosi 0,23 mm po toczeniu właśnie tych 12 mm. Natomiast w przypadku ostrzy diamentowych było to tylko 0,05 mm, w związku z czym to właśnie te ostrza postanowiłem zastosować w dalszych badaniach. Kryterium VBc zostało ustalone na 0,2 mm. W trakcie toczenia mierzona była siła skrawania F_c zarówno podczas toczenia konwencjonalnego jak i ze wspomaganie laserowym. Przykładowy przebieg tej siły podczas toczenia przedstawia rysunek 44, warto tutaj zauważyć że średnia siła skrawania nieco maleje podczas przebiegu w czasie tego procesu, co prawdopodobnie wynika z coraz większego nagrzewania powierzchni w trakcie toczenia. Po toczeniu mierzone były parametry profilu chropowatości Ra i Rz. W przypadku obu parametrów zauważyłem spadek ich w wyniku zastosowania laserowego wspomaganie toczenia. Parametr Ra zmalał średnio o 12%, natomiast Rz średnio o 20%. Analizując topografię powierzchni można zauważyć brak jednolitego odwzorowania kinematyczno-geometrycznego ostrza. Prawdopodobnie różna objętość usuwanego materiału w trakcie toczenia wynika z obecności w warstwie mikro-porów, które wpływały na powstawanie mikropęknięć w trakcie skrawania. Oraz biorąc pod uwagę duże odchylenie wyników mikrotwardości, prawdopodobnie różne obszary warstw miały różną plastyczność, która została ujednorodniona w wyniku wspomaganie laserowego. Dzięki czemu różnice wysokości pomiędzy nierównościami na powierzchni były mniejsze po zastosowaniu wspomaganie laserowego. I tak jak powiedziałem w trakcie toczenia mierzony był również parametr VBc na powierzchni przyłożenia i okres trwałości ostrza w trakcie toczenia konwencjonalnego wynosił 42 minuty, natomiast podczas toczenia ze wspomaganie laserowym były to 93 minuty, więc można stwierdzić że trwałość ostrza skrawającego uległa ponad dwukrotnej poprawie w wyniku zastosowania laserowego wspomaganie toczenia z zadanymi przeze mnie parametrami. Co więcej, warto zauważyć że ostrze przedstawione na rysunku a) które było zastosowane do toczenia konwencjonalnego posiada na powierzchni przyłożenia widocznie rysy świadczące o typowym zużyciu mechanicznym, które nie są widoczne na ostrzu zastosowanym do toczenia ze wspomaganie laserowym. Na podstawie wyników badań wyciągnąłem wnioski, które podzieliłem na trzy części – wnioski poznawcze, utylitarne i wnioski do dalszych badań. Pierwszy wniosek poznawczy jest następujący: laserowe borowanie powierzchni stopu monel 400 powoduje podwyższenie twardości i odporności na zużycie przez tarcie, właściwości uzyskanej warstwy wierzchniej są silnie zależne od parametrów procesu i pojemności cieplnej obrabianego elementu, laserowe wspomaganie strefy skrawania energią cieplną zmniejsza

w porównaniu z toczeniem tradycyjnym chropowatość powierzchni obrabianej, a także laserowe wspomaganie toczenia stopu monel 400 pozwala na uzyskanie niższej wartości siły skrawania, co znacznie zwiększa trwałość ostrza skrawającego. Z kolei wnioski użytkowe są następujące: po pierwsze ze względu na silną zależność właściwości powierzchni borowanych laserowo od parametrów procesu oraz kształtu wyrobu, przed przystąpieniem do produkcji seryjnej należy każdorazowo wykonać badanie jakościowe warstw na prototypie, po drugie wykazano nieprzydatność ostrzy z regularnego azotku boru podczas toczenia borowanej laserowo powierzchni stopu monel 400 z powodu szybkiego ich zużycia w przeciwieństwie do ostrzy z polikrystalicznego diamentu. Po trzecie obniżenie wartości siły skrawania poprzez zastosowanie cieplnego wspomaganie toczenia jest zależne od warunków laserowego nagrzewania i parametrów technologicznych skrawania. Wnioski do dalszych badań są następujące: po pierwsze z punktu widzenia poznawczego i praktycznego należy przeprowadzić badania metalograficzne warstwy borowanej laserowo po przeprowadzeniu laserowego wspomaganie toczenia, ocenę właściwości warstwy wierzchniej, zmiany mikrostruktury i naprężeń powstałych w wyniku tego procesu, po drugie należy przeprowadzić szerokie badania mające na celu ocenę wpływu rodzaju obróbki i parametrów technologicznych skrawania na właściwości powierzchni obrabianej. Po trzecie stwierdzono znaczne różnice wizualne pomiędzy pasmami starcia naroża ostrza z polikrystalicznego diamentu podczas toczenia konwencjonalnego i ze wspomaganie laserowym, należy w związku z tym przeprowadzić badania w celu oceny mechanizmów zużycia podczas różnych strategii obróbki i ich wpływu na właściwości warstwy wierzchniej po skrawaniu. To wszystko, dziękuję za uwagę i zapraszam do dyskusji.”

- 4) Zakończenie prezentacji Doktoranta o godzinie 9:30 oraz zapowiedź przewodniczącego Komisji o odczytaniu opinii o pracy przez Promotora - dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP:

„Dziękuję bardzo, teraz kolejnym punktem jest opinia o pracy, którą zawsze wygłasza promotor. Rozumiem, że promotor chce taką opinię wygłosić.”

- 5) Odczytanie opinii o pracy przez Promotora - dr hab. inż. Damian Przystacki, prof. PP:

„Tak, pozwolę sobie taką skróconą wersję tej opinii wygłosić, z uwagi na to że część informacji Pani Sekretarz przekazała, w związku z czym większość informacji mieliście Państwo zaprezentowane. Skrócona wersja opinii dotyczy rozprawy doktorskiej mgr. Inż. Mateusza Kuklińskiego pt. „Laserowe wspomaganie toczenia procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną” nakładaną przy użyciu lasera. Praca doktorska Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego miała na celu wytworzenie warstwy borowanej za pomocą lasera na powierzchni stopu monel 400, a następnie ocenę skrawalności otrzymanych warstw za pomocą wybranych wskaźników w procesie toczenia konwencjonalnego oraz toczenia ze wspomaganie laserowym. Doktorant w pracy dokonał analizy literaturowej stanu zagadnienia z zakresu borowania stopów niklu i stopów niklowo-miedziowych, stopowania borem przy użyciu lasera, ocenił strukturę geometryczną powierzchni oraz laserowego wspomaganie skrawania materiałów należących do grupy tzw. materiałów trudnoskrawalnych. Opracował metodykę badań, wpływu parametrów technologicznych na przetopienie warstwy wierzchniej, skonfigurował tory pomiarowe do pomiaru sił i chropowatości niezbędne do wykonania badań oraz przeprowadził wnikliwą analizę uzyskanych wyników badań wstępnych. Na ich podstawie oraz w oparciu o własne doświadczenia sformułował tezy pracy. W pierwszym etapie badań Doktorant skupił się na wytworzeniu warstwy borowanej o zwiększonej twardości oraz odpowiedniej głębokości przetopienia, pozwalającej na ocenę skrawalności. Następnie w wyniku badań skrawalności wytworzył warstwę borowaną, wykazał że cieplne wspomaganie toczenia poprzez zastosowanie energii pochodzącej z wiązki lasera, pozwala na uzyskanie niższej chropowatości powierzchni obrabianej oraz zmniejszenie siły skrawania, a także wzrost trwałości ostrza skrawającego. Dorobek był tu wspomniany, jest to 11 publikacji. Należy podkreślić, że wszystkie są w bazie Scopus i index Hirscha Doktoranta

na dzień wczorajszy wynosił 5, także dosyć wysoko jeżeli chodzi o poziom Doktorantów. Warto podkreślić, że Doktorant uczestniczył jako wykonawca w projekcie Lider, w którym byłem kierownikiem. Dotyczył on wspomagania laserowego toczenia węglików napawanych laserowo i tam właśnie zdobył to doświadczenie, które mógł zastosować w swojej rozprawie doktorskiej. Mgr inż. Mateusz Kukliński cechuje się dużym zaangażowaniem, pracowitością oraz odpowiedzialnością za powierzone mu zadania. Konkludując, stwierdzam że Doktorant zdobył dużą wiedzę w zakresie obróbki skrawaniem oraz inżynierii materiałowej. Pracę doktorską, którą zrealizował w całości oceniam jednoznacznie pozytywnie. Dziękuję za udzielenie głosu.”

- 6) Zapowiedź odczytania opinii o pracy Doktoranta przez Recenzentów - dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP:

„Dziękuję bardzo. Teraz pozostaje odczytanie opinii o pracy przez Recenzentów. Szczegółowe opinie są dostępne na stronie internetowej, więc każdy z członków Komisji miał możliwość się z nimi zapoznać. Moja prośba żeby przedstawić najważniejsze aspekty. Zgodnie z kolejnością – profesor Norbert Radek.”

- 7) Odczytanie opinii o pracy Doktoranta przez pierwszego Recenzenta o godzinie 9:35 – dr hab. inż. Norbert Radek, prof. PŚw:

„Dziękuję bardzo Panie Przewodniczący, tak jak Pan zasugerował oczywiście postaram się esencję przedstawić tej recenzji, ponieważ recenzje są ogólnie dostępne, nie są utajnione także podejrzewam, że wszyscy z Państwa się zapoznali. Tu oczywiście mamy recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego, temat pracy: „Laserowe wspomaganie toczenia procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną”, promotorem pracy jest dr hab. inż. Damian Przestacki, prof. PP, promotorem pomocniczym dr hab. inż. Aneta Bartkowska. Przejdę do tematyki rozprawy, warto podkreślić że w obecnym czasie obserwuje się zainteresowanie technologiami niekonwencjonalnymi oraz wysokowydajnymi procesami obróbkowymi. Oprócz optymalizacji znanych już i stosowanych procesów, efekty przynosi konsekwentne wdrażanie innowacyjnych technologii i tutaj właśnie do takich technologii należy laserowe wspomaganie obróbki skrawaniem z ang. Laser Assisted Machining (inaczej LAM). Badania nad tą technologią rozpoczęły się na świecie w latach 80-tych XX wieku, czyli niedawno można powiedzieć. Natomiast w Polsce to okres lat 90-tych w Politechnice Poznańskiej, warto tu przytoczyć świętej pamięci profesora Kawalca, który był prekursorem. Tematyka pracy doktorskiej Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego dotyczy skrawalności stopu niklowo-miedziowego monel 400 z warstwą borowaną laserowo podczas toczenia konwencjonalnego oraz ze wspomaganie laserowym. Wyżej wymieniony materiał, ze względu na bardzo dobrą odporność korozyjną ma głównie zastosowanie w przemyśle stoczniowym i chemicznym, oraz również w mniejszym stopniu w budownictwie i elektronice. Zastosowanie laserowego wspomaganie toczenia materiałów trudnoskrawalnych np. warstwy borowanej laserowo może przyczynić się do poprawy wskaźników skrawalności tj. parametrów chropowatości powierzchni, trwałości ostrza skrawającego czy zmniejszenia wartości sił skrawania. Dlatego też wybór tematyki pracy uważam za celowy i szczególnie cenny zarówno w aspekcie naukowym, technologicznym a przede wszystkim aplikacyjnym. Recenzowana praca doktorska wpisuje się w aktualne trendy rozwoju innowacyjnych, niekonwencjonalnych technologii wytwarzania i wnosi wymierne korzyści poznawcze jak i użytkowe. Charakterystyka i ocena rozprawy: recenzowana rozprawa zawiera 98 stron podzielonych na 8 głównych rozdziałów, 62 rysunki oraz 10 tabel. Bibliografia zawiera 161 pozycji w tym 8 publikacji z udziałem Autora, które zostały poprawnie dobrane do proponowanej tematyki rozprawy. Warto podkreślić, że około 55% cytowanej pozycji literaturowej jest opublikowana po 2010r., co stanowi bardzo dobry wskaźnik udziału publikacji nowych do ogólnej liczby pozycji przedstawionej w bibliografii. Przedstawiona rozprawa składa się z umieszczonego na początku wykazu oznaczeń i skrótów, streszczenia w języku polskim i angielskim, następnie ośmiu rozdziałów

zasadniczych oraz zawartego na końcu wykazu literatury. Praca napisana jest w układzie klasycznym, z podziałem na część analizy literaturowej zagadnienia oraz część badań eksperymentalnych. Część związana z literaturą stanowi około 48% tekstu. Pozostała część tekstu to przedstawione wyniki badań własnych Doktoranta. Tytuł rozprawy: „Laserowe wspomaganie toczenia procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną”, został sformułowany poprawnie i odpowiada zawartości pracy. Tutaj mam poszczególne rozdziały i będę starał się samą esencję wypunktować. W rozdziale 1 „Wprowadzenie” Autor uzasadnia celowość podjęcia tematyki pracy oraz przedstawia potencjalne zastosowanie stopu niklowo-miedziowego wraz z jego główną wadą, którą jest niestety niska twardość. Rozdział 2 „Analiza stanu zagadnienia” jest dosyć obszerny, chcę to podkreślić. Doktorant dokonuje tutaj ogólnej charakterystyki i właściwości stopu monel 400, skupiając się na jego budowie fazowej oraz składzie chemicznym, z których wynikają potencjalne właściwości użytkowe wyżej wymienionego stopu. Ponadto przedstawia zastosowanie stopu niklowo-miedziowego w różnych gałęziach przemysłu, dużo uwagi poświęca pracom dotyczącym borowania stopów niklu i stopów niklowo-miedziowych. Autor syntetycznie opisuje metody chemiczne i fizyczne borowania powierzchni metali ich podział. Rozdział 2 Autor zakończył podsumowaniem stanu wiedzy z analizy literatury i sformułował kierunki badań dotyczące wspomagania laserowego obróbki skrawaniem stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną laserowo. W mojej opinii rozdział 2 jest trochę przegadany, dla lepszej przejrzystości powinien być podzielony na dwa rozdziały. Rozdział 3 „Cele pracy i zakres badań”, Doktorant formułuje dwa cele pracy, których realizacja pozwoli mu udowodnić postawione tezy. Chciałem podkreślić, że w mojej ocenie rozdziały 3 i 4, czyli zarówno cele pracy jak i tezy powinny być połączone w jeden rozdział. Ponadto, brakuje mi zaplanowanego planu badań w postaci schematu blokowego programu dysertacji. Mam również pewną uwagę odnośnie podanych parametrów struktury geometrycznej powierzchni Ra i Rz, te parametry określają profil chropowatości powierzchni. Rozdział 5 „Metodyka badań”, Autor prezentuje tu materiał wybrany do wykonania próbek o powierzchniach płaskich i w kształcie wałka, sposób przygotowania materiału podłoża, wybór materiału powłokowego, materiały narzędziowe stosowane do skrawania warstw borowanych, parametry stopowania laserowego borem oraz stanowisko badawcze z ich poszczególnymi elementami składowymi. W rozdziale 6 „Warunki badań” Doktorant przedstawia w sposób uporządkowany zakres parametrów oraz cele szczegółowych badań eksperymentalnych. Autor w sposób przemyślany przyporządkowuje rozdziałom siódmej części pracy poszczególne etapy badań. Rozdział 7 dotyczący wyników jak i analiza, prezentuje wyniki badań doświadczalnych wraz z analizą uzyskanych rezultatów. Rozdział ten jest obszerny i stanowi około 21% całej pracy. Wyniki badań eksperymentalnych Autor przedstawia w trzech podrozdziałach, należy tu podkreślić że Doktorant właściwie wykorzystuje zastosowane w pracy techniki badawcze, które posłużyły do oceny wytworzonych warstw powierzchniowych. Wyniki badań Autor bardzo starannie analizuje i interpretuje, co świadczy o jego dużej wiedzy teoretycznej i praktycznej z zakresu technik wytwarzania, inżynierii powierzchni, inżynierii materiałowej oraz tribologii. Dodatkowo wyniki badań są dokumentowane w postaci dobrej jakości fotografii oraz wykresów. Zrealizowane przez Doktoranta badania stanowią cenne uzupełnienie aktualnego stanu wiedzy i są ważnym osiągnięciem naukowym zawartym w niniejszej rozprawie. Rozdział 8 to wnioski końcowe, sformułowano wnioski podsumowujące uzyskane wyniki badań. Autor podzielił wnioski na 3 grupy – poznawcze, utylitarne oraz zaplanowane dalsze kierunki badań. Należy podkreślić, że oryginalny wkład Autora w rozwój dyscypliny inżynierii mechanicznej zaliczam: wybór materiału powłokowego oraz materiału stopującego, szeroki zakres badań eksperymentalnych warstw borowanych laserowo, wnikliwą analizę uzyskanych wyników badań, możliwość zastosowania wytworzonych warstw powierzchniowych w przemyśle stoczniowym, chemicznym oraz energetycznym. Do pewnych mankamentów zaliczam, brak analiz mikrostruktur powierzchniowych z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej z mikroanalizą czyli SEM EDS, brak badań strukturalnych warstw borowanych laserowo metodą dyfrakcji

