

Wrocław, 7 stycznia 2016

Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny  
Katedra Odlewnictwa, Tworzyw Sztucznych i Automatyki  
e-mail: jacek.kaczmar@pwr.edu.pl

**Powtórna recenzja pracy doktorskiej  
Pana mgr inż. Szymona NOSEWICZA po dokonanej poprawie\***

**p.t. „Discrete element modeling of powder metallurgy process”**

**Promotor: dr hab. inż. Jerzy Rojek,  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki w Warszawie, Polska Akademia Nauk**

**\*Niniejsza recenzja stanowi całość z poprzednią recenzją z dnia 14 października 2015 r.  
po poprawie pracy doktorskiej**

**1. Podstawa wykonania recenzji pracy doktorskiej**

Podstawą wykonania powtórnej recenzji poprawionej pracy doktorskiej Pana mgr inż. Szymona Nosewicza było pismo Pana dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego, Prof. IPPT PAN, Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie z dnia 3 grudnia 2015 r., poprawiona wersja pracy doktorskiej Pana mgr inż. Szymona Nosewicza p.t. „Discrete element modeling of powder metallurgy process” oraz odpowiedzi Doktoranta na moje uwagi zawarte w poprzedniej recenzji z dnia 14 października 2015 r. Tak jak poprzednio, recenzję wykonano stosownie do Ustawy z dnia 18 marca 2011 r., Dziennik Ustaw nr 84, poz. 455 o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw.

**2. Układ pracy**

Układ pracy pozostał niezmienny i zawiera 7 rozdziałów oraz 3 dodatki zatytułowane następująco:

Appendix A Wyprowadzenie wzoru dotyczącego modelu spiekania 2 cząstek,

Appendix B Oszacowanie parametrów spiekania materiału,

Appendix C Algorytm tworzenia próbki wstępnie spiekanej.

### 3. Zakres badań

Zakres badań pozostał niezmienny i Doktorant wprowadził zmiany i poprawki ustalone ze mną na podstawie mojej recenzji oraz dyskusji z Doktorantem.

### 4. Uwagi do pracy i do odpowiedzi Doktoranta

#### Uwagi dotyczące Streszczenia pracy w języku polskim

##### Uwaga do pkt.1.

Akceptuję odpowiedź Doktoranta oraz zmiany dokonaną przez Doktoranta w pracy doktorskiej.

##### Uwaga do pkt.2.

Dokonana korekta oraz usunięcie z pracy doktorskiej określenia „Materiały rozdrobnione” lepiej oddaje istotę procesu wytwarzania w oparciu o procesy metalurgii proszków.

##### Uwaga do pkt.3

Przyjmuję wyjaśnienie Doktoranta w kwestii tzw. „*zmodyfikowanej próby brazylijskiej*”

##### Uwaga do pkt.4

Doktorant usystematyzował w pracy nazewnictwo cząstek proszku jako „particles” stosownie do moich uwag.

##### Uwaga do pkt.5

W związku z przytoczeniem przez Doktoranta pozycji literaturowych zawierających w tytule artykułu słowo ewolucja (evolution) akceptuję stosowanie słowa ewolucja w tekście technicznych prac naukowych, chociaż dalej uważam że powinno ono być stosowane raczej w opisach typu biologicznego, jak wskazałem w pierwszej recenzji.

##### Uwaga do pkt.6

Akceptuję zmianę nazewnictwa i wprowadzenie określenia „Cohesive necks” zamiast „cohesive bonds”. Doktorat oparł swoją odpowiedź na cytowanych artykułach naukowych.

##### Uwaga do pkt.7

Recenzent akceptuje tłumaczenie Doktoranta związane z mikronaprężeniami. Niekorzystne rozmieszczenie cząstek zbrojenia jest już jednoznacznie określone w charakteryzacji materiałów kompozytowych i Doktorant dodatkowo wyjaśnił tę kwestię.

Uwagi dotyczące Rozdziału 1 (Chapter 1)

Uwaga do pkt. 8.

Określenie „below melting temperature” jest bardziej trafne w obecnej wersji pracy doktorskiej, chociaż jest ono dalej nieprecyzyjne i stosowany zakres temperatur spiekania określić można jako 0,5 – 0,8 temperatury topnienia podstawowego składnika osnowy. Można oczywiście stosować wyższe temperatury spiekania np. 0,85 - 0,90  $T_t$  chociaż należy liczyć się z deformacją kształtki i koniecznością stosowania kalibrowania lub dalszej obróbki plastycznej.

Uwaga do pkt. 9.

Doktorant w poprawionej wersji pracy konsekwentnie stosuje określenie „particle compaction” i Recenzent przyjmuje tę uwagę.

Uwaga do pkt. 10.

Poprawiono zgodnie z sugestią Recenzenta.

Uwaga do pkt. 11.

Recenzent przyjmuje wy tłumaczenie Doktoranta.

Uwaga do pkt 12.

Określenie „ceramic reinforcement” lepiej oddaje istotę wprowadzania umacniających cząstek ceramicznych w osnowy metali.

Uwaga do pkt 13.

Doktorant udzielił obszernej odpowiedzi i Recenzent przyjmuje ją jako wystarczającą.

Uwaga do pkt.14.

Przedyskutowano już poprzednio.

Uwaga do pkt.15

Recenzent przyjmuje wy tłumaczenie Doktoranta i rezygnację w niektórych przypadkach z określenia materiału NiAl jako „novel material”.

Uwagi dotyczące rozdziału 2 (Chapter 2)

Uwaga do pkt.16

Doktorant zgodził się z Recenzentem, że rekrytalizacja nie jest rodzajem transportu dyfuzji i poprawił to w nowej wersji pracy doktorskiej.

Uwaga do pkt.17

Doktorant poprawił zdanie związane z występowaniem defektów na granicach ziaren zgodnie z sugestią Recenzenta. Tak więc granice ziaren są jedną z głównych dróg dyfuzyjnego transportu materii podczas procesu spiekania.

Uwag do pkt. 18

Recenzent akceptuje wyjaśnienie Doktoranta.

Uwagi dotyczące rozdziału 3 (Chapter 3)

Uwaga do pkt 19

Recenzent zgadza się z korektą którą wprowadził do pracy Doktorant związaną z kruchością materiałów kompozytowych NiAl umacnianych cząstkami ceramiki typu  $Al_2O_3$ .

Uwaga do pkt.20.

Recenzent potwierdza zmianę związaną z określeniem odmiany polimorficznej  $\alpha-Al_2O_3$  wprowadzoną przez Doktoranta i ją akceptuje.

Uwaga do pkt. 21

Recenzent akceptuje zmianę wprowadzoną przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 22

Recenzent zgadza się wyjaśnieniami Doktoranta.

Uwaga do pkt.23

W poprawionej wersji pracy Doktorant stosuje konsekwentnie określenia „Transverse wave”.

Uwaga do pkt. 24

Wyjaśnienie Doktoranta związane z określaniem wzrostu gęstości materiału podczas procesu spiekania, oraz sposobu graficznego przedstawiania wzrostu tej gęstości Recenzent akceptuje.

Uwaga do pkt. 25

Recenzent akceptuje zmianę „sintered powders” na „initial powders” gdyż właśnie wielkość cząstek proszku wyjściowego wpływa na ilość kontaktów pomiędzy nimi.

Uwaga do pkt. 26

Recenzent akceptuje odpowiedź na wyjaśnienie zawarte w pkt.26.

Uwaga do pkt. 27

Recenzent akceptuje poprawkę Doktoranta wprowadzoną do pracy doktorskiej.

Uwaga do pkt. 28

Recenzent akceptuje wprowadzenie nowej nazwy podrozdziału ”Sintering of mixture of NiAl and  $Al_2O_3$  powders” w rozdziale 3.3.2 „Microstructure evolution”.

Uwaga do pkt. 29

Recenzent akceptuje poprawki wprowadzone przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 30

Recenzent potwierdza wyjaśnienie Doktoranta.

Uwagi dotyczące rozdziału 4 (Chapter 4)

Uwaga do pkt. 31

Recenzent potwierdza zacytowanie w poprawionym Doktoracie pozycji [160] E. Oñate, C. Labra & F. Zarate, J. Rojek: *Modelling and simulation of the effect of blast loading on structures using an adaptive blending of discrete and finite element methods*, opublikowane w Risk Analysis, Dam Safety, Dam Security and Critical Infrastructure Management- Escuder-Bueno et.al., (Editors) Wyd. 2012 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62078-9, str. 365 - 372.

Uwaga do pkt. 32

Recenzent akceptuje poprawkę wprowadzoną do pracy doktorskiej, która wyjaśnia źródło podrozdziałów 4.6, 4.7 i 4.8. czyli pozycję literaturową [159] - S. Nosewicz, J. Rojek, K. Pietrzak I M. Chmielewski “*Viscoelastic discrete element model of powder sintering*” Powder Technology 246 (2013) 157-168.

Uwaga do pkt. 33

W związku z różnymi definicjami objętości atomowej Recenzent przyjmuje tłumaczenie Doktoranta oparte na źródle „Oxford Dictionaries”.

Uwaga do pkt. 34

Recenzent akceptuje wytłumaczenie Doktoranta.

Uwaga do pkt. 35

Wprowadzenie tej poprawki do pracy doktorskiej na początku rozdziału 5 wyjaśnia źródło z którego pochodzą fragmenty tego rozdziału, a więc pozycja literaturowa [159] - S. Nosewicz, J. Rojek, K. Pietrzak I M. Chmielewski “*Viscoelastic discrete element model of powder sintering*” Powder Technology 246 (2013) 157-168.

Uwaga do pkt. 36

Recenzent akceptuje przedstawione wytłumaczenie przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 37

Recenzent zgadza się z poprawką wprowadzoną przez Doktoranta a więc zastosowanie określenia „material model parameters” zamiast „sintering parameters”.

Uwaga do pkt. 38

Recenzent akceptuje korektę wprowadzoną do pracy przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 39

Recenzent akceptuje zdanie wprowadzone do poprawionej wersji pracy przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 40

Zmiana tytułu rozdziału 5.2 na „Generation of the geometrical model of powder specimen” jest właściwa.

Uwaga do pkt. 41

Doktorant w poprawionej pracy konsekwentnie stosuje określenie cząstki proszku „powder particles”

Uwaga do pkt. 42

Wprowadzone wyjaśnienie „Plastic deformation and creep will be neglected in the compaction and sintering stage” lepiej precyzuje założone warunki modelowania. Rozumiem że Doktorant pod określeniem „compaction” opisuje proces „hot pressing”, chociaż należało to zaznaczyć wyraźniej.

Uwaga do pkt. 43

Błąd zauważony przez Recenzenta został skorygowany.

Uwaga do pkt. 44

Przyjmuję wyjaśnienie sformułowane przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 45

Źle sformułowane zdanie zostało usunięte z tekstu poprawionej pracy doktorskiej.

Uwaga do pkt. 46

Przyjmuję wyjaśnienie sformułowane przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 47

Przyjmuję wyjaśnienie sformułowane przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 48

Obecnie podpis tabeli 5.7 na str. 92 „Materials model parameters of contact interactions between NiAl and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles” precyzyjnie określa zawartość tej tabeli.

Uwaga do pkt. 49

Uwagę Recenzenta uwzględniono.

Uwaga do pkt. 50

Uwaga Recenzenta została uwzględniona.

Uwaga do pkt. 51

Uwaga Recenzenta została uwzględniona.

Uwaga do pkt. 52

Doktorant uwzględnił uwagi Recenzenta odnośnie do zastosowania w pracy indeksów dolnych.

Uwaga do pkt. 53

Doktorant uwzględnił uwagę Recenzenta i zastosował w poprawionej pracy termin „relative density”.

Uwaga do pkt. 54

Doktorant zmienił opisy tabeli 5.4 na str. 84 oraz 5.7 na stronie 92.

Uwaga do pkt. 55

Doktorat zmienił zdanie opisujące zjawiska podczas procesu prasowania i spiekania zgodnie z uwagą Recenzenta.

Komentarz do uwag dotyczących rozdziału 6 (Chapter 6)

Uwaga do pkt. 56

Doktorant zacytował źródło z którego pochodzi rysunek 6.3. na str. 105, a więc jest to w obecnej wersji pracy pozycja literaturowa [199] - J. Rojek, G.F. Karlis, L.J. Malinowski, G. Beer, *Setting up virgin stress conditions in discrete element models*, Computers and Geotechnics, 48, (2013) 228–248.

Uwaga do pkt. 57

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie Doktoranta.

Uwaga do pkt. 58

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie i zmiany wprowadzone do pracy doktorskiej przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 59

Recenzent przyjmuje wy tłumaczenie Doktoranta.

Uwaga do pkt. 60

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie i wprowadzone zmiany do pracy doktorskiej przez Doktoranta

Uwaga do pkt. 61

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie i wprowadzone zmiany do pracy doktorskiej przez Doktoranta.

Komentarz do uwag dotyczących rozdziału 7 (Chapter 7)

Uwaga do pkt. 62

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie i wprowadzone zmiany do pracy doktorskiej przez Doktoranta związane z zastosowaniem terminu „hot pressing”

Uwaga do pkt. 63

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie problemu zastosowanej terminologii spiekania.

Uwaga do pkt. 64

Problematyka ta była poprzednio dyskutowana i nie wymaga już dodatkowego komentarza.

Uwaga do pkt. 65

Recenzent akceptuje wy tłumaczenie i wprowadzone zmiany do pracy doktorskiej przez Doktoranta.

Uwaga do pkt. 66

Recenzent przyjmuje wy tłumaczenie Doktoranta.

Uwaga do pkt. 67

Recenzent przyjmuje wy tłumaczenie Doktoranta.

Uwagi dotyczące języka, składni i ortografii

Uwaga do pkt. 68

Doktorant dokonał korekt związanych z edycją pracy w wersji języka *American English*.

Uwaga do pkt. 69

Doktorant poprawił podpis pod rys.3.3.

Uwaga do pkt. 70

Doktorant zamieścił cytowania prac Zespołu (w skład którego wchodził jego Promotor – dr hab. inż. Jerzy Rojek) na rys. 4.2.,4.3.,4.5, oraz 6.3.

## **5. Podsumowanie**

Recenzent stwierdza, że Doktorant bardzo rzetelnie potraktował krytyczne uwagi zawarte w pierwszej recenzji z dnia 14 października 2015 r. i dodatkowo swoje odpowiedzi i wywody oparł na cytowaniach liczących się artykułów naukowych. Ponadto wprowadził zmiany i ulepszenia w swojej pracy doktorskiej, która jest obecnie wartościową pozycją literaturową traktującą o modelowaniu procesów w metalurgii proszków. Utworzone modele zostały zweryfikowane badaniami eksperymentalnymi prowadzonymi wspólnie z pracownikami Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie. Dorobek publikacyjny Doktoranta oceniam jako dobry i niektóre jego publikacji reprezentują bardzo wysoki poziom naukowy.

## **6. Wniosek końcowy**

Informuję Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, że Doktorant Pan mgr inż. Szymon Nosewicz zrealizował postawione cele i Jego praca doktorska którą opiniuję p.t. „*Discrete element modeling of powder metallurgy process*” po poprawieniu i modyfikacji zgodnie z moimi uwagami zawartymi w pierwszej recenzji z dnia 14 października 2015 r. spełnia wymogi Ustawy z dnia 18 marca 2011 r., Dziennik Ustaw nr 84, poz. 455 o zmianie ustawy – „Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw” i stwierdzam że praca ta może być dopuszczona do rozprawy publicznej.



Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar



Wrocław, 14 października 2015

Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny  
Katedra Odlewnictwa, Tworzyw Sztucznych i Automatyki  
e-mail: jacek.kaczmar@pwr.edu.pl

## **Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr inż. Szymona NOSEWICZA**

**p.t. „*Discrete element modeling of powder metallurgy process*”**

**Promotor: dr hab. inż. Jerzy Rojek,  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki w Warszawie, Polska Akademia Nauk**

### **1. Podstawa wykonania recenzji pracy doktorskiej**

Podstawą wykonania recenzji pracy doktorskiej Pana mgr inż. Szymona Nosewicza było pismo Pana dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego, Prof. IPPT PAN, Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie z dnia 17 lipca 2015. Recenzję wykonano stosownie do Ustawy z dnia 18 marca 2011 r., Dziennik Ustaw nr 84, poz. 455 o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw.

### **2. Układ pracy**

Praca napisana jest w języku angielskim i zawiera 133 strony. Doktorant cytuje 240 pozycji literaturowych na dodatkowych 15 stronach (nie numerowanych). Doktorant zastosował klasyczny układ pracy doktorskiej, która składa się z 7 rozdziałów oraz zawiera 3 dodatkowe rozdziały zatytułowane:

Appendix A Wyprowadzenie wzoru dotyczącego modelu spiekania 2 cząstek,

Appendix B Oszacowanie parametrów spiekania materiału,

Appendix C Algorytm tworzenia próbki wstępnie spiekanej.

### 3. Zakres prowadzonych badań

Doktorant w swojej pracy przedstawił interesujące badania dotyczące procesu prasowania na gorąco proszków związku międzymetalicznego NiAl, proszku tlenku glinu  $Al_2O_3$  oraz materiału kompozytowego typu: osnowa NiAl z umocnieniem  $Al_2O_3$ . Zastosowanie procesu prasowania na gorąco związane było z brakiem możliwości uzyskiwania dużych gęstości tych materiałów w przypadku stosowania tylko konwencjonalnego procesu spiekania.

Wkładem Autora w rozwój metalurgii proszków jest opracowanie numerycznych modeli układów cząstek proszków w czasie procesów technologicznych wytwarzania materiałów spiekanych, co umożliwia modelowanie procesów wytwarzania takich materiałów metodą metalurgii proszków. W przypadku recenzowanej pracy Autor zajął się procesem prasowania na gorąco proszków jednego rodzaju (NiAl oraz  $Al_2O_3$ ) oraz mieszanin proszków NiAl -  $Al_2O_3$  w czasie którego zachodzą intensywne zjawiska transportu materii.

Autor ponadto przeprowadził analizę zgodności opracowanych modeli teoretycznych z rzeczywistymi procesami wytwarzania materiałów spiekanych i kompozytowych prowadzonych w warunkach laboratoryjnych, odpowiadających warunkom przemysłowym. Uzyskał dużą zgodność opracowanych modeli z wynikami badań doświadczalnych.

### 4. Uwagi merytoryczne

#### Uwagi dotyczące Streszczenia w języku polskim

W streszczeniu w języku polskim nie można twierdzić że, cytuję: *metalurgia proszków jest jedną z głównych metod otrzymywania nowoczesnych materiałów ceramicznych, metalicznych i kompozytów metalowo-ceramicznych*. W praktyce technologicznej materiały na osnowach metalicznych oraz kompozyty metalowo-ceramiczne wytwarzane są głównie w oparciu o techniki odlewnicze.

Dalej w streszczeniu polskim Autor pisze, cytuję: „*Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia numeryczną oraz doświadczalną analizę procesu wytwarzania nowoczesnych materiałów rozdrobionych technikami metalurgii proszków*”. Stwierdzenie to jest bardzo niefortunne gdyż do głównych procesów metalurgii proszków nie należy rozdrabnianie materiałów ale scalanie proszków metodami prasowania i spiekania czy prasowania na gorąco.

Autor używa dalej określenia „próba poprzecznego ściskania” (opisuje jako zmodyfikowaną próbę brazylijską), ale powinien w dalszej części pracy podać materiały źródłowe zastosowania tej próby.

Autor w całej pracy niestety nie może zdecydować się na konsekwentne nazewnictwie i cząstki proszku niekiedy nazywa ziarnami (grains), a niekiedy cząstkami (particles). W literaturze fachowej w języku polskim wprawdzie stosowane są oba określenia, to jednak w języku angielskim stosowane są konsekwentnie terminy „particles” na określenie cząstek proszku i „grains” na określenie monokryształów charakteryzujących się różnymi orientacjami sieci krystalograficznych. Autor pisząc pracę w języku angielskim powinien jednak konsekwentnie stosować określenia „particles”, w odróżnieniu od znaczenia słowa „grains”. W nawiązaniu do powyższego stwierdzenia Recenzenta raczej należy konsekwentnie stosować określenie między cząstkami (*between partcles*) a nie między ziarnami.

Doktorant w pracy stosuje termin „Ewolucja właściwości mechanicznych”. Termin ten (*łac. Evolutio*) jest to proces ciągły, polegający na stopniowych zmianach cech gatunkowych następujących po sobie pokoleń poprzez eliminację na bazie mechanizmu doboru naturalnego lub sztucznego części osobników z obecnej populacji. W związku z tym Recenzent ma pytanie w jakim kontekście pracy doktorskiej Autor używa określenia „ewolucja”.

Autor używa określenia „połączenia kohezyjne”, które powstają w trakcie spiekania, a moim zdaniem są to połączenia dyfuzyjne, powstałe na skutek dyfuzyjnego transportu materii. Moim zdaniem zjawiska kohezji bardziej związane są z wytrzymałością powstałego połączenia dyfuzyjnego.

Autor stosuje termin „naprężenia mikroskopowe” lecz Recenzent przyjmuje że Doktorant miał na myśli mikronaprężenia. W dalszej części streszczenia pracy Autor pisze o: „niekorzystnej lokalizacja cząstek zbrojenia które poddawane są naprężeniom rozciągającym”. Recenzent prosi o interpretację Doktoranta co jego zdaniem oznacza „niekorzystna lokalizacja cząstek zbrojenia” oraz w jakich stanach naprężenia cząstki te podlegają naprężeniom rozciągającym?

#### Uwagi dotyczące Rozdziału 1 (Chapter 1)

Na str.1 Autor pisze, cytując: “It involves consolidation of loose or weakly bonded powders at elevated temperatures, close to the melting temperature”. Zdaniem Recenzenta spiekanie nie odbywa się blisko temperatury topnienia i stwierdzenie to jest bardzo dyskusyjne.

Na str. 2 Autor pisze o “grain compaction” a powinno być “particle compaction”. Dalej na str. 2 Autor pisze o “cohesive bonds” a powinno być zdaniem Recenzenta “diffusion bonds”

Na str. 2 Autor zamieszcza zdjęcie skaningowe nieokreślonego proszku kulistego i Czytelnik pracy nie ma informacji o rodzaju proszku. Do dobrej praktyki naukowej należy dokładne opisywanie zamieszczanych struktur materiałów, wykresów czy obrazów elementów.

Str.4: Autor powinien unikać bardzo ogólnych i niewiele mówiących stwierdzeń - cytuję: *The macroscopic behaviour of sintered materials is a result of a complex combination of elastic, viscous, plastic and thermal deformation*” powołując się na odpowiednie pozycje literaturowe. To zdanie niewiele mówi o istocie zachowania się materiałów spiekanych. Ponadto na str. 8 powinno być konsekwentnie stosowane określenie „particle rearrangement” a nie „grain rearrangement”.

Str. 9: co Autor rozumie pod określeniem „ceramic inclusions”. Cząstki z materiałów ceramicznych są wprowadzane celowo na przykład do osnowy metalowej, natomiast wtrącenia są w tych materiałach są niechciane i celowo eliminowane. Tak więc użycie określenia „ceramic inclusions” jest w tym kontekście niewłaściwe.

Na str.10 Doktorant sformułował cele prowadzonej pracy pisząc w pkt (a) *Formulation of powder metallurgy model* zamieszczając następujące zdanie: *Discrete element model will include the viscous, elastic, cohesive and thermal interaction of particles*. Recenzent zgadza się że istnieją oddziaływania lepkościowe, elastyczne, i termiczne pomiędzy cząstkami, ale prosi o wyjaśnienia na czym polegają oddziaływania kohezyjne pomiędzy cząstkami?

Na str. 10 W podrozdziale (b) *Numerical simulation of powder metallurgy process* Doktorant powtórnie używa określenie *grains* zamiast *particles*.

Doktorant na str. 11 pracy postawił tezę w której używa określenia „*novel composite materials*” mając na myśli badane materiały typu Ni-Al, ceramikę  $Al_2O_3$  oraz materiał kompozytowy typu Ni-Al/ $Al_2O_3$ . Recenzent zwraca uwagę że istnieje bogata literatura dotycząca diskutowanych materiałów, które były już badane w latach 90-tych ubiegłego wieku n.p. R. Darolia: *NiAl alloys for high-temperature structural applications*, JOM, 43 (1991) 44-49, H.P. Buchkremer, K.H. Hammelmann, K.E. Mohamed, D. Stöver: *Reactive HIP of NiAl-base intermetallic composites*, Hot Isostatic Pressing'93, Ed.,1994, Pages 117-124, S. Shiga et al., *Mechanical alloying (MA) of nickel aluminide (NiAl) and characterization of hot pressed compacts*, Metal Powder Report, Volume 47, Issues 7-8, July-August 1992, 60, L. Farber, L. Klinger, I. Gotman: *Modeling of reactive synthesis in consolidated blends of fine Ni and Al powders*, Materials Science and Engineering A, 254, 1-2 (1998) 155-165, oraz na przykład publikacja dotycząca kompozytów typu NiAl +  $Al_2O_3$ : Chung-Kwei Lin, Shi-Shen Hong, Pee-Yew Lee: *Formation of NiAl- $Al_2O_3$  intermetallic-matrix composite powders by mechanical alloying technique*, Intermetallics, 8, Iss.9-11, (2000)1043-1048.

Należy dodać iż jedne z pierwszych prac dotyczących NiAl pojawiły się już w latach 60-tych ubiegłego wieku – R.T. Pascoe, C. W. A. Newey: „*The Mechanical Behaviour of the Intermetallic Phase NiAl*”, Metal Science Journal, 2 (1968) 138-143.

### Uwagi dotyczące Rozdziału 2 (Chapter 2)

Na str. 15 dyskusyjne jest twierdzenie Autora pracy, że rekrytalizacja materiału jest mechanizmem na zasadzie którego odbywa się transport materii. Recenzent prosi o interpretację.

Na str.16 Autor twierdzi że w pobliżu granic ziaren są ulokowane defekty i w związku z tym granica ziarna jest uprzywilejowaną drogą transportu materii (w oryginale *atomic flow*). Twierdzenie to jednak jest dyskusyjne gdyż właśnie granice ziaren stanowią miejsca o zakłóconej budowie krystalograficznej i w związku z tym stanowią miejsca charakteryzujące się wyższą energią aniżeli ziarna charakteryzujące się ustalonymi orientacjami krystalograficznymi.

Na str. 17 Autor znowu używa określenia „*powder grains*” i twierdzi że cząstki zaokrąglają się w nawiązaniu do Fig. 2.5. Cząstki NiAl zastosowane do spiekania charakteryzowały się kształtem kulistym i Autor nie mierzył zmian krzywizny proszków, więc takie twierdzenie jest bardzo ryzykowne. Autor powtarza dalej określenie „*cohesive bonds*” (Fig.2.5), ale zdaniem Recenzenta są to przecież połączenia dyfuzyjne powstające głównie na skutek dyfuzyjnego transportu materii.

### Uwagi dotyczące Rozdziału 3 (Chapter 3)

Na str. 20 Recenzent nie zgadza się z twierdzeniem Doktoranta że wady związku międzymetalicznego NiAl czyli kruchość oraz trudność obróbki mechanicznej można poprawić poprzez tworzenie kompozytu z ceramiką typu  $Al_2O_3$ . Tak niestety nie jest i wprowadzanie ceramiki - tlenku aluminium wpłynie na dalsze zmniejszenie plastyczności i obrabialności metodami skrawania (tylko polepszyć się może łamliwość wiórów, natomiast bardzo wzrośnie zużycie narzędzi). Generalnie obróbka skrawaniem powinna być ograniczona do minimum, a wytwarzanie elementów z tych materiałów odbywa się metodą „na gotowo”, w literaturze anglosaskiej określanej jako „net- shape forming” lub „near net- shape forming”.

Dalej na str. 20 Autor zamieszcza tabelę 3.1. „*Właściwości związku międzymetalicznego NiAl oraz ceramiki tlenku glinu*” nie precyzując o jaką odmianę polimorficzna  $Al_2O_3$  chodzi. Na str. 23 Autor nie przedstawia wyników badania równomierności rozkładu cząstek tlenku glinu w osnowie proszku NiAl, więc zachodzi pytanie jak dobierał parametry mieszania z zastosowaniem młyna Pulverisette 6 w celu uzyskania równomiernego rozkładu cząstek ceramicznych  $Al_2O_3$  pomiędzy cząstkami związku międzymetalicznego NiAl.

Czytając opis badania gęstości metoda Archimedesesa na str. 25 wydaje się że Autor źle interpretuje to prawo. W metodzie tej nie można nasycać próbek porowatych cieczą penetrującą wypraskę, lecz odwrotnie pokrywa się wypraskę warstwą lakieru zabezpieczającego przed penetracją płynu. Ponadto Autor niekonsekwentnie stosuje nazewnictwo, twierdząc że  $m_n$  jest to masa próbki nasyconej cieczą łatwo penetrującą (woda) natomiast  $m_w$  jest ciężarem próbki nasyconej zawieszony w cieczy. W takim razie jak można odejmować od masy wyrażonej w [g] ciężar wyrażony w [N].

Na str. 25 pracy doktorskiej Autor używa określenia *shear wave* mając na myśli falę poprzeczną czyli *Transverse wave*. Zresztą wskazuje na to Indeks  $V_T$ . Już na str. 27 Autor poprawia swój błąd i używa określenia „*transverse waves*”.

Na str. 30 Autor powinien zwrócić uwagę na fakt, iż na podstawie ułożenia 3 punktów pomiarowych można w bardzo dużym przybliżeniu dyskutować o tendencjach obrazujących wzrost gęstości materiału podczas spiekania.

Recenzent prosi o interpretację zamieszczonego na str. 32, stwierdzenia, cytując: “*contacts with the biggest surface areas possible are formed through a proper dispergation of the sintered powders or the application of external force*”. Jak w takim razie ma zajść dyspergowanie już spieczonych cząstek?

Na str. 32 na rys. 3.12 a i b Doktorant przedstawia spieczoną ceramikę  $Al_2O_3$  charakteryzującą się różnymi porowatościami, zależnymi oczywiście od zastosowanych parametrów prasowania na gorąco. Recenzent prosi o wskazanie granic ziaren w diskutowanym materiale spiekany.

#### Str. 33 Podrozdział o spiekaniu proszków NiAl (Sintering of NiAl powder)

W opisie na str. 33 dotyczącym Fig. 3.15 należało wskazać czy rządzącym mechanizmem wzrostu szyjek jest tylko dyfuzyjny transport materii „*mass transport*” czy też również zbliżanie się cząstek do siebie.

#### Str.34 Podrozdział o spiekaniu proszku kompozytowego NiAl/ $Al_2O_3$ (Sintering of NiAl/ $Al_2O_3$ composite powder)

Tytuł tego podrozdziału jest dyskusyjny gdyż opisany proces nie jest spiekaniem proszku kompozytowego NiAl/ $Al_2O_3$  (*NiAl/ $Al_2O_3$  composite powder*). Proszek kompozytowy typu NiAl/ $Al_2O_3$  składający się z osnowy NiAl oraz umacniających proszków tlenku glinu w osnowie może być wytworzony na przykład metodą mechanicznego wytwarzania stopów - *mechanical alloying* (synteza mechaniczna), natomiast Autor nie wskazuje na to iż cząstki

proszku są wytwarzane tą metodą. Dalej na str. 35 Autor pracy w tym rozdziale pisze jednak iż „*individual aluminium oxide grains* (Recenzent domyśla się że chodzi o cząstki – particles) *are located on the surface of intermetallic particles*. Zdanie to wskazuje więc na to że Autor pracy nie wytwarzał proszków kompozytowych typu NiAl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i jednak nie są to proszki kompozytowe jak twierdzi Autor pracy.

Dyskusyjne jest porównanie twierdzeń Autora ze str. 35. Z jednej strony Autor pisze że Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> są to ceramic grains (w domyśle Recenzenta cząstki – particles) a z drugiej pisze w zdaniu: „*It is characterized by simultaneous pore rounding, densification and grain growth*” i rozumiem że tym razem chodzi o ziarna charakteryzujące się ustaloną orientacją krystalograficzną. Na str. 35 Autor pisze o „*channel pores*” czyli porach kanałowych, wskazując na rys. 3.19. Na jakiej podstawie Autor twierdzi że są to „*channel pore*”, skoro pokazuje zdjęcie mikrostruktury wykonane w jednej płaszczyźnie. Czy w takim razie Autor wykonywał badania tomograficzne tych materiałów?

Recenzent prosi o interpretację dlaczego moduły sprężystości podłużnej  $E$  (moduły Younga) dla spieku NiAl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (wg. Autora po procesie spiekania a wg. Recenzenta jest to proces prasowania proszków na gorąco) w tabeli 3.3. na str. 37 włącznie do zastosowanych parametrów spiekania  $T_s = 1400^\circ\text{C}$ ,  $t_s = 30$  min. oraz  $p = 5$  MPa są mniejsze aniżeli moduły sprężystości podłużnej  $E$  dla materiału NiAl, a powyżej tych parametrów moduły sprężystości podłużnej  $E$  kompozytu NiAl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> są większe od modułów sprężystości podłużnej  $E$  związku międzymetalicznego NiAl.

#### Uwagi dotyczące Rozdziału 4 (Chapter 4)

Na str. 50 Autor pisze, cytując: *The translational and rotational motion of discrete elements (Fig.4.2) is described by means of the Newton-Euler equations of rigid body dynamics*”. Jeśli Doktorant został zainspirowany wywodami zamieszczonymi w artykule E. Oñate, C. Labra & F.Zarate, J. Rojek: *Modelling and simulation of the effect of blast loading on structures using an adaptive blending of discrete and finite element methods*, opublikowane w Risk Analysis, Dam Safety, Dam Security and Critical Infrastructure Management- Escuder-Bueno et.al., (Editors) Wyd. 2012 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62078-9, str. 365 - 372. dostępne na stronie internetowej: <http://www.ippt.pan.pl/Repository/o1662.pdf>. to powinien powołać się na ten artykuł. Ponadto Fig. 4.2 na str. 51 pracy doktorskiej jest dokładną kopią Fig.1 z powyższej pracy autorów - E. Oñate, C. Labra & F.Zarate, J. Rojek – kopia artykułu w załączeniu. Zachodzi więc pytanie dlaczego Doktorant nie zacytował źródła z którego pochodzi ten rysunek, tym bardziej że współautorem artykułu był jego Promotor. Poza tym badania prezentowane w powyższym artykule dotyczyły modelowania skutków obciążania elementów przez ruch cząstek w strumieniu gazów (*blast loading*),

natomiast nie należy adaptować bez odpowiedniej interpretacji schematów sporządzonych dla efektu obciążania strumieniowego elementów do prac naukowych związanych z wzajemnym oddziaływaniem cząstek podczas procesów metalurgii proszków. Podobnie adaptowanie modelu schematu oddziaływania dwóch cząstek w procesach dynamicznych do jakich należy oddziaływanie cząstek w strumieniach gazów do procesów metalurgii proszków który ma zupełnie inny charakter, a więc adaptowanie z powyższego artykułu Fig.1c jako Fig. 4.5. w pracy doktorskiej bez cytowania na str. 52 nie należy do dobrej praktyki naukowej.

Dlaczego Autor wprost nie informuje Czytelników że na przykład cały rozdział 4.6. swojej pracy doktorskiej rozpoczynający się na str. 58 p.t. Transition between Kelvin-Voigt and Maxwell models” jest fragmentem artykułu autorów S. Nosewicz, J. Rojek, K. Pietrzak i M. Chmielewski, “Viscoelastic discrete element model of powder sintering” Powder Technology 246 (2013) 157-168, w pracy doktorskiej występujący jako pozycja literaturowa [156] i zatytułowany tak samo. Przecież ten artykuł jest dorobkiem 4 współautorów i wypadałoby o nich wspomnieć w treści pracy doktorskiej, mając dodatkowo na względzie postanowienia ustawy w tym zakresie. Podobnie w pracy doktorskiej rozdział 4.7 jest w artykule rozdziałem 2.6 natomiast rozdział 4.8 w pracy doktorskiej jest w artykule rozdziałem 2.7. Wszystko bez odpowiedniego cytowania. Recenzent uważa, że odpowiednie cytowania znacznie podnoszą rangę każdej pracy naukowej.

Ustawa z dnia 18 marca 2011 r. „O zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw, Art.13 ust.1 oraz Art. 13 ust.4 wyraźnie postanawiają (cytuję wybrane zapisy ustawy adekwatne do tej sytuacji):

*Art. 13 ust.1. Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora albo pod opieką promotora i promotora pomocniczego, o którym mowa w art. 20 ust. 7, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*

*Art.13 ust.4. Rozprawę doktorską może także stanowić samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej, jeżeli wykazuje ona indywidualny wkład kandydata przy opracowywaniu koncepcji, wykonywaniu części eksperymentalnej, opracowaniu i interpretacji wyników tej pracy, odpowiadający warunkom określonym w ust. 1.*

Tak więc w świetle obowiązującej ustawy należało rozdziały w pracy doktorskiej które były już opublikowane wcześniej jako praca zbiorowa oznaczyć odpowiednim powołaniem literaturowym i określić wkład Doktoranta.



Na str. 66 Autor twierdzi że „atomic volume” to cytując: “The atomic volume  $\Omega$  is a parameter indicating volume of one gram of a materials in normal condition” ale tak nie jest gdyż objętość atomowa jest to objętość jednego mola pierwiastka w temperaturze pokojowej.

#### Uwagi dotyczące Rozdziału 5 (Chapter 5)

Na str. 73 na Fig.5.2 b jakie znaczenie ma rozpatrywanie parametru „relative displacement/diameter” w funkcji czasu skoro czasy te wynoszą od  $2 \times 10^{-4}$  do  $1 \times 10^{-3}$  sekundy, a więc są bardzo krótkie i należy rozumieć, iż przedstawiona zależność ma znikomą wartość informacyjną. Przetawione na Fig. 5.2 zależności są zaczerpnięte z artykułu S. Nosewicz, J. Rojek, K. Pietrzak i M. Chmielewski “Viscoelastic discrete element model of powder sintering” Powder Technology 246 (2013) 157-168 i zamieszczone w tym artykule jako Fig.7. W świetle poprzedniej opinii wyrażonej przez Recenzenta należało zamieścić odpowiednie powołanie literaturowe. Recenzent zwraca uwagę na dalsze zamieszczanie zaczerpniętych zależności z powyższego artykułu; na str. 75 pracy Fig. 5.9 jest to Fig. 12 z powyższego artykułu lecz zamienione kolejnością, na str. 77 Fig. 5.12 jest to Fig.15 z powyższego artykułu. Zdaniem recenzenta Doktorant powinien więc zamieścić odpowiednie powołania na pozycję literaturową [156] w swojej pracy.

Recenzent prosi o wytłumaczenie dlaczego Doktorant w Tabeli 5.2 na str. 77 modelował bardzo długie czasy spiekania  $2,61 \times 10^6$  to jest 2.610.000 s czyli ok. 725 godzin, co powoduje w warunkach rzeczywistych około 1 miesięczne spiekanie.

Na str. 78 Autor posługuje się parametrami spiekania zamieszczonymi w Tabeli 5.1. natomiast tabela ta na str. 72 zawiera dane materiałowe a nie parametry spiekania (wg Doktoranta „sintering parameters”).

Na str. 80 co Autor pracy rozumie pod określeniem, cytując: “compaction of particles to achieve a densely packed specimen by a dynamic method (under the gravitational loading and prescribed contraction of the boundary surfaces). Nasuwa się pytanie Recenzenta co Autor rozumie pod określeniem „gravitational loading”?

Doktorant powinien uzasadnić dlaczego dla celów modelowania zastosował relatywnie małe próbki; dla proszku NiAl o średnicy  $58 \mu\text{m}$  i wysokości  $95 \mu\text{m}$ , dla proszku  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o średnicy  $28 \mu\text{m}$  i wysokości  $65 \mu\text{m}$  oraz dla mieszaniny proszków NiAl i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  średnica modelowej próbki wynosiła  $57 \mu\text{m}$  a wysokość  $130 \mu\text{m}$ . Biorąc pod uwagę relatywnie małe wymiary próbek to w obranym modelu próbek mieściło się kilkaset cząstek. Dlaczego Doktorant nie wybrał modelu próbek zawierających większą ilość cząstek, co bardziej odpowiadałoby stanowi rzeczywistemu spotykanemu w technologiach przemysłowych.

Dlaczego Autor stosuje termin „presintering” w tytule podrozdziału 5.2. na str. 80 pracy doktorskiej oraz w podpisie Fig. 5.17 na str. 81. Przecież termin „presintering” dotyczy proszków wstępnie spiekanych, n.p. J. Wang, I. Monot, and G. Desgardin: *Growth mechanism and morphology of melt-texture-growth-processed  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  with different presintered microstructures*, Journal of Materials Research 11 (1996) 2703-2710, a rozdział ten dotyczy przede wszystkim charakteryzacji zastosowanych proszków.

Na str. 82 Doktorant pisze, cytując; “*Particle size distribution in the models are slightly different from the grain size distribution in real powders*”. Tak więc powtórnie Recenzent jednak radzi stosować jednolite określenie “particles”.

Na str. 85 przedstawiono schematyczne rysunki – Fig. 5.23 i 5.24, jak twierdzi Doktorant obrazujące proces spiekania. Należałoby jednak wytłumaczyć dlaczego Doktorant wybrał model w którym spiekanie zachodzi tylko w jednym kierunku? Przedstawione schematy raczej odpowiadają procesowi prasowania na gorąco proszków, gdzie oprócz zjawisk dyfuzyjnego transportu materii zachodzą inne zjawiska transportu materii jak: odkształcenie plastyczne, pełzanie oraz poślizg granic ziaren co opisują w literaturze na przykład: W. A. Kaysser, M. Aslan, E. Arzt, M. Mitkov, G. Petzow: *Microstructural development and densification during HIPping of ceramics and metals*, Powder Metallurgy 31 (1988) 63-69 oraz M. F. Ashby: *Physical modeling of materials problems*, Materials Science and Technology 8 (1992) 102-111.

Uwaga do Fig. 5.26: Generalnie komentarze na tym rysunku są niewłaściwe, gdyż sugerują gęstości (*experimental density points of proces no. I, II* itd.), a to nie są gęstości lecz parametry technologiczne (temperatura prasowania na gorąco i czas prowadzenia procesu) po których następują pomiary gęstości. Autor prostuje ten błąd i podpisuje Fig. 5.26 jako: „*Thermal profiles with density measurements points*” w których dokonywano pomiarów gęstości. Ponadto na Fig. 5.26 Autor zaznacza dla „*experimental density points of proces no. I, II*” (kolor czerwony) trzy punkty pomiarowe gęstości - wszystkie w temperaturze 1300°C, po czasach procesu 118 min., 139 min. i 148 min., to w tabeli 5.5. przy procesie spiekania I, II podaje temperaturę spiekania 1400°C. Podobnie dla procesu V, VI na rys. 5.26 podaje 5 punktów pomiarów gęstości natomiast w Table 5.5 czy 5.6 przy procesie V i VI podaje Autor tylko 3 punkty pomiaru gęstości. Również mylne jest podawanie temperatury gdyż na Fig. 5.26 punkty pomiaru gęstości 3,4,5 dla procesu V,VI są zaznaczone w temperaturze 1400°C, natomiast w tabeli 5.5 i 5.6 przy 1300°C. Tabelę 5.5 i 5.6 należy poprawić i Recenzent chciałby wiedzieć czy tabele są prawidłowe czy Fig. 5.6 jest prawidłowa?

Autor podaje dosyć ryzykowne twierdzenie na str. 89 że w czasie grzania materiału NiAl następuje zwiększenie objętości próbki (oczywiście ze względu na rozszerzanie materiału zwiększa objętość) natomiast Fig. 5.25 wyraźnie wskazuje na to że próbka na skutek zjawisk transportu materii kurczy się a więc zmniejsza objętość. Świadczy o tym skurcz objętościowy (*volumetric shrinkage*) zaznaczony na tym rysunku kolorem czerwonym. Druga część zdania jest nieprawdziwa gdyż teoretyczna gęstość materiału nie ulega zmianie a gęstość relatywna oczywiście zwiększa się. Zdanie to wymaga poprawy.

Zdanie na str. 90 jest źle sformułowane, cytuję „*when the sintering time finishes the temperature starts to descent*” i wynika z niego że temperatura sama obniża się po zakończeniu wg. Recenzenta procesu prasowania na gorąco. Prasowanie na gorąco jest zaprogramowanym procesem i system sterowania jest odpowiedzialny za jego przebieg.

Zdanie na str. 90 w niewłaściwy sposób opisuje zmiany gęstości materiału w czasie chłodzenia. Przecież w czasie chłodzenia materiał zwiększa swoją gęstość względną (*relative density*) na skutek:

- a) zmniejszania wymiarów próbek
- b) działania w dalszym ciągu dyfuzyjnego transportu materii.

Str.92: Recenzent prosi o interpretację opisanego zjawiska opisanego we fragmencie zdania “*good penetration of particles resulting from the diffusive character of the contact bond*”

Str. 92. Proszę o interpretację podpisu tabeli 5.7, cytuję “*Materials parameter data of mixed contact between NiAl and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles*”.

Porównując Fig. 5.26 z tabelą 5.8. na str.93 w dalszym ciągu na przykład *proces no. I, II* charakteryzuje się parametrami:  $T_s = 1300^{\circ}\text{C}$  po czasach procesu 118, 129 i 148 minuty a w Tabeli 5.8  $T_s$  procesu no. I wynosi  $1400^{\circ}\text{C}$   $p=30$  MPa oraz wskazane jest 5 punktów pomiarów gęstości.

Fig. 5.33. na str. 93 nie oddaje we właściwy sposób istoty spiekania, gdyż spiekanie typu 1-kierunkowego nie występuje w praktyce technologicznej. Autor na str. 94 używa określenia „*evolution curves*” i jak wcześniej wspomniano określenie „*evolution*” nie ma w tym przypadku właściwego zastosowania.

Na str. 94 dlaczego w symbolu  $\alpha$  jako współczynnika rozszerzalności cieplnej indeks jest w potęgde i to może być mylące n.p.  $\alpha^m$  oznacza współczynnik rozszerzalności cieplnej osnowy (matrix).

Podobne  $V^m$  oznacza frakcję objętościową osnowy a  $V^f$  frakcję objętościową umocnienia. Lepiej stosować dolne indeksy.

Na str.95 wyjaśnienia wymaga termin “*level of compaction*”.

Autor na str. 95 pisze w rozdziale 5.5. „*The constitutive parameters given in Tables 5.4 and 5.7*” a kiedy popatrzymy na opisy tych tablic widnieją tam następujące opisy:

Table 5.4. Materials parameter data of NiAl and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powders

Table 5.7. Material parameter data of mixed contact between NiAl and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles.

W związku z tym Recenzent sugeruje korektę tego zadania i opis jako „materials parameters applied for the constitutive equations”. Autor we fragmencie zdania na str. 97 powinien użyć określenia “particles rearrangement” a nie “*particles penetration*”.

#### Uwagi dotyczące Rozdziału 6 (Chapter 6)

Rysunek (Fig.6.3) został wraz z podpisem skopiowany z artykułu J. Rojek, G.F. Karlis, L.J. Malinowski, G. Beer, *Setting up virgin stress conditions in discrete element models*, Computers and Geotechnics, 48, (2013) 228–248, bez cytowania. Nie zamieszczono również tego artykułu w spisie literatury (*Bibliography*) i można go znaleźć na stronie:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266352X12001528>. Fragment wydrukowanego artykułu z w/w rysunkiem załączam do niniejszej recenzji.

Na str. 107/108 Autor zamieszcza fragment zdania, cytując: *sintering driving force (sintering driving stress)* i zdaniem Recenzenta nie można tych paramertrów traktować jako równoznacznych.

Czy Doktorant może wytłumaczyć niekonsekwencje w Fig. 6.5, 6.6 i 6.7. Na str. 108 na Fig. 6.5 generalnie direction stresses  $x$ ,  $y$ ,  $z$  powstają podczas prasowania proszku na gorąco i na przykład z direction stress osiąga maksimum równe -30 MPa po ok. 30 minutach procesu, natomiast na Fig. 6.6 a *sintering driving stresses* w ogóle nie istnieją do ok. 75 minuty (przy czym Doktorant zmienił kolory oznaczeń naprężeń w kierunkach  $x$  i  $y$  porównując z Fig. 6.5. Podobna sytuacja jest na rys. 6.6.b gdzie Doktorant powrócił do oznaczenia kolorów jak na rys. 6.5, lecz dalej nie tłumaczy dlaczego do ok. 75 minut nie występują żadne „*viscoelstaic stresses*” w kierunkach  $z$ ,  $y$  i  $x$ .

---

Na str.109 Autor pisze że, cytując: *with the progress of sintering (powinno być hot-pressing) the radial stresses gradually decrease nearly to zero due to the radial shrinkage of the specimen and finally the state of uniaxial compression is obtained.* W takim razie dlaczego Autor nie uwzględnia „radial shrinkage” czyli skurczu promieniowego na ilustracji modelu na Fig. 5.33.

Na str.110 co oznacza określenie: “*determined for all active inter-particle cohesive bonds*” i czy istnieją interparticle cohesive bonds które są nieaktywne. Generalnie Recenzent oczekuje definicji złączy kohezyjnych aktywnych i nieaktywnych? Zdaniem Recenzenta Doktorant powinien operować określeniem “złącza dyfuzyjne”.

Recenzent prosi o interpretację tytułu rozdziału 6.2.3. na str.113 “*Microscopic stress in the grain bodies*”.

#### Uwagi dotyczące Rozdziału 7 (Chapter 7)

Dlaczego Autor na str.118. i w całej pracy nie stosował konsekwentnie powszechnego terminu **hot pressing of powders** (n.p. E. Szewczak, A. Presz, A. Witek, J.W. Wyrzykowski, H. Matyja, *Microstructure and phase composition of mechanically alloyed and hot pressed Ti-Al alloys*, Nanostructured Materials, 12, 1–4, (1999) 167-170 lub **hot-press sintering**, n.p. Jianping Long, Xin Li, Dedi Fang, Peng Peng, Qiang He: *Fabrication of diamond particles reinforced Al-matrix composites by hot-press sintering*, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 41 (2013) 85-89.

Autor na str. 118 we wnioskach dalej twierdzi że, cytując: “*The presented model represents the initial compaction of the powder and further consolidation as the effect of sintering*”. Opisany process nie jest procesem tylko spiekania lecz procesem prasowania proszków na gorąco podczas którego zachodzą oprócz dyfuzyjnego transportu materii inne rodzaje transport. Recenzent już wspomniał poprzednio m.in o transporcie materii na zasadzie odkształcenia plastycznego, pełzania oraz poślizgu granic ziaren.

Recenzent skomentował już poprzednio w recenzji twierdzenie Autora (str.119) o tym że badane materiały nie są nowe wskazując na odpowiednie pozycje literaturowe.

Na str.120 Autor pisze, cytując: *Numerical results have confirmed the theoretical assumptions that ceramic particles are compressed by intermetallic particles during cooling stage due to the various values of the coefficients of thermal expansion*”. Zdaniem Recenzenta zjawisko to jest powszechnie znane i nie warto takiego stwierdzenia zamieszczać w bardzo ważnym rozdziale “Concluding remarks”.

Dyskusyjne jest twierdzenie Autora na str. 120 o porównaniu zdolności do spiekania różnych materiałów charakteryzujących się różnymi temperaturami topnienia (temperatura topnienia NiAl  $T_t = 1640^\circ\text{C}$ , natomiast temperatura topnienia  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $T_t = 2072^\circ\text{C}$ ). Jest więc oczywiste że w danej temperaturze zdolność do spiekania aluminku niklu - NiAl będzie większa aniżeli tlenku glinu.

W podrozdziale 7.2. *Original elements of the thesis* Autor zalicza do stadiów procesu prasowania na gorąco: obciążanie, nagrzewanie, spiekanie, chłodzenie i odciążanie. Słowo spiekanie oznacza zwykle spiekanie bez stosowania nacisku (pressureless sintering) i Autor powinien wyraźnie zaznaczyć że nie jest to proces klasycznego spiekania.

## 5. Uwagi o języku, składni i ortografii

Praca napisana jest w stosunkowo poprawnym języku angielskim. Mając na względzie publikowanie pracy w czasopiśmie fachowym jest to wybór słuszny, natomiast praca powinna być przeczytana i poprawiona przez osobę biegle znającą język angielski. Doktorant powinien dokonać wyboru czy praca będzie napisana w „*American English*” czy „*British English*”. Przykładem niekonsekwencji jest na przykład użycie w tytule pracy słowa „modeling” używanego w „*American English*”, natomiast n.p. w tytule rozdziału 1.2 na str. 3 użyte jest słowo „modelling” stosowane w odmianie języka „*British English*”. Str. 47 jest „*modelling of powder metallurgy*” a powinno być zgodnie z tytułem pracy napisane w *American English*.

Błędny jest podpis pod Fig. 3.3. na str.23 powinno być Pulverisette 6. W założeniach w rozdziale 4.2. „*Basic assumptions of the numerical model of powder metallurgy process*” na str. 49 powinno być: Założenie 5: The interaction of powder particles a nie “grains”, Założenie 11: Powder particles interaction. Na str.32 pojawia się problem z nazewnictwem i nie wiadomo co Autor ma na myśli - ziarna „grains” czy cząstki „particles”. Na str. 34 powinno być użyte określenie “particle rearrangement” a nie “grain rearrangement”. Str.71: powinno być particles i na str. 80 Fig. 5.16 znowu Autor stosuje termin „grains” zamiast particles. Str.99: znowu słowo „grains” jest stosowane na określenie cząstek proszku.

## 6. Dobór literatury

Doktorant zacytował w pracy 240 pozycji literaturowych obejmujących problematykę związaną z metalurgią proszków. Recenzent uważa iż w przypadku cytowania książek zwykle o dużej objętości należało wskazać strony na które Doktorant się powoływał. Niestety Doktorant w pracy zamieszcza materiały (Recenzent załącza 2 artykuły z których zapożyczono materiały), które były opublikowane w innych pracach jednak nie powołuje się

na te pozycje. Powinien On powoływać się na te prace uwzględniając dorobek naukowy innych Autorów, co należy do dobrych obyczajów naukowych.

#### **7. Edycja pracy**

Edycja pracy na średnim poziomie i występują błędy językowe, które należy poprawić. Zachodzi pytanie dlaczego Autor pod wieloma rysunkami nie zamieszcza odpowiednich powołań literaturowych n.p. Fig. 4.6, Fig.4.7.

#### **8. Ocena dorobku naukowego Doktoranta**

Na dorobek naukowy Doktoranta składają się publikacje naukowe, wystąpienia konferencyjne oraz uczestnictwa w projektach badawczych i oceniam go jako dobry.

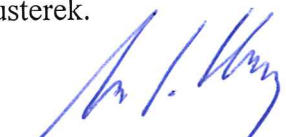
Publikacje naukowe Doktoranta zaliczam do dobrych i bardzo dobrych, opublikowanych w liczących się czasopismach wśród których są czasopisma znajdujące się na ISI Master Journal List (Lista filadelfijska) jak Journal of Composite Materials, Journal of Materials Engineering and Performance, Powder Technology czy Advanced Composite Materials. Opublikował również artykuły w liczących się polskich czasopismach naukowych i technicznych jak: Przegląd Mechaniczny, Rudy i Metale Nieżelazne czy Acta Mechanica et Automatica.

Wystąpienia konferencyjne Doktoranta miały miejsce w Polsce na Konferencjach międzynarodowych i krajowych. Uczestniczy obecnie w 2 projektach badawczych i w latach 2010-2013 również uczestniczył w dwóch projektach.

#### **9. Wniosek końcowy**

W obecnej wersji, przesłanej Recenzentowi przez Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk praca doktorska Pana mgr inż. Szymona Nosewicza wymaga poprawy. Recenzent sugeruje wniesienie poprawek opisanych w recenzji.

Chcę poinformować Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, że ogólny dorobek naukowy Doktoranta – Pana mgr inż. Szymona Nosewicza spełnia wymogi Ustawy z dnia 18 marca 2011 r., Dziennik Ustaw nr 84, poz. 455 o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw, a przygