

AGH AKADEMIA GÓRNICZO—HUTNICZA

IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

# Wydział Metali Nieżelaznych

## KATEDRA PRZERÓBKI PLASTYCZNEJ 1 METALOZNWSTWA METALI NIEŻELAZNYCH

Kraków, dn. 22.10.2020

Recenzja

osiągnięcia habilitacyjnego pt. „Analiza właściwości połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą tarciową z przemieszaniem w zastosowaniu do wytwarzania struktur cienkościennych”, Pana dr inż. Andrzeja Kubita,

opracowana na zlecenie Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny

# Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego

Łukasiewicza, dr hab. inż. Aleksandra Mazurkow, prof. PRz, pismo RM/531-02-08/2020 z dnia 19 sierpnia 2020

Pan dr inż. Andrzej Kubit skierował w dniu 17 marca 2020 r. Wniosek do Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, jako podmiotu habilitacyjnego, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej, o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Jako osiągnięcie naukowe wskazał cykl publikacji nt.: „Analiza właściwości połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą tarciową z przemieszaniem w zastosowaniu do wytwarzania struktur cienkościennych”.

W dniu 01.09.2020 r. otrzymałem, w formie papierowej, dokumentację w postaci pisma RM/531-02-08/2020 z dnia 19 sierpnia 2020, Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, dr hab. inż. Aleksandra Mazurkow, prof. PRz, z prośbą o opracowanie recenzji, pisma Z2.4000.7.2020.2.BR Rady Doskonałości Naukowej, skierowanego do Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, informującego o wyznaczeniu części składu komisji habilitacyjnej, Uchwały Nr 02/07/2020 Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 15 lipca 2020 w sprawie powołania składu Komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Andrzeja Kubita oraz monografii autorstwa dr inż. Andrzeja Kubita, wydanej w 2019 r. w Rzeszowie nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Rzeszowskiej a także dziewięciu Załączników do Wniosku Habilitanta.

Recenzję opracowałem zgodnie z art. 221 ust. 8, dokonując oceny stwierdzającej, czy osiągnięcia naukowe dr inż. Andrzeja Kubita, ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego, odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”.

Jednocześnie chciałbym w tym miejscu zaznaczyć, że nie wszystkie informacje przedstawione w Załączniku 4 są zbieżne z Autoreferatem, przy czym takich przypadków na szczęście jest niewiele.

# la Dane charakteryzujące dr. inż. Andrzeja Kubita

Dr inż. Andrzej Kubit uzyskał w 2009 r. tytuł magistra inżyniera na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W 2010 r. ukończył Studia Podyplomowe na Wydziale Ekonomii i Stosunków Międzynarodowych, Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, natomiast w 2015 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechniki Rzeszowskiej, broniąc rozprawę doktorską „Determinanty wytrzymałości połączeń klejowych na oddzieranie”, napisaną pod kierunkiem dr hab. inż. Władysława Zieleckiego, prof. PRZ.

Dr inż. Andrzej Kubit od 1 września 2009 r. do 31 sierpnia 2010 r. był zatrudniony na stanowisku „technolog wdrożeniowy” w firmie Nowy Styl Sp. z o.o., Zakład Produkcji Metalowej. Od 1 października 2010 r. do 30 września 2015 r. był zatrudniony na stanowisku asystenta, a obecnie jest zatrudniony na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji, na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechniki Rzeszowskiej.

W trakcie procesu kształcenia oraz staży w różnych ośrodkach naukowobadawczych i przemysłowych Habilitant realizował szeroką tematykę związaną z badaniami właściwości połączeń zgrzewanych metodą RFSSW, pod kątem zastosowania tej technologii łączenia w budowie cienkościennych struktur nośnych, stanowiących elementy statków powietrznych, których wyniki opublikował w cyklu jednotematycznych publikacji, stanowiących osiągnięcie habilitacyjne.

# 2. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem habilitacyjnym, przedstawionym przez dr inż. Andrzeja Kubita, stanowiącym podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, jest cykl 12 publikacji powiązanych tematycznie, oznaczonych w Autoreferacie HI-H12, na który składa się monografia (HI) oraz dziesięć artykułów (H2-H11), z czego dziewięć znajduje się w bazie JCR, a także jedno zgłoszenie patentowe (H 12), które uzyskało pozytywną opinię Urzędu Patentowego RP.

Ocena monografii

Monografia habilitacyjna obejmuje 188 stron, zawiera 9 rozdziałów, bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim, 120 rysunków w postaci schematów, wykresów i fotografii, 16 tabel, 3 tablice oraz 156 pozycji literaturowych, 45 z ostatnich dziesięciu lat, w tym 7 współautorskich Habilitanta, przy czym w części pozycji literaturowych (np. 15, 32) brak jest informacji o roku ich wydania.

W pierwszym rozdziale zamieszczono informacje, stanowiące wprowadzenie do tematyki, będącej przedmiotem monografii, w szczególności dotyczące celu i zakresu badań, materiałów i konstrukcji cienkościennych struktur nośnych w lotnictwie oraz charakterystyki punktowego zgrzewania tarciowego z przemieszaniem, z wypełnieniem krateru (RFSSW). Należy żałować, że przegląd literaturowy w odniesieniu do cienkościennych struktur nośnych, przedstawiony na dwóch stronach, jest tak ubogi. Rozszerzenie opisu miałoby, oprócz naukowego, również wymierny aspekt dydaktyczny, czyniąc monografię jeszcze bardziej atrakcyjną dla studentów i młodych badaczy.

W kolejnym rozdziale przedstawiony został szczegółowy plan badawczy w celu określenia właściwości połączeń zgrzewanych, pod kątem zastosowania ich do wytwarzania cienkościennych ustrojów nośnych. Materiałem przeznaczonym do wykonania konstrukcji był trudnoodkształcalny i trudnospawalny stop aluminium 7075 w stanie T6, charakteryzujący się wysoką wytrzymałością statyczną i zmęczeniową oraz niską masą. Blachy z tego stopu, wykorzystuje się do budowy struktur lotniczych, a ze względu na niską odporność korozyjną, są platerowane warstwą aluminium technicznego. Do punktowego zgrzewania tarciowego metodą RFSSW przeznaczono urządzenie RPSIOO, wyposażone w specjalistyczne narzędzie, a następnie ustalono zakresy poszczególnych parametrów procesu. Zgodnie z konfiguracją docelowego połączenia (podłużnica-pokrycie), zastosowano połączenie zakładkowe blach o grubości 1,6 mm (blacha górna) i 0,8 mm (blacha dolna). Metodologia badawcza została przyjęta w oparciu o tzw. piramidę testów, z podziałem na kolejne poziomy zaawansowania, czyli taka, która jest stosowana w przemyśle lotniczym, przy procesie wprowadzania nowych technologii. Uważam, że takie podejście, zastosowane przez Habilitanta, jest jak najbardziej prawidłowe, umożliwia bowiem kompleksową realizację badań od poziomu podstawowego do zaawansowanego, ograniczając ilość kolejnych testów przez zawężenie zakresów parametrów spełniających wymagania i zapewniających otrzymanie oczekiwanej jakości wyrobu. Zakres prac badawczych przedstawiony w tym rozdziale został rozwinięty w dalszej części monografii.

W następnym rozdziale zaprezentowano wyniki badań nośności elementarnych połączeń zgrzewanych w próbie statycznego ścinania. Badania wykonano dla połączeń uzyskanych przy zastosowaniu zróżnicowanych parametrów zgrzewania, zalecanych przez producenta urządzenia oraz publikacji, w której podjęto podobne prace badawcze, dotyczące mikrostruktury i uszkodzeń struktur zgrzewanych metodą RFSSW, wykonanych ze stopu aluminium 7075T6, co oznacza, że podjęta przez Habilitanta problematyka badawcza jest aktualna i rozwojowa. Na podstawie badań określono, że złącze o najlepszych właściwościach wytrzymałościowych uzyskano dla połączeń wykonanych przy najmniejszej z rozważanych wartości maksymalnego zagłębienia narzędzia, czyli przypadku, w którym połączenie zostaje wytworzone przez oddziaływanie strefy cieplno-plastycznej.

W rozdziale 4 przedstawiono wyniki właściwości strukturalnych złączy, uzyskane przy zróżnicowanych parametrach zgrzewania, na podstawie badań metalograficznych, z zastosowaniem zaawansowanych urządzeń badawczych. Struktura złącza charakteryzuje się występowaniem czterech stref, zróżnicowanych pod względem wielkości i układu ziaren, przy czym strefy mieszania, cieplno-plastyczna i wpływu ciepła są efektem zgrzewania, natomiast strefa czwarta to materiał rodzimy. Obserwacje mikroskopowe pozwoliły na stwierdzenie, że plater z technicznego aluminium, występujący w strukturze zgrzeiny, przyjmuje najczęściej kształt warstwowy. Bez względu jednak na kształt plateru jego występowanie w zgrzeinie można uznać za zanieczyszczenie wpływające na osłabienie jej pod kątem wytrzymałości. Badania wykazały, że w zależności od parametrów procesu zgrzewania w połączeniach mogą pojawiać się wady strukturalne w postaci nieciągłości, pustek, braku wypełnienia oraz określono zakresy parametrów wpływające na występowanie poszczególnych wad. Stwierdzono także, że wady powiązane są z niedostatecznym uplastycznieniem łączonych materiałów, spowodowanym brakiem wygenerowania dostatecznej ilości ciepła. Zaawansowane badania w tym obszarze doprowadziły do potwierdzenia hipotezy o konieczności wytworzenia odpowiedniej ilości ciepła, poprzez siły tarcia w procesie zgrzewania, zapewniającej uzyskanie wymaganej jakości spoiny, przy czym zakres jest wąski i należy mieć świadomość, że poniżej określonej wartości wystąpi wspomniane niedostateczne uplastycznienie materiałów, a powyżej ich przegrzanie, skutkujące ewentualnymi pęknięciami zgrzeiny. Weryfikacja jakości otrzymanych zgrzewów, pozwalająca na dobór optymalnych parametrów procesu zgrzewania, była zrealizowana nieniszczącą metodą skaningowej mikroskopii akustycznej z użyciem mikroskopu OKOS NDT CF-300, umożliwiającą detekcję nieciągłości w strukturze połączenia.

W kolejnym rozdziale zostały zaprezentowane wyniki badania możliwości zabezpieczenia antykorozyjnego połączenia zakładkowego, ze względu na wymagania stawiane konstrukcjom statków powietrznych w tym obszarze. Zainteresowanie Habilitanta tym aspektem badawczym uważam za jak najbardziej uzasadnione. Pomimo stosowanego zabezpieczenia antykorozyjnego w postaci platerowania lub anodowania blach, wymagania przemysłu lotniczego przewidują zastosowanie uszczelniaczy polimerowych. Uwzględniając wykonany pomiar temperatury (maks. 405 0 C) przy krawędzi zgrzeiny, wytypowane zostały dwa rodzaje materiałów uszczelniających w postaci kleju na bazie żywicy fenolowo-formaldehydowej (SEALANT 1) oraz dwustronnej taśmy klejącej (SEALANT 2), przy założeniu, że są one odporne co najmniej na krótkotrwałe działanie zmierzonej temperatury. Proces zgrzewania wykonano przy zastosowaniu innych parametrów niż w przypadku tych samych blach bez dodatkowej warstwy uszczelniającej. Badania wykazały, że co prawda istnieje możliwość zgrzewania w takiej konfiguracji, jednak w procesie łączenia blach pokrytych uszczelniaczem dochodzi do zanieczyszczenia struktury zgrzein i występuje spadek nośności, co powoduje, że taką formę zgrzewania można stosować jedynie do mało odpowiedzialnych elementów.

Następny rozdział dotyczy zagadnień związanych z wytrzymałością zmęczeniową połączeń zgrzewanych wykonanych metodą RFSSW, poruszanych tylko w nielicznych opracowaniach naukowych. Wykonano wysokocyklowe badania zmęczeniowe z założoną graniczną liczbą cykli 2x10 6 , którą w trakcie badań zwiększono, z częstotliwością 50Hz i o współczynniku asymetrii R=O,I na próbkach zgrzewanych w formie połączenia zakładkowego obciążonego naprężeniem ścinającym, wykonanych z zastosowaniem wyselekcjonowanych parametrów technologicznych. Analizę przełomów wykonano z zastosowaniem SEM i mikroanaliz EDS. Stwierdzono, że inicjacja pęknięć występuje w strukturze plateru lub na granicy plateru i blachy dla niskocyklowego obciążenia, natomiast dla wysokocyklowego obciążenia inicjacja pęknięć zachodzi w strefie cieplno-plastycznej lub na jej granicach w blasze dolnej. W badaniach udokumentowano również istotny wpływ wad struktury zgrzeiny na obniżenie trwałości zmęczeniowej połączenia.

W rozdziale 7 konstrukcje zgrzewane poddano badaniom symulującym stany uszkodzeń na skutek dynamicznych uderzeń, które cechują się dużą prędkością oddziaływania i relatywnie małą masą obiektu w przypadku zdarzeń nadziemnych oraz małą prędkością i dużą masą w przypadku zdarzeń naziemnych, które występują najczęściej. W badaniach udarowych wykorzystano młot opadowy. Analizie poddano konstrukcje nitowane wykonane z materiału PA24 oraz zgrzewane metodą RFSSW. Wykorzystano elementy połączeń zakładkowych płaskich blach oraz fragmenty struktury stanowiące podłużnicę połączoną z blachą pokrycia. Połączenia punktowe były jednorzędowe, natomiast obciążenie dynamiczne miało na celu doprowadzić do trwałego ugięcia złącza w kierunku poprzecznym do rzędu nitów lub zgrzein. Połączenia zgrzewane metodą RFSSW w układzie jednorzędowym charakteryzują się wyższą wytrzymałością na dynamiczne uderzenia niż nity. Dowiedziono również, że struktury zgrzewane, w przedstawionej konfiguracji, są sztywniejsze od tych samych struktur nitowanych. Badania uważam za bardzo istotne z punktu widzenia eksperymentalnego potwierdzenia hipotezy postawionej przez Habilitanta, że połączenia wykonane metodą RFSSW mogą być rozważane jako alternatywa dla tradycyjnej techniki w zastosowaniu do łączenia cienkościennych struktur nośnych.

W rozdziale 8, będącym zwieńczeniem cyklu badań zaprezentowanych w monografii, ponownie wykonano porównawczą analizę, tym razem stanów powyboczeniowych usztywnionej podłużnicami płyty modelującej fragment pokrycia struktury cienkościennej, poddanej jednoosiowemu ściskaniu. Wariantem odniesienia była wersja nitowana o rozstawie nitów wynoszącym 23,5 mm. Rozstawy zgrzewanych podłużnic wynosiły 29,5 mm i 44,25 mm. Analizy powyboczeniowych stanów deformacji wykonane na podstawie trójwymiarowej cyfrowej korelacji obrazu przy użyciu systemu ARAMIS firmy GOM ujawniły, że wariant zgrzewany o mniejszym rozstawie zachowuje się w sposób zbliżony do analogicznej struktury nitowanej, natomiast wariant o zwiększonym rozstawie prowadzi do spadku sztywności struktury oraz dochodzi do lokalnych wyboczeń blachy pokrycia pomiędzy zgrzeinami. Rozważane warianty zostały poddane nieliniowej analizie numerycznej w ujęciu metody elementów skończonych z zastosowaniem oprogramowania ABAQUS Standard i weryfikowane ww. badaniami. Analizy MES ujawniły, że ze względu na większe pole powierzchni zgrzein w stosunku do nitów, lokalne spiętrzenia naprężeń przyjmują mniejsze wartości w wariancie zgrzewanym, co sprawia, że deformacje plastyczne blachy pokrycia w próbie ściskania dla wariantu zgrzewanego zachodzą przy wyższym poziomie obciążenia w porównaniu z wariantem nitowanym.

Analiza treści monografii pozwala stwierdzić, że najważniejszymi osiągnięciami Habilitanta są:

* opracowanie planu i metodyki badań w oparciu o tzw. piramidę testów, umożliwiającej szczegółową analizę nowego typu połączeń konstrukcyjnych, - wyznaczenie zakresu optymalnych parametrów procesu zgrzewania stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alciad metodą RFSSW,
* wykazanie możliwości zgrzewania blach pokrytych polimerowym tworzywem uszczelniającym dla mało odpowiedzialnych węzłów konstrukcji,  opis mechanizmu zniszczenia zmęczeniowego połączeń zgrzewanych dla różnych poziomów obciążenia zmiennego z uwzględnieniem wpływu wad strukturalnych zgrzeiny,
* opracowanie modelu numerycznego MES jednoosiowej próby ściskania płyty usztywnionej zgrzewanymi podłużnicami oraz analiza jej deformacji.

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w formie monografii habilitacyjnej stanowi oryginalne osiągniecie Habilitanta. Badania zostały zrealizowane na wysokim poziomie z dbałością o szczegóły, z zachowaniem zasad prawidłowej realizacji eksperymentu naukowego, udokumentowane dużą ilością wykresów i tablic. Przedstawione wyniki badań można określić jako kompendium wiedzy, które może być wykorzystane przy dalszych pracach naukowo-badawczych oraz aplikacyjnych, dotyczących struktur połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą RFSSW.

# Ocena publikacji oraz zgłoszenia patentowego, stanowiących osiągnięcie naukowe

Przedstawiony do oceny cykl publikacji jest wynikiem rozległych, zaawansowanych i kompleksowych prac badawczych, w których dr inż. Andrzej Kubit wykonał dogłębną analizę właściwości połączeń zgrzewanych metodą RFSSW, w celu określenia możliwości zastosowania tej technologii w budowie cienkościennych struktur nośnych. Badania były ukierunkowane na określenie optymalnych parametrów zgrzewania, zapewniających wysokiej jakości połączenie blach ze stopu EN AW-7075-T6 oraz możliwości zgrzewania blach pokrytych tworzywem uszczelniającym, zdefiniowanie mechanizmu zniszczenia zmęczeniowego, a także porównanie właściwości cienkościennych struktur zgrzewanych metodą RFSSW ze strukturami łączonymi klasyczną technologią nitowaniu, pod kątem wykazania możliwości zastosowania omawianej technologii jako alternatywnej metody łączenia wobec nitowania. Badania opa rte były na przykładzie konstrukcji występujących w budowie statków powietrznych, jednak ich rezultaty mogą mieć bardziej uniwersalny wymiar w odniesieniu do technologii łączenia elementów cienkościennych ustrojów mających szerokie zastosowanie w budowie środków transportu.

Zakres tematyczny zawarty w przedstawionym do oceny cyklu 10 publikacji (H2-H11), w których w 7 przypadkach Habilitant występuje na pierwszym miejscu wśród współautorów, pokrywa się w wielu obszarach z badaniami przedstawionymi w monografii, aczkolwiek jest on rozszerzony i uzupełniony o nowe badania i głębsze analizy, powodujące bardziej kompleksowe podejście do tego bardzo złożonego zagadnienia.

Jednym z obszarów badawczych była analiza wpływu różnych parametrów zgrzewania, określona na podstawie badań na próbkach zakładkowych jednopunktowych połączeń zgrzewanych dla 27 wariantów, na nośność oraz właściwości struktury połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą RFSSW, którą Habilitant przedstawił w artykułach H2-H4, a także w mniejszym zakresie w artykułach H7, H9 i HI 1.

Kolejnym zagadnieniem był dobór optymalnych parametrów procesu zgrzewania metodą RFSSW przy użyciu analitycznych modeli optymalizacyjnych. Optymalizacja parametrów procesu zgrzewania powinna gwarantować nie tylko dużą nośność połączeń, lecz również wysoką stabilność procesu, charakteryzującego się możliwie najniższą wartością wariancji uzyskiwanych wyników, co wymagało od Habilitanta przeprowadzenia optymalizacji wielokryterialnej procesu znalezienia rozwiązania kompromisowego, a zostało przedstawione w artykułach H3 i H6.

Następnym zagadnieniem były badania możliwości zgrzewania blach pokrytych polimerowym uszczelniaczem, stanowiącym zabezpieczenie antykorozyjne. Rozwiązaniem zaproponowanym przez Habilitanta, przedstawionym w artykule H8, które można zastosować dla odpowiedzialnych struktur, nie wpływającym na jakość zgrzeiny, pozostaje uszczelnianie typowe dla złączy wytwarzanych metodą zgrzewania rezystancyjnego, czyli kleju o niskiej lepkości aplikowanego do szczeliny zakładki po procesie zgrzewania, który we wszystkich badanych wariantach uległ zmieszaniu z materiałem zgrzewanym, a stopień wymieszania w spoinie uzależniony jest od rodzaju tworzywa oraz grubości warstwy.

W publikacjach H2, H5 i H6 Habilitant przedstawił analizę mechanizmu niszczenia zmęczeniowego dla różnych poziomów obciążenia zmiennego w badaniach wysoko-cyklowej wytrzymałości zmęczeniowej przy granicznej liczbie cykli równej oraz określił wpływ wad struktury zgrzeiny na mechanizm zniszczenia zmęczeniowego połączenia. Rezultaty badań wytrzymałości zmęczeniowej zarówno dla prawidłowo ukształtowanych połączeń, jak również dla zgrzein z wadami strukturalnymi, posłużyły do wykreślenia krzywych zmęczeniowych oraz określenia poziomu siły maksymalnej, odpowiadającej wytrzymałości zmęczeniowej przy granicznej liczbie cykli. Dowiedziono, że liczby cykli zmęczeniowych, niezależnie od poziomu obciążenia zmiennego wady struktury złącza, znacząco obniżają jego trwałość zmęczeniową.

Zagadnieniem wieńczącym tematykę badawczą, stanowiącą osiągnięcie naukowe dr inż. Andrzeja Kubita, była analiza porównawcza stanów powyboczeniowych płyt usztywnionych, wykonanych technologią zgrzewania RFSSW oraz nitowania, uzyskanych w badaniach eksperymentalnych i weryfikowanych poprzez modelowanie numeryczne MES, zaprezentowana w publikacji H4. Wyniki zrealizowanych badań, analogiczne do przedstawionych w monografii, pozwoliły na sformułowanie przez Habilitanta wniosku, że zgrzewanie technologią RFSSW można z powodzeniem rozpatrywać jako alternatywę dla nitowania w wytwarzaniu cienkościennych struktur usztywnionych, ze względu na mniejszą pracochłonność oraz brak konieczności wykonywania otworów nitowych, powodujących powstawanie karbów w strukturze.

Wkład dr inż. Andrzeja Kubita w powstanie ocenianych publikacji jest ogromny i godny podkreślenia. W szczególności polegał na opracowaniu planu i metodyki badań, współudziale w realizacji badań, wykonaniu analiz metalograficznych, a także interpretacji wyników i opracowaniu wniosków, przygotowaniu rysunków i tabel oraz treści publikacji.

Artykuły ukazały się w szeregu znanych i cenionych czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym, w tym Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures (H2, MNiSW: 100 pkt., IF: 2.389), The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (H3, MNiSW: 100 pkt.,

2.75), Materials (H4, MNiSW: 140 pkt., IF: 3.532), Archives of Civil and Mechanical Engineering (H5, MNiSW: 140 pkt., IF: 2.805; H7, MNiSW-lista A czasopism, 2018: 30pkt., IF: 2.846), Journal of Materials Engineering and Performance, (H6, MNiSW: 70 pkt., IF: 1.67), Composite Structures (H8, MNiSW-lista A czasopism, 2018: 40pkt., IF: 4.829), co świadczy o wysokim poziomie merytorycznym i uznanym w świecie nauki obszarze zainteresowań badawczych Habilitanta.

Oprócz monografii i cyklu artykułów dr inż. Andrzej Kubit wykazuje wysoką aktywność w obszarze zgłoszeń patentowych. Jedno ze zgłoszeń, P-427565 pt. „Głowica dociskowa” (HI 3), uznano przez Urząd Patentowy RP za rozwiązanie oryginalne i potwierdzono, iż uzyska ono patent. Pomysł na projekt głowicy powstał w trakcie prac badawczych związanych z wytwarzaniem próbek zgrzewanych metodą RFSSW, w trakcie których Habilitant zaobserwował pewne utrudnienia związane z koniecznością realizacji czasochłonnego mocowania blach przed każdorazowym zgrzewaniem. Oryginalność konstrukcji głowicy dociskowej, polega na doborze odpowiednio zaprojektowanego mechanizmu, który samoczynnie generuje docisk poprzez ruch roboczy głowicy zgrzewającej maszyny RPSIOO VAII Harms & Wende.

Tak szeroki zakres prac badawczych dowodzi szerokiej wiedzy, umiejętności i kompetencji Habilitanta, nie tylko w poddanym badaniom i analizie obszarze, ale również w zdecydowanie szerszym spektrum, obejmującym inżynierię materiałową i mechaniczną, zagadnienia związane z NDT oraz MES.

Przedstawione przez Habilitanta dalsze kierunki badawcze są ściśle związane ze znormalizowanymi wymaganiami i procedurami obowiązującymi w przemyśle lotniczym. W ramach przewidywanych w przyszłości badań podjęte zostaną prace dotyczące wpływu zanieczyszczenia narzędzia na jakość połączeń zgrzewanych. Badaniom zostaną poddane również anodowane blachy ze stopu aluminium EN AW-7075-T6, stosowane obligatoryjnie w przemyśle lotn iczym.

## 3. Ocena pozostałego dorobku naukowego

Obszary zainteresowań naukowych dr inż. Andrzeja Kubita, poza przedstawionymi w ocenie osiągnięcia naukowego, stanowią zagadnienia związane z połączeniami adhezyjnymi występującymi w cienkościennych ustrojach nośnych, w tym przede wszystkim w konstrukcjach lotniczych. Habilitant w ramach swojej pozostałej działalności naukowej, realizował badania kompozytów warstwowych typu GLARE z przetłoczeniami usztywniającymi w skrajnej warstwie metalowej, będącymi Jego autorskim rozwiązaniem, badania sztywności takich struktur oraz właściwości adhezyjnych pomiędzy blachą ze stopu aluminium 2024, a szklanym kompozytem polimerowo-włóknistym, badania odporności i właściwości połączeń na szoki cieplne. Innym obszarem badawczym realizowanym przez Habilitanta były eksperymenty dotyczące modyfikowania klejów epoksydowych dodatkiem nanonapełniaczy, w postaci m.in. wielowarstwowych nanorurek węglowych oraz ich wpływem na wytrzymałość i trwałość zmęczeniową połączeń klejowych. Ciekawym zagadnieniem są prace badawcze dotyczące kształtowania plastycznego przetłoczeń usztywniających metodą formowania przyrostowego ISF (ang. Incremental Sheet Forming), polegające na doborze parametrów i strategii kształtowania przetłoczeń. Poza tym w obszarze zainteresowań naukowych znajdują się także badania nad poprawą właściwości zmęczeniowej połączeń zgrzewanych liniową metodą tarciową z przemieszaniem poprzez techniki pneumokulowania oraz nagniatania hydrostatycznego. Wyniki wymienionych prac badawczych są zamieszczone w wielu artykułach i fragmentach monografii, w których udział Habilitanta w większości przypadków polegał na opracowaniu metodyki badań, przeprowadzeniu badań wytrzymałościowych, a także interpretacji wyników i opracowaniu wniosków.

Równie ważnym elementem rozwoju naukowego dr inż. Andrzeja Kubita, oprócz publikacji, jest udział w badaniach i opracowywaniu dokumentacji zgłoszeń patentowych. Habilitantowi wraz ze współpracownikami udzielone zostały 2 patenty krajowe, przy czym należy zaznaczyć, że Jego udział polegał na opracowaniu koncepcji, wykonaniu dokumentacji, prototypu i przeprowadzeniu prób, natomiast w przypadku pozytywnie ocenionego przez Urząd Patentowy RP zgłoszenia patentowego, wkład Habilitanta polegał na współudziale w opracowaniu, wspomnianej już w recenzji, konstrukcji głowicy dociskowej dedykowanej do procesu zgrzewania metodą RFSSW. Poza tym, obecnie ocenianych przez Urząd Patentowy RP jest aż 19 (wg Autoreferatu) lub 20 (wg Załącznika IV, II R) zgłoszeń patentowych, co jest bardzo dużym osiągnięciem Habilitanta.

Kolejnym istotnym elementem rozwoju naukowego, dr inż. Andrzeja Kubita, jest udział w konferencjach naukowych, który uważam za godny uwagi, przy czym należy zaznaczyć, że w większości przypadków były to konferencje międzynarodowe, odbywające się na terenie Polski. Tym niemniej widoczny jest udział Habilitanta w największych konferencjach, m. in. International Conference on Material Forming ESAFORM, European Conference on Fracture, w obszarze badań struktur połączeń blach zgrzewanych metodą RFSSW, struktur kompozytowych oraz przyrostowego kształtowania plastycznego metodą ISF. Habilitant uczestniczył sumarycznie w 23 konferencjach w trakcie których wygłosił 13 referatów na konferencjach międzynarodowych (w tym 9 w kraju) i zaprezentował 4 postery (w tym 3 w kraju) oraz 5 referatów na konferencjach krajowych i 1 poster. Oprócz wygłaszania referatów lub prezentowania posterów Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Połączenia montażowe konstrukcja i technologia” (2016) oraz V i VI Konferencji Lean Learning Academy (2015, 2016).

W kontekście przedstawionej działalności naukowej dr inż. Andrzeja Kubita na uwagę zasługuje Jego szeroka współpraca z jednostkami naukowobadawczymi o zasięgu międzynarodowym (Belgian Welding Institute, University of Stavanger, Technical University of Košice, University of Žilina, Institute of Aerospace Engineering Brno University of Technology), jak i krajowym (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Wrocławska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Politechnika Krakowska, Politechnika Lubelska, Uniwersytet Rzeszowski, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie). Potwierdzeniem współpracy z wymienionymi jednostkami naukowo-badawczymi są liczne współautorskie publikacje Habilitanta.

Wśród osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych technologicznych, zrealizowanych przez dr inż. Andrzeja Kubita dla celów naukowych, można wymienić przyrząd do badań kompozytów warstwowych tzw. metodą krótkiej belki, wykonany w Politechnice Lubelskiej oraz dwa przyrządy do specyficznych badań połączeń zgrzewanych, wykonane w macierzystej Uczelni, przy czym wkład Habilitanta polegał na wykonaniu projektu przyrządu i współudziale w jego realizacji.

Za działalność naukową dr inż. Andrzej Kubit był dwukrotnie nagradzany indywidualną Nagrodą Rektora Politechniki Rzeszowskiej III stopnia za cykl publikacji naukowych o tematyce dotyczącej doskonalenia właściwości wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej konstrukcyjnych połączeń klejowych przy użyciu techniki pneumokulowania i modyfikowania klejów nanocząstkami (2017) oraz o tematyce dotyczącej badań technologii stosowanych w konstrukcji cienkościennych struktur lotniczych (2018), a w jednym przypadku była to nagroda zespołowa III stopnia za cykl publikacji naukowych o tematyce dotyczącej badań technologii łączenia technikami adhezyjnymi oraz technologią zgrzewania tarciowego w kontekście zastosowania do wytwarzania cienkościennych struktur nośnych oraz za patenty dotyczące technologii klejenia samochodowych klocków hamulcowych (2019).

W ramach swojej działalności dr inż. Andrzej Kubit był recenzentem 38 artykułów naukowych, w tym 31 dla czasopism międzynarodowych, m. in. Composites Science and Technology, International Journal of Fatigue, Materials, Journal of Materials Engineering and Performance, Journal of Adhesion, Materials Today Communications a także czasopism krajowych, m. in. Przegląd Spawalnictwa i Technologia i Automatyzacja Montażu.

Oceniając całokształt dokonań Habilitanta w obszarze naukowym należy podkreślić, że wymiernym wynikiem są wskaźniki bibliometryczne, tzn. sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania - 46.645, liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WOS) - 92, w tym bez autocytowań - 70, wg bazy Google Scholar - 151, Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WOS) - 5, a liczba punktów MNiSW 1813. Habilitant jest współautorem 20 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z bazy JCR, 14 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach indeksowanych na Web of Science i Scopus (bez IF), 15 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o zasięgu krajowym, 1 monografii, 4 rozdziałów w monografii, 2 przyznanych patentów (dodatkowo jedno zgłoszenie uzyskało pozytywną opinię Urzędu Patentowego RP), 19 (20) zgłoszeń patentowych obecnie ocenianych przez Urząd Patentowy RP. Wskaźniki te są na odpowiednim wysokim poziomie, odpowiadającym wymaganiom stawianym habilitantom w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych

Podsumowując osiągnięcia naukowe dr. inż. Andrzeja Kubita chciałbym podkreślić, że świadczą one o wyjątkowej aktywności naukowej, kompetencjach oraz rozpoznawalności uznaniu Habilitanta w międzynarodowym i krajowym środowisku naukowym.

## 4. Współpraca z otoczeniem gospodarczym

Nieco skromniej na tle osiągnięć naukowych wygląda udział dr. inż. Andrzeja Kubita w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych i zagranicznych oraz współpraca z sektorem gospodarczym w aspekcie realizacji prac B+R. Z przedstawionych informacji wynika, że Habilitant brał udział jako członek zespołu w ramach przygotowania do europejskiego konkursu projektowego w ramach programu Clean Sky 2 projekt nie otrzymał jednak finansowania, 2 krajowych projektach w charakterze wykonawcy, 3 pracach zleconych również w charakterze wykonawcy, złożył wniosek o finansowanie projektu badawczego przez Narodowe Centrum Nauki, w którym po otrzymaniu dofinansowania będzie pełnił funkcję kierownika, wykonał, jako członek kilkuosobowego zespołu, 5 opracowań na zamówienie przedsiębiorców oraz, że Habilitant nie uczestniczył w żadnych konsorcjach sieciach badawczych. W ostatnim czasie (nie podano daty) Habilitant podjął współpracę w charakterze eksperta z Przedsiębiorstwem Produkcyjno-HandlowoUsługowym "EKOLOT I' - Producent Samolotów Ultralekkich, w ramach projektu badawczego mającego na celu wdrożenie technologii klejenia w wybranych węzłach konstrukcyjnych ultralekkich samolotów. W dołączonym do Załącznika nr 4 Aneksie 1/2 z dnia 14.08.2020 r., czyli po złożeniu wniosku habilitacyjnego do Rady Doskonałości Naukowej, Habilitant przedstawił dodatkowe informacje O udziale w charakterze wykonawcy w 1 międzynarodowym i 1 krajowym projekcie badawczym. Informacje przedstawione w Aneksie sugerują, że kwestią czasu jest zwiększenie aktywności Habilitanta w obszarze współpracy z otoczeniem gospodarczym w ramach realizacji projektów badawczych.

## 5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzacji nauki

Dr inż. Andrzej Kubit prowadzi zajęcia z przedmiotów Organizacja systemów produkcyjnych (wykład, ćwiczenia projektowe), Inżynieria wytwarzania (wykład, ćwiczenia laboratoryjne), Narzędzia odchudzania produkcji (ćwiczenia laboratoryjne), Zarządzanie produkcją i usługami (ćwiczenia projektowe), realizowane w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji, na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechniki Rzeszowskiej. Poza strukturami Politechniki Rzeszowskiej, Habilitant w roku akademickim 2015/2016 prowadził również zajęcia dydaktyczne w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Krośnie, gdzie otrzymał Nagrodę Rektora za wdrażanie do procesu dydaktycznego dla studentów kierunku Mechanika i Budowa Maszyn programów komputerowych, wspomagających projektowanie w systemach 2D i 3D. Habilitant prowadzi również zajęcia w ramach studiów podyplomowych zamawianych przez Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z o.o. nt. „Kompozyty konstrukcyjne”, prowadził zajęcia na studiach podyplomowych zamawianych przez Wytwórnię Sprzętu Komunikacyjnego PZL - Świdnik SA nt. „ Lean Manufacturing - Doskonalenie Produkcji", prowadzi wykłady oraz ćwiczenia z przedmiotu „Redukcja czasów przezbrajania SMED” na otwartych studiach podyplomowych. Habilitant prowadzi również zajęcia z przedmiotu Manufacturing Process Design dla studentów zagranicznych z University of Minho, w ramach programu ERASMUS. Szeroki zakres tematyczny zajęć dydaktycznych od projektowania, przez inżynierię materiałową, inżynierię wytwarzania aż po inżynierię produkcji, a w szczególności zagadnienia związane z optymalizacją produkcji z wykorzystaniem metod i narzędzi Lean, świadczą o bardzo szerokiej wiedzy i kompetencjach Habilitanta.

W ramach swojej działalności dr inż. Andrzej Kubit sprawował opiekę naukową nad ponad 70 studentami, pełniąc funkcję promotora 28 prac inżynierskich, w tym 9 w Instytucie Politechnicznym PWSZ w Krośnie oraz 43 prac magisterskich, sprawował również opiekę naukową w charakterze promotora pomocniczego nad doktorantem, którego przewód doktorski został pozytywnie sfinalizowany uzyskaniem stopnia doktora.

Dr inż Andrzej Kubit jest członkiem międzynarodowych towarzystw naukowych - European Structural Integrity Society (ESIS) i European Scientific Association on Material Forming (ESAFORM) oraz towarzystw krajowych Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich.

Habilitant ze względu na swoje zainteresowania i chęć pogłębienia swojej wiedzy odbył w 2019 r. miesięczny naukowo-badawczy staż zagraniczny w Institute of Aerospace Engineering Brno University of Technology oraz w 2016 r. dwa tygodniowe przemysłowe staże krajowe w WSK PZL Świdnik S. A. oraz ZPTSz PZL Mielec sp. z o. o. sp. K.

W ramach działalności organizacyjnej dr. inż. Andrzej Kubit był członkiem Międzywydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, obecnie jest pełnomocnikiem Dziekana ds. KRK, członkiem Komisji Obron Prac Dyplomowych (magisterskich oraz inżynierskich) na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, jest także członkiem zespołu redakcyjnego czasopisma „Technologia i Automatyzacja Montażu”, w którym pełni funkcję redaktora tematycznego w zakresie struktury i systemy montażu.

W ramach działalności popularyzującej naukę w roku akademickim 2015/16 dr inż. Andrzej Kubit był współorganizatorem festiwalu nauki tzw. Noc Nauki w PWSZ w Krośnie, prowadził demonstracje dla zwiedzających z zakresu materiałoznawstwa i wytrzymałości materiałów. Natomiast w roku akademickim 2015/16 był współorganizatorem festiwalu nauki tzw. Karpackie Klimaty z PWSZ w Krośnie, w ramach którego prowadził demonstracje dla zwiedzających z zakresu obróbki skrawaniem.

Podsumowując tę część recenzji, oceniam wysoko osiągnięcia dr inż. Andrzeja Kubita w zakresie dydaktycznym, natomiast osiągnięcia w obszarze organizacyjnym i popularyzującym naukę oceniam na poziomie satysfakcjonującym.

## 6. Ocena końcowa

W ujęciu ogólnym za najciekawsze w dorobku naukowym Pana dr inż. Andrzeja Kubita uważam bardzo szerokie i kompleksowe podejście do zagadnienia właściwości połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą tarciową z przemieszaniem, zarówno z powodów poznawczych, jak i aplikacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości zastosowania tych połączeń do wytwarzania struktur cienkościennych i zastąpienia tradycyjnych połączeń nitowanych.

Na podstawie analizy dorobku naukowego dr inż. Andrzeja Kubita, wykonanej w oparciu o monografię habilitacyjną, publikacje oraz zgłoszenie patentowe stwierdzam, że wyniki uzyskanych badań są oryginalnym osiągnięciem Habilitanta, mają wysoką wartość naukową, zawierają elementy nowości i wnoszą istotny wkład w rozwój wiedzy w obszarze określenia optymalnych parametrów procesu gwarantujących uzyskanie oczekiwanych właściwości struktury połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą RFSSW.

Sylwetkę Habilitanta oceniam bardzo pozytywnie zwłaszcza w zakresie naukowym, a także dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzującym naukę. Jego zaangażowanie i aktywność naukowa, wiedza i kompetencje oraz osiągnięcia powinny stanowić wzór dla młodych naukowców.

### 7. Wniosek

Mając na uwadze powyższą ocenę recenzowanego osiągnięcia habilitacyjnego oraz przedstawioną ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę Pana dr inż. Andrzeja Kubita, uważam wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego za w pełni uzasadniony.

Stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne nt.: „Analiza właściwości połączeń blach ze stopu aluminium EN AW-7075-T6 Alclad zgrzewanych metodą tarciową z przemieszaniem w zastosowaniu do wytwarzania struktur cienkościennych", złożone z cyklu 12 publikacji powiązanych tematycznie, na który składa się monografia oraz dziesięć artykułów, z czego dziewięć znajduje się w bazie JCR, a także jedno zgłoszenie patentowe, stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, spełniając warunek określony w art. art. 219 ust. 1 pkt. 2 w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i wnoszę o przejście do kolejnych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych w w/ w Ustawie.