rentgenowskiej oraz brak badań odporności korozyjnej wytworzonych warstw powierzchniowych. Rozprawę doktorską Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego oceniam bardzo wysoko, stwierdzam że przedstawione wyniki badań poszerzają wiedzę w zakresie laserowego wspomaganie obróbki skrawaniem stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną. Ponadto chciałbym pokreślić, że niniejsza rozprawa doktorska stanowi oryginalny wkład w dyscyplinę inżynieria mechaniczna, a szczególnie w rozwój wiedzy w zakresie technik wytwarzania, inżynierii powierzchni oraz inżynierii materiałowej. Uwagi krytyczne oraz błędy edytorskie, są to głównie literówki, niedoprecyzowania. Chciałem podkreślić, że Pan Doktorant przedstawił mi to w formie pisemnej. Jestem usatysfakcjonowany z tych odpowiedzi, na które pytania zadałem. Uwagi krytyczne zawarte w tym punkcie recenzji nie obniżają wartości merytorycznej i ogólnej pozytywnej oceny rozprawy. Mają one charakter dyskusyjny i porządkowy, co powinno pomóc Autorowi podczas przygotowywania artykułów do czasopism naukowych. W ramach dyskusji proszę żeby Doktorant ustosunkował się do dwóch poniższych pytań. Pierwsze: na jakiej podstawie Autor określił parametry stopowania laserowego borem próbek płaskich i walcowych, czy przeprowadzono optymalizację procesu? I pytanie drugie: jaka jest perspektywa wdrożenia do gospodarki stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną laserowo? I ostatni punkt - wniosek końcowy, wydaje mi się że najbardziej istotny. Reasumując, można stwierdzić, że Doktorant w pełni opanował techniki pomiarowe, przeprowadził szeroko uaktualnione badania i uzyskał oryginalne wyniki zarówno w znaczeniu poznawczym jak i przede wszystkim aplikacyjnym. Recenzowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego. Z lektury dysertacji wynika, że Autor posiada szeroką wiedzę w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna oraz potwierdza nabycie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Zamieszczone w niniejszej recenzji uwagi krytyczne mają w większości charakter dyskusyjny oraz odnoszą się do uchybień natury wydawniczej. Należy podkreślić, że nie rzutują one jednak istotnie na wysoki poziom naukowy rozprawy. Dlatego stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca mgr inż. Mateusza Kuklińskiego pt.: „Laserowe wspomaganie toczenia procesu toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną” spełnia warunki określone w ustawie i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Ponadto, dysertacja zasługuje na wyróżnienie, o co niniejszym wnioskuje. Za wyróżnieniem rozprawy przemawiają moim zdaniem bardzo dobrze przeprowadzone i udokumentowane badania eksperymentalne, uzyskane wartościowe wyniki i wnikliwe przeanalizowanie oraz duże znaczenie aplikacyjne uzyskanych rezultatów badań. Dziękuję bardzo.”

- zapowiedź odczytania opinii o pracy przez drugiego Recenzenta - dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP:

„Dziękuję bardzo, proszę teraz o odczytanie opinii Pana profesora Radosława Marudy.”

8) Odczytanie opinii o pracy Doktoranta przez drugiego Recenzenta o godzinie 9:45 – dr hab. inż. Radosław Maruda, prof. UZ:

„Dziękuję, moja recenzja jest podzielona na trzy punkty. Pierwsze to jest co było podstawą do pracowania recenzji, także tego nie będę Państwu czytał, bo na pewno wszyscy to wiedzą. Następnie punkt pierwszy to jest charakterystyka rozprawy doktorskiej, przez jedną stronę przedstawiam ważność podjętego tematu przez Doktoranta, jak to jest ważne również ze względu na obróbkę skrawaniem i może przejdę do tych najważniejszych rzeczy. Mianowicie, recenzowana dysertacja, w której Autor podjął się dwóch problemów naukowych: wytworzenia warstwy borowanej w celu zwiększenia twardości na powierzchni stopu niklowo-miedziowego oraz oceny skrawalności uzyskanej warstwy podczas toczenia ze wspomaganie laserowym mieści się w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierskich. Tematyka badań jest aktualna i zyskuje coraz bardziej na popularności ze względu na coraz większe zainteresowanie wynikające z potrzeb przemysłu

oraz paradygmatu w inżynierii powierzchni polegającego na zwiększeniu twardości materiałów oraz wspomaganie obróbki skrawaniem materiałów trudnoskrawalnych poprzez zastosowanie lasera. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Kuklińskiego powstała na starannie przygotowanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego. Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński w swojej rozprawie doktorskiej zajął się niezwykle ciekawą, aktualną i przyszłościową tematyką połączenia przygotowania powierzchni metali poprzez zwiększenie jej twardości z analizą skrawalności i jej funkcjonalności. Na podkreślenie wkładu Autora w dyscyplinę inżynierii mechanicznej są przeprowadzone badania tribologiczne przedstawiające wpływ powierzchni borowanych na ich zużycie w węzle tarcia. Pan mgr inż. Mateusz Kukliński wykonał obszerną analizę technik zwiększania twardości warstwy wierzchniej oraz przeanalizował w ten sposób wykonane powierzchnie w kontekście ich dalszego wykorzystania przemysłowego, wykonał badania empiryczne poparte parametryczną analizą wybranych wskaźników skrawalności. Później jeszcze dwa, trzy zdania chwalcące Pana Mateusza. Strukturę rozprawy stanowi wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, streszczenie w języku polskim i angielskim, osiem numerowanych rozdziałów oraz bibliografia. Układ pracy jest prawidłowy – typowy dla prac eksperymentalnych. Tytuł dysertacji jest zgodny z jej treścią, choć być może dobrze byłoby zasignalizować też przedstawioną w dysertacji analizę skrawalności wybranego stopu niklowo-miedziowego z naniesioną warstwą borowaną. Moim zdaniem niefortunnym sformułowaniem jest w tytule „procesu toczenia”, ponieważ toczenie samo w sobie jest już procesem. Wtedy tytuł mógłby brzmieć: Analiza wybranych wskaźników skrawalności po laserowym wspomaganie toczenia stopu niklowo-miedziowego z warstwą borowaną. Wyeksponowane w odrębnym punkcie tezy pracy, są dobrze ugruntowane w dotychczasowym stanie wiedzy, nie mają charakteru trywialnego, ale niestety niezrozumiałym jest słowo „poprawia” użyte w zdaniu „...poprawia trwałość ostrza skrawającego oraz chropowatość powierzchni obrobionej” dla przedstawionej tezy. W mojej opinii druga teza powinna zostać sformułowana: laserowe wspomaganie toczenia stopu monel 400 z warstwą borowaną zwiększa trwałość ostrza skrawającego oraz zmniejsza chropowatość powierzchni obrobionej. Cele pracy sformułowane na stronie 48 podane są w sposób jasny. Zakres badań przedstawiony został w sposób wystarczający, gdzie Autor w głównej mierze skupił się na osiągnięciu założonych celów pracy. wprowadzenie napisane jest przekonująco oraz w sposób jasny. Analiza aktualnego stanu zagadnienia z zakresu podjętej tematyki przedstawiona została w rozdziale drugim. Dobór analizowanych zagadnień jest prawidłowy i jest odzwierciedleniem dotychczasowego stanu wiedzy. Stanowi podstawę do określenia obszaru badań własnych Autora. Jest to także właściwa baza wiedzy do sformułowania przez Autora tezy pracy. Układ tej części pracy oceniam jako logiczny, choć mam pewne uwagi szczegółowe. Tutaj wymieniam 9 uwag szczegółowych, przeczytam tylko dwie żebyście Państwo wiedzieli, że nie są to jakieś wielkie uwagi. Np. strona 15 – Autor napisał: „nieefektywność nawęglania spowodowana jest...” niefortunne sformułowane, proszę o wyjaśnienie, co Autor rozumie przez słowo nieefektywność. Drugie, np. strona 42 – Autor napisał: „...pozwala na obniżenie sił skrawania o około 30%.” – czy Autor nie uważa, że powinien dodać i wymienić: „...pozwala na obniżenie sił skrawania o około 30% w porównaniu do...” – ponieważ brakuje tu porównania, gdzie zostały te siły skrawania obniżone. Przywołania literatury przedstawione przez Autora utrudniają czytelność pracy w kilku przypadkach, zwłaszcza gdy jest ich kilkanaście naraz. Natomiast przy powoływaniu się na istotne dla tematyki prace dobrze jest wymienić nazwisko autora danej pracy np. Krelling i inni. Autor ingerując w rysunki z czasopism zachodnich powinien pod rysunkiem dodać zapis „opracowanie własne na podstawie...” i podać literaturę. Zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego stanowią rozdziały, w których Autor referuje metodykę, wyniki i analizę wyników badań własnych. Są to rozdziały 3,4,5,6 i 7. W tej części pracy, Autor zawarł ogólną charakterystykę materiału podlegającego próbom, opisał stanowisko badawcze oraz przedstawił wyniki badań własnych empirycznych. W rozdziale 5 przedstawiono metodykę badań, w której podano najważniejsze informacje. Tutaj też miałem 9 uwag do tego rozdziału. Przeczytam

tylko niektóre, żebyście Państwo wiedzieli. Np. uwaga 6, strona 59 – Autor prowadząc badania tribologiczne podał, że do węzła tarcia dostarczono kilka kropel wody. Dlaczego zastosowano wodę,

a nie jak zawsze w tego typu badaniach olej. W rzeczywistych węzłach tarcia stosuje się olej, którego głównym zadaniem jest smarowanie a woda ze względu na swoje właściwości ma na celu tylko chłodzenie. Dodatkowo Autor mógł określić dokładnie wydajność wody a nie zastosować ogólny zapis „do strefy zużycia doprowadzono w każdym przypadku kilka kropel wody.” Kolejna uwaga, przeprowadzając badani na maszynie tarciovo-zużyciowej typu Amsler A-135 zgodnie z normą strefa styku próbki i przeciw-próbki nie nazywa się „strefą zużycia” tylko „węzłem tarcia”. I to jest takich 9 uwag. Rozdział szósty, w którym przedstawiono warunki bada w moim odczuciu jest niepotrzebny. Najważniejsze informacje przedstawione w tym rozdziale Autor powinien umieścić w rozdziale 5 albo stworzyć podrozdział do rozdziału 5. Rozdział siódmy stanowi porównanie wyników badań laboratoryjnych oraz ich analizę. Cały rozdział ułożony jest w poprawny z metodologicznego punktu widzenia ciąg. Wszystkie badania zostały przedstawione w sposób prawidłowy a ich wyniki bardzo dobrze zaprezentowane w sposób graficzny. Mocną stroną pracy są zdjęcia mikrostruktury powierzchni borowanych laserowo dla powierzchni płaskich i walcowych oraz umieszczenie na rysunkach opisu najważniejszych zmian. Moje zapytania i uwagi do tej części pracy są następujące. Tutaj wymieniam 12 uwag, przeczytam przykładowe dwie uwagi. Uwaga druga, strona 69 – podrozdział 7.1.3 zaprezentowano wyniki zmian mikrotwardości powierzchni po borowaniu laserowym dla prędkości skanowania wiązką lasera 5 m/min oraz 50 m/min. Dlaczego Autor nie wykonał takich samych badań dla prędkości wiązki lasera 25 m/min i 75 m/min, gdzie w podrozdziale 7.1.2 przedstawia mikrostruktury powierzchni dla wszystkich badanych zmian prędkości vl. Strona 71 – Autor wykorzystując maszynę tarciovo-zużyciową typu Amsler A-135 do badań właściwości tribologicznych przedstawił tylko zużycie wagowe oraz głębokość strefy pasma zużycia. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego Autor nie skorzystał ze wszystkich możliwości aparatury. Autor powinien przedstawić nie tylko informacje dotyczące wielkości zużycia, ale również zjawisk fizycznych zachodzących w węzle tarcia. Dlaczego Autor nie monitorował współczynnika tarcia (chwilowy albo średni), oraz temperatury w węzle tarcia. Autor powinien również zmierzyć szerokość pasma zużycia na próbce i znając średnicę przeciw-próbki mógłby wówczas obliczyć wartość intensywności zużycia objętościowego. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego Autor nie przestawił tak ważnych informacji z punktu widzenia badań tribologicznych. Są też takie uwagi mniej istotne np. 78 dlaczego Autor wybrał kryterium stępienia ostrza na poziomie $V_{Bc}=0,2$ mm. Np. jeszcze strona 84 – rysunek 62 – dlaczego Autor przedstawił widoki zużycia ostrza skrawającego obracając rysunki o 180 stopni. Wnioski sformułowane na końcu pracy zostały w sposób prawidłowy podzielone na wnioski poznawcze, utylitarne i dotyczące dalszych badań. Wnioski końcowe są istotne z praktycznego punktu widzenia, natomiast niektóre punkty wniosków przedstawione są w sposób uproszczony, ponieważ wydają się być raczej obserwacyjne niż przedstawiające wartości naukowe. Na podstawie wyników badań pewne ogólne i podstawowe wnioski naukowe powinny być przedstawione. Ze swojej strony proponuję także w bardziej widoczny sposób przedstawić odpowiedź na tezy pracy. przed wnioskami brakuje moim zdaniem krótkiego podsumowania pracy. Literatura zamieszczona w końcowej części pracy jest bardzo obszerna. Autor analizuje i cytuje najnowszą światową literaturę, która została sformatowana jednakowo z zasadą kolejności cytowania. Ogólne uwagi do rozprawy doktorskiej, tutaj mam 6 uwag, np. wszystkie zmienne powinny być pisane kursywą, Autor niefortunnie używa kilkakrotnie nazewnictwa niski i wysoki w wielu miejscach rozprawy doktorskiej np. strona 4 „...na uzyskanie niższej chropowatości...”, powinno być mniejszej chropowatości. Punkt drugi – ocena rozprawy doktorskiej. Omawiana rozprawa doktorska jest próbą oceny dwóch ważnych problemów badawczych. W pierwszym Autor zwraca uwagę na znaczenie parametrów stopowania laserowego borem powierzchni płaskich i walcowych stopu Monel 400. Drugim zagadnieniem badawczym opisanym w dysertacji jest ocena wybranych

wskaźników skrawalności podczas toczenia ww. stopu ze wspomaganie laserowym. Przedstawione wyniki w recenzowanej rozprawie doktorskiej są w stopniu zadowalającym jak na zakres prac wykonanych przez Doktoranta. Jego praca jest samodzielna, co świadczy o dojrzałości naukowej i doświadczeniu w prowadzeniu prac badawczych. Pan mgr inż. Mateusz Kukliński w swojej rozprawie opisał w spójny oraz logiczny sposób zaplanowane i zrealizowane eksperymenty. Doktorant w pełni zrealizował swój cel. Przedstawioną rozprawę ocenić można w dwóch aspektach: merytorycznym oraz edytorskim. Zaczynając od tego drugiego należy stwierdzić, że Autor posługuje się poprawnym językiem, słowa dobrane są w sposób przemyślany i ze zrozumieniem treści jakie ze sobą niosą. Rysunki wykonane są starannie oraz wplecione są umiejętnie w całość. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy jest stosunkowo łatwe. Wczytując się natomiast w treść można dostrzec pewne drobne niedociągnięcia stylistyczne i językowe. Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został w sposób zadowalający. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, albowiem w większości odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników. Nie mogą więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości pracy. Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została dobrana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególnymi rozdziałami jest logiczny, choć moim zdaniem, można by go nieco zmodyfikować wykorzystując podane przeze mnie wcześniej sugestie, zwłaszcza dotyczące treści, rozdziału szóstego oraz podrozdziału 7.3.1. Zbiór pojęć jakimi posługuje się Autor, jest na ogół poprawny. Zdarzają się pewne stylistyczne niedociągnięcia, ale raczej wynikające z niezbyt fortunnego tłumaczenia z literatury anglojęzycznej. Strona ilustracyjna pracy jest bez większych zastrzeżeń, redakcja rozprawy zaś wykazuje pewne niedociągnięcia. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem kilka błędów korektorskich, stylistycznych, gramatycznych i drobnych nieścisłości. Zazaczyłem to w tekście, niektóre z nich przedstawiłem powyżej. Listę drobnych uwag zaś dotyczących stylistyki, korekty i redakcji przekazane zostaną Autorowi. Warunkiem dysertabilności rozprawy doktorskiej jest jej związek z problemem poznawczym lub metodologicznym bezpośrednio lub pośrednio wpływającym na stan wiedzy. W przypadku recenzowanej rozprawy warunek ten jest spełniony pod względem pierwszego z wymienionych aspektów, co wykazałem w analizie rozprawy. Rozprawa jest w wystarczającym stopniu poprawna metodologicznie, gdyż zawiera elementy, które w metodologii nauk określa się jako etapy badania naukowego. Przedstawioną do oceny rozprawę oceniam pozytywnie jako pracę wartościową, zawierającą niezbędny materiał dla pracy doktorskiej. Podsumowując stwierdzam, że rozprawa Pana mgr inż. Mateusza Kuklińskiego: spełnia wymóg wykazania jego ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie, spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego i wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autora pracy naukowej. Wniosek końcowy. Całość oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Kuklińskiego na temat, który niedawno jeszcze był tu wyświetlony, umożliwia sformułowanie wniosku o spełnieniu warunków określonych ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku i dopuszczeniu jej do publicznej obrony przed radą Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej w ramach dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Dodam tylko, że na wszystkie uwagi uzyskałem odpowiedzi, z których tak jak mój przedmówca jestem usatysfakcjonowany. Prosiłbym tylko, żeby w szczególności odnieść się do tych dwóch uwag: dlaczego zastosowano w węzle tarcia wodę i dlaczego nie skorzystano z pozostałych możliwości przy badaniach tribologicznych – czyli dlaczego nie określono np. intensywności zużycia? Dziękuję.”

9) Zapowiedź i prośba o odniesienie się do uwag zamieszczonych w opiniach Recenzentów o godzinie 10:00 - dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący):

„Dziękuję bardzo. Pozostaje teraz ustosunkować się do uwag recenzentów. Oddaję głos Doktorantowi.”

- odpowiedź na uwagi recenzentów – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński:

„Dziękuję. Najpierw może ustosunkuję się do uwag pierwszego profesora. Pierwsza uwaga dotyczyła parametrów procesu, wybór i czy była przeprowadzona optymalizacja. Optymalizacji nie przeprowadziłem tych parametrów, natomiast zanim jeszcze przeprowadzałem badania na stopie monel 400. Przeprowadzono badania z tymi samymi parametrami innego stopu niklu, na którym stwierdziłem przetopienie powierzchni tego stopu z odpowiednimi głębokościami. To był stop Waspaloy. Postanowiłem później wstępnie przenieść te parametry na próbki z monelu 400, zarówno czyste jak i borowane laserowo. Po stwierdzeniu, że te wyniki są satysfakcjonujące tak jak pokazałem w pracy, postanowiłem kontynuować badania z tymi parametrami. Jeżeli chodzi o parametry zastosowane na wałku to tak jak mówiłem w prezentacji, wynikają one z moich chęci uzyskania podobnej głębokości przetopienia i tym samym koncentracji boru w warstwie borowanej, jak w próbkach płaskich, które zbadałem odpowiednio wcześniej i chciałem dla nich przeprowadzić toczenie. Jeśli chodzi o aplikację borowania laserowego to z tego co się orientuję, aktualnie istnieje kilka firm które zajmują się borowaniem dyfuzyjnym stopów niklu to jest firma Bodycote, która jest w Stanach Zjednoczonych. Jest też jedna firma ogólnoswiatowa Richter Precision. Prowadzą one borowanie dyfuzyjne i sądzę, że jeżeli chodzi o borowanie laserowe to jest tu możliwość aplikacji. W przypadku stwierdzenia poprawy odporności na zużycie elementów na wybranych częściach powierzchni, ponieważ jest to bardziej energooszczędny proces niż borowanie dyfuzyjne, w takich przypadkach jeżeli chcielibyśmy uzyskać określoną twardość na wybranych częściach powierzchni.”

„Dziękuję.” - dr hab. inż. Norbert Radek, prof. PŚ (pierwszy Recenzent).

„Jeżeli chodzi o drugie uwagi, to do węzła tarcia została doprowadzona woda, ponieważ we wstępnych próbach okazało się, że temperatura w węźle tarcia jest na tyle wysoka, że mieliśmy do czynienia ze szczepieniami cząstek. W związku z czym, woda została doprowadzona żeby ochłodzić węzeł tarcia oraz dodatkowo, żeby usunąć te produkty zużycia. Co więcej była to woda, a nie olej ponieważ w przypadku oleju zużycie to mogłoby trwać znacznie dłużej, co utrudniłoby uzyskanie takich samych warunków dla tej próby. To jest moja odpowiedź dlaczego została doprowadzona woda. I jeszcze drugie pytanie to było dlaczego nie wykorzystano wszystkich możliwości Amslera. Ponieważ postanowiłem porównać tylko odporność na zużycie przez tarcie tych próbek dwoma kryteriami w trakcie badań. Uznałem to za wystarczające dla potrzeb moich badań, ponieważ wystarczyło to aby wykazać tezę pracy jaką była poprawa odporności na zużycie przez tarcie w wyniku zastosowania borowania laserowego.” – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„Proponuję mając te wyniki proponuję dorobić tylko intensywność zużycia, bo to później bardzo fajnie wygląda w publikacjach.” – dr hab. inż. Radosław Maruda, prof. UZ (drugi Recenzent).

„Rozumiem, że przeliczyć to i przedstawić w takiej formie.” - Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„Tak, dokładnie. Ja dziękuję.” – dr hab. inż. Radosław Maruda, prof. UZ (drugi Recenzent).

„Rozumiem, że Recenzenci są usatysfakcjonowani.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Tak, nawet bardzo.” – dr hab. inż. Norbert Radek, prof. PŚ (pierwszy Recenzent).

„Tak, jesteśmy zadowoleni.” – dr hab. inż. Radosław Maruda, prof. UZ (drugi Recenzent).

10) Otwarcie dyskusji przez Przewodniczącego o godzinie 10:05 – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP:

„Szanowni Państwo, otwieram teraz dyskusję. Proponuję trochę zmienić, a mianowicie proponuję zadawać pytania bezpośrednio. Doktorant będzie od razu na nie odpowiadał, a nie tak jak było do tej pory, że zapisywaliśmy na kartkach. Tak chyba będzie lepiej. Zachęcam do zadawania pytań.”

„Ja mam pytanie. W jaki sposób Pan nanosił ta warstwę boru i wiemy, że grubość warstwy to jest 200 mikrometrów. To mnie zainteresowało.” – dr hab. inż. Andrzej Gessner (członek Komisji).

„Stosowałem grubościomierz, który wskazywał wyniki z dokładnością do 1 mikrometra. To był grubościomierz firmy Elcometer, grubość została określona właśnie na podstawie tych pomiarów. Dla każdej warstwy, na każdej próbce wykonywałem po 12 pomiarów i grubość warstwy powłoki boru naniesionej na próbkę mieściła się w zakresie 100 lub 200 plus/minus 10 mikrometrów dla każdego przypadku. Powłoki te były nanoszone pędzelkiem. Po przygotowaniu pasty, która składała się z amorficznego boru w formie proszku, sodowego szkła wodnego i wody destylowanej. Te proporcje też dobrałem wcześniej, ponieważ musiały one być odpowiednie żeby uzyskać odpowiednią zwilżalność tej pasty na powierzchni. Po naniesieniu czekałem, aż ta warstwa wyschnie. Tych warstw żeby uzyskać powłokę o tej grubości było kilka, następnie dokonywałem pomiaru i tak przygotowaną powłokę przetapiałem.” – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„Dziękuję. To wystarczy.” – dr hab. inż. Andrzej Gessner (członek Komisji).

„Proszę o kolejne pytania.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Ja mam pytanie. Z czego wynikała różnica w głębokości przetopienia w przypadku powierzchni płaskich?” – Doktorant mgr inż. Michał Szymański.

„Wynikało to z tego, że te procesy przeprowadzane były w trochę inny sposób. Już pokażę. W przypadku próbek płaskich proces wyglądał tak, że wiązka lasera przejeżdżała przez powierzchnię próbki. Dodatkowo próbka płaska była umieszczona na blasze stalowej, która odprowadzała ciepło z próbki. W związku z czym kiedy laser znajdował się już za próbką, to podczas tego czasu kiedy wiązka lasera nie nagrzewała próbki płaskiej ciepło było odprowadzane do blachy stalowej, więc można powiedzieć, że próbka płaska była chłodzona w tym czasie. Przez co podczas kolejnego przejścia wiązki lasera przesuniętej o pół milimetra, nagrzewanie było tak jakby prowadzone od zera na próbce, która miała już temperaturę otoczenia lub zbliżoną, po oddaniu tego ciepła. Natomiast w przypadku wałka, wzrost tej głębokości przetopienia moim zdaniem wynika z tego, że w trakcie kiedy laser znajdował się np. w tym punkcie wałka (pokazuje rysunek na prezentacji) i to miejsce tak jakby oddawało ciepło w głąb materiału, laser ciągle nagrzewał drugą część/ pozostałą część obwodu tego wałka, w związku z czym ciepło nie zostało odprowadzone, a wręcz przeciwnie było nadal doprowadzane do tego materiału. W związku z czym podłoże było bardziej nagrzane podczas kolejnego przejścia lasera przez dany punkt, po przesunięciu o pół milimetra. W związku z czym ta głębokość była wyższa niż na próbce płaskiej. Należało, więc podnieść prędkość skanowania żeby uzyskać płytsze warstwy.” – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„Dziękuję.” – Doktorant mgr inż. Michał Szymański.

„Dziękuję również. Kolejne pytania. Kto z Państwa ma.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Ja może tak bym zapytał, bo na którymś slajdzie przy borowaniu dyfuzyjnym pokazał tam Pan mikrostrukturę, w której występowały krzemki.” – prof. dr hab. inż. Michał Kulka (członek Komisji).

„Tak zgadza się.” – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„Mógłby Pan to pokazać? Skąd te krzemki?” – prof. dr hab. inż. Michał Kulka (członek Komisji).

„Tak już pokazuje. Wynika to z tego, że to jedyne badanie z którym się spotkałem jeżeli chodzi o borowanie dyfuzyjne monelu 400 było przeprowadzane z proszkiem boru zawierającym właśnie węglík krzemu w składzie. Autorzy tutaj przedstawili na podstawie analizy składu fazowego, że te węgliki krzemu były obecne w pierwszej strefie uzyskanej warstwy (pokazuje rysunek na prezentacji), natomiast druga strefa zawierała głównie borki niklu powstałe w strukturze monelu 400 i twardość tej warstwy drugiej na podstawie tego wykresu, można stwierdzić że wynosi od około 400 do 600 HV, dlatego powiedziałem że ta twardość jest o około trzy krotnie wyższa, a nie jeszcze wyższa ponieważ te pierwsze punkty na tym wykresie bliżej powierzchni odnoszą się typowo do tych krzemków.” – Doktorant mgr inż. Mateusz Kukliński.

„No tak, właśnie niestety wielu autorów stosuje do tego borowania stopów niklu takie konwencjonalne, handlowe proszki typu EK-bor, które mają SiC i to powoduje, że taki efekt się uzyskuje. A krzemki powodują chropowatość, zmniejszają twardość, w związku z tym taka struktura właściwie jest bezużyteczna, można tak powiedzieć. Do tych stopów niklu stosuje się specjalnie proszki, jest nawet EK-bor specjalny, oznaczony EK-bor-Ni - on jest właśnie bez SiC. Co prawda firma dosyć chroni ten skład, nam na przykład nie chcieli tego sprzedać. Zresztą składu tego proszku nigdzie nie można znaleźć w literaturze, więc nawet jak oni to komuś sprzedają to pewnie są takie zastrzeżenia. Jednak są takie publikacje - niektórym sprzedają, są pokazywane badania zużycia właśnie tego proszku EK-bor-Ni typowo do stopów niklu. To są firmy, które też są nastawione na usługi „wy nam przyslijcie to my Wam zrobimy jaką grubość warstwy chcecie i później możecie badać”. – prof. dr hab. inż. Michał Kulka (członek Komisji).

„Kolejne pytania?” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

11) Zamknięcie dyskusji i części jawnej o godzinie 10:13 – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji):

„Jeżeli nie ma pytań, to Szanowni Państwo zamykam w tym momencie dyskusję i część jawną. Udamy się teraz na część niejawną. Proszę poczekać, my wrócimy za 15 minut.”

II. POSIEDZENIE NIEJAWNE

1) Rozpoczęcie posiedzenia niejawnego o godzinie 10:15 przez przewodniczącego Komisji – dr hab. inż. Pawła Twardowskiego, prof. PP:

„Szanowni Państwo, rozpoczynam posiedzenie niejawne. Proponuję przeprowadzić tą część w miarę sprawnie. Zwyczajowo na początek oczywiście każdy powie jedno/ dwa zdania na temat doktoranta. I zaczniemy od naszych gości. Co na jego temat Panowie myślicie – uwagi, opinie.

„Co więcej można powiedzieć. Forma przebiegła w prawidłowy sposób, praca ma zarówno aspekty poznawcze, uytularne, naukowe, technologiczne a co najważniejsze aplikacyjne. Najważniejsze jest, że praca lokuje się w naukach inżynieryjno-technicznych z dyscypliny Inżynieria Mechaniczna – to jest jakby podstawa. Autor przeprowadził rzetelną analizę uzyskanych wyników badań – bardzo wnikliwie, wyciągnął pozytywne wnioski, zaproponował kierunki dalszych badań. Tutaj na podkreślenie mojej opinii zasługuje to, że jest autorem wielu publikacji, w tym trzech które posiadają wysoki współczynnik Impact Factor, w bazie Scopus index Hirscha wynosi 5. Uważam, że jak na doktoranta jest on bardzo

wysoki. Oczywiście będę głosował za przyjęciem rozprawy oraz podtrzymuję wniosek o wyróżnienie. Dziękuję bardzo.” – dr hab. inż. Norbert Radek, prof. PŚw (Recenzent).

„Dziękuję. Kolejny recenzent.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Chciałem się wypowiedzieć też na temat prezentowania wyników, które były przed chwilą zaprezentowane naszemu gremium. Uważam, że bez tremy, był w temacie, nie błędził, na pytania odpowiadał prawidłowo, co też ma duże znaczenie właśnie przy obronach prac doktoranckich. Orientował się w temacie, co również świadczy o tym, że za bardzo chyba nikt mu aż tak mocno nie pomagał w tej pracy doktorskiej. Mam tu na myśli Pana Promotora. Tylko samodzielnie tworzył tą pracę, co właśnie było widać podczas prezentacji pracy. Zaprezentowane wszystkie rzeczy w jego życiorysie tylko przemawiają na plus i również przychylam się o dalszym procedowaniu żeby wszystko poszło na Radę Dyscypliny o nadanie tytułu dr inż. nauk inżynieryjno-technicznych. Dziękuję.” - dr hab. inż. Radosław Maruda, prof. UZ (Recenzent).

„Szanowni Państwo, teraz w kolejności według listy profesor Szymon Wojciechowski”. – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Dziękuję bardzo, ja też w pełni przychylam się i popieram moich przedmówców. Zarówno bardzo duża swoboda prezentacji, odpowiedzi na pytania – nie musiał się zastanawiać, on to czuje, widać że dużo nad tym przesiedział, że robił dużo badań – widać, że to jest gro badań. Odnośnie opinii kolegi Recenzenta, że brakowało tych badań – rzeczywiście można by te badania zużyciowe dorobić, ale i tak tych badań już było dużo, bo ta praca składała się z dwóch części – z tej materiałowej i z tej części skrawalnicze, gdzie badano skrawalność ostrzy i skrawalność materiału obrabianego. Szerokie badania, wyjaśnienie było naukowe tych wyników badań, co jest bardzo ważne. To nie było raportowanie, że jest jakaś zależność na wykresach, co jest bolączką niektórych doktorantów, więc moim zdaniem jest dojrzały na tyle żeby uzyskać z pewnością stopień naukowy doktora, prowadzić dalsze badania i co jest jeszcze bardzo istotne, jego wskaźniki bibliometryczne też są na relatywnie wysokim poziomie w naszej dyscyplinie i w tematyce obróbki skrawaniem, co nie jest tutaj takie łatwe. Mogę powiedzieć dla porównania, mieliśmy na Radzie Dyscypliny teraz kandydata, który wystąpił z wnioskiem o procedowanie w kierunku nadania stopnia doktora habilitowanego i ta osoba miała index Hirscha – 1, tutaj porównanie jest dosyć duże, a to jest dopiero doktorant. Oczywiście nie chcę tutaj nikogo w żaden sposób deprecjonować, natomiast to świadczy tylko o dużej dojrzałości więc jak najbardziej jestem za nadaniem stopnia doktora nauk technicznych. Dziękuję bardzo.” – dr hab. inż. Szymon Wojciechowski, prof. PP (Członek Komisji).

„Dziękuję również. Kolejna osoba – profesor Mateusz Barczewski.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Myślę, że tutaj w kwestiach merytorycznych Recenzenci absolutnie wyczerpali temat i zweryfikowali poprawność przygotowania tej pracy. Ja nie jestem zupełnie z branży skrawalniczej, ale jestem częstym gościem w Zakładzie Obróbki Skrawaniem i tutaj myślę, że coś co powinno być podkreślone to, że mimo to że Mateusz z tego co wiem realizuje się zawodowo poza Politechniką, to on wieczorami po godzinach po normalnej pracy spędzał czas w laboratorium wykonując te badania. Widziałem też aktywny udział we wcześniejszych projektach badawczych. Jeżeli chodzi o większą ilość badań to z racji, że my w naszej branży nigdy nie jest tych badań za mało i dążymy zawsze do tego żeby jak najbardziej zweryfikować każdą możliwą tezę w taki bardzo szczegółowy sposób, to muszę przyznać że tutaj coś czym może nie imponuje, ale zasługuje na bardzo dużą pochwałę to fakt, że doktorant w sposób taki dosyć zdecydowany potrafił powiedzieć, że wykonał badania które były istotne do potwierdzenia jego tezy, więc tutaj ten dobór badań taki świadomy i tak faktycznie powiedzenie sobie w pewnym momencie dość, też jest tutaj bardzo istotne. Też świadomość jakby możliwości, że potrafił odpowiednio dobrać

badania do założonych celów. Jak najbardziej przychylam się do pozytywnego rozpatrzenia.” – dr hab. inż. Mateusz Barczewski, prof. PP (Członek Komisji).

„Dziękuję, teraz kolejna osoba – profesor Michał Kulka.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Prezentacja bardzo mi się podobała. Sama praca też. Oprócz tych aspektów niewątpliwych związanych z inżynierią mechaniczną, są też aspekty inżynierii materiałowej, co należy też podkreślić, bo praca ma dość interdyscyplinarny charakter. Kandydat wykazał się dość dużą wiedzą z zakresu borowania, co mnie szczególnie cieszy. Dość sprawnie potrafił odpowiedzieć na wszystkie pytania i być może faktycznie jak tu Pan profesor mówił o tych badaniach mikrostruktury, to ja też od razu bym tam badał skład fazowy, zatrudnił skaning ale to już by była tak stricte inżynieria materiałowa, gdybyśmy tak wchodzili w te tematy. Aczkolwiek, oczywiście inżynieria materiałowa wyrosła z inżynierii mechanicznej w związku z tym, te związki są bardzo ścisłe i zawsze będą. W związku z tym można by tutaj też dalej rozszerzać, ale tak jak przedmówcy mówili tych badań było bardzo dużo. Także, mi oczywiście praca się bardzo podobała i będę za przyjęciem rozprawy.” – prof. dr hab. inż. Michał Kulka (Członek Komisji).

„Dobrze, dziękuję bardzo. Kolejna osoba dr hab. inż. Jacek Andrzejewski.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Ja może z racji tego, że jestem podobnie jak kolega z Zakładu Tworzyw Sztucznych poza tematem to tylko może podkreślę, że jeżeli chodzi o samą obronę i powiedzmy też przy okazji interakcje dotyczące odpowiedzi na pytania Recenzentów, no to jak najbardziej trzeba pochwalić kandydata i tak rzucając okiem na pracę doktorską i dorobek publikacyjny to można tylko pochwalić doktoranta i przyznać mu tytuł. Także tyle z mojej strony.” – dr hab. inż. Jacek Andrzejewski (Członek Komisji).

„Dziękuję, teraz dr hab. inż. Andrzej Gessner.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Dziękuję. Mam oczywiście pozytywne zdanie na temat doktoranta, to wynika przede wszystkim z pozytywnych recenzji ekspertów, którzy się wypowiedzieli w tym temacie. Poza tym dużo zostało tutaj powiedziane, i o wskaźnikach bibliometrycznych i na temat badań, szerokiego zakresu tej pracy. Dla mnie to co się wyróżnia i co ja bym tutaj podkreślił to utylitalny charakter tej pracy – można to zastosować w konkretnych przykładach, w praktyce przemysłowej żeby poprawić warstwę wierzchnią. To tyle. Dziękuję.” – dr hab. inż. Andrzej Gessner (Członek Komisji).

„Profesora Pawła Popielarskiego nie ma, jest na Konferencji. Jest usprawiedliwiony. Teraz ma głos Promotor i Promotor pomocniczy. Zaczniemy od Promotor pomocniczej dr hab. inż. Anety Bartkowskiej.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Uważam, że doktorant jest bardzo pracowity, połączył te dwie dyscypliny na pograniczu materiałowa a inżynieria mechaniczna, oczywiście z tym naciskiem na mechaniczną, bo z tej dyscypliny broni ten doktorat, ale jego zaangażowanie było widoczne podczas realizacji całej pracy. Szczerze mówiąc pierwszy raz go słyszałam publicznie, bo zawsze gdzieś mnie nie było/ gdzieś byłam na wyjazdach. Tak jak było to wspomniane przez przedmówców, ładnie się wypowiadał, był w temacie i umiał precyzyjnie odpowiedzieć na pytania zadane przez Komisję czy publikę. Też popieram, oczywiście bez prawa głosu za nadaniem tytułu. Dziękuję.” – dr hab. inż. Aneta Bartkowska (Promotor pomocniczy – bez prawa głosu).

„Dziękuję, teraz Promotor.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„Dziękuję za udzielenie prawa głosu. Ja przede wszystkim chciałbym przedstawić trochę historii osobom, które się tu znajdują. Profesor Michał Kulka zadzwonił kiedyś do mnie, że zgłosił się do niego kandydat z WAT-u z Inżynierii Materiałowej i chciałby robić doktorat. Profesor nie miał miejsca, ponieważ miał tych doktorantów sporo. Pierwsze moje wrażenie było takie trochę negatywne, bo to nie moja dziedzina, ale na spokojnie przemyślałem temat i zadzwoniłem do Pani Anety Bartkowskiej. Pomyślałem, że w sumie będzie to fajna przyгода połączenie dwóch dyscyplin. Może coś fajnego z tego wyjdzie i oddzwoniłem, że jednak możemy z nim porozmawiać. Przyszedł i muszę przyznać, że zrobił bardzo dobre wrażenie. Pewny siebie tak jak dzisiaj się zaprezentował, wiedział co chce, od razu powiedział, że na Uczelni nie chce zostać i będzie robił to popołudniami. Tak też rzeczywiście było. Wiadomo ile czasu należy poświęcić żeby rozprawę doktorską przygotować, ale przynajmniej był szczery i ustaliliśmy pewne warunki. Tą pierwszą część prowadziła Pani Aneta Bartkowska od tej strony materiałowej, także dziękuję tak to powinno wyglądać. Nie był to Promotor pomocniczy, który jest tylko dopisany żeby mieć coś w dorobku, tu rzeczywiście Pani Aneta pracowała ciężko i pomagała Mateuszowi w każdej chwili i za to jej dziękuję. Natomiast jeżeli chodzi o tą część drugą, ja prowadziłem obróbkę skrawaniem i ograniczyliśmy te badania. Faktycznie, można by z jednej i z drugiej strony poprowadzić je szerzej, bo takie też odczucia mieliśmy, że temat można by jeszcze bardziej przeanalizować. Z drugiej strony wiedzieliśmy, że musimy też zrobić część związaną z obróbką skrawaniem. Tam też, można by dołożyć parametrów czy zrobić to szerzej, ale te badania – zwłaszcza trwałościowe były bardzo czasochłonne. Tak jak wiemy trwałość ostrza przy wspomaganii laserowym jest kilkukrotnie większa niż przy tym tradycyjnym/ konwencjonalnym toczeniu, przy którym już wiedzieliśmy że będzie to czasochłonne. Normalnie pracuje zawodowo, dopiero gdzieś popołudniami przychodził – malował, analizował żeby ta warstwa miała tą odpowiednią grubość, gdy ją przekroczył to całą procedurę zaczynał od nowa, także był skrupulatny jeżeli chodzi o badania i powtarzalność tych warstw. Dlatego może można by mieć jakieś życzenia, że z jednej i drugiej strony powinny być szersze te badania, ale ogólnie ograniczyliśmy je do pewnych aspektów tak aby osiągnąć cel tej rozprawy. Ja oczywiście będę głosował też ja przyjęciem tej rozprawy. Dziękuję.” – dr hab. inż. Damian Przystacki, prof. PP (Promotor).

„Dziękuję bardzo. Ja właśnie też bardzo pozytywnie wypowiadam się na temat Pana Mateusza Kuklińskiego. Już kilka razy miał okazję prezentować u nas w Zakładzie, czy podczas egzaminów doktorskich. Także moja opinia na jego temat jest pozytywna. Chłopak poukładany, zresztą sami Państwo zauważyliście, dziś wystąpił bez żadnego stresu, co fajnie tam to wyglądało. Jeżeli chodzi o wyróżnienia to akurat Promotor to wyczytał w Regulaminie, żeby wyróżnienie było muszą być dwie recenzje, natomiast jest jedna więc to nie wchodzi w rachubę. Swego czasu u nas w ogóle nie było wyróżnień. To się zmieniło, teraz muszą być dwie opinie Recenzentów żeby wnioskować za wyróżnieniem. Teraz pozostaje przeprowadzić głosowanie. Proponuję żeby Pani Sekretarz rozdała i później policzyła te kartki. ” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

2) Głosowanie w sprawie przyjęcia publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Kuklińskiego o godzinie 10:25 – rozdanie kartek do głosowania Członkom Komisji, liczenie głosów, zapis wyników w uchwale o przyjęciu obrony publicznej oraz przedstawienie wyników Członkom Komisji:

„Proszę o kartki. Jaki wynik?” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Przewodniczący Komisji).

„9 głosów na TAK, na NIE zero, wstrzymujących się również zero. Wszystkie głosy ważne.” – mgr inż. Martyna Wiciak-Pikuła (Sekretarz)

„Szanowni Państwo, mamy wyniki głosowania. 9 osób uprawnionych do głosowania w dniu dzisiejszym, w sumie 10, ale jedna jest nieobecna. 9 osób jest za przyjęciem publicznej obrony. Jeszcze

Państwo jakieś uwagi macie? Jeżeli nie to idziemy ogłosić wyniki.” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Zamknięcie części niejawniej o godzinie 10.30).

III. Zakończenie

- 1) Podanie informacji o wynikach obrad Komisji w części niejawniej o godzinie 10:30 przez Przewodniczącego Komisji – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP:

„Szanowni Państwo, chciałbym ogłosić wyniki. Liczba osób uprawnionych do głosowania, było w dniu dzisiejszym 10, jedna osoba bez prawa głosu. Liczba osób obecnych – 9. W tym momencie ZA opowiedziało się jednomyślnie 9 osób. Sytuacja klarowna i oczywista. Czy doktorant chciałby coś powiedzieć?”

„Ja bardzo dziękuję te wyniki. Szczególnie dziękuję również za pomoc Panu Promotorowi i Pani Promotor Pomocniczej i Recenzentom za poświęcony czas. Jestem wzruszony. Dziękuję bardzo.” – doktorant mgr. inż. Mateusz Kukliński.

„Dziękuję bardzo, sprawa jest oczywista, że nadanie stopnia dopiero będzie gdy dokumenty zostaną przekazane na Radzie i tam zapada decyzja. My tylko wnioskujemy. Gratuluję!” – dr hab. inż. Paweł Twardowski, prof. PP (Zakończenie posiedzenia o godzinie 10.35).

sekretarz

Martyna Wiciak-Pikuta

Przewodniczący
Twardowski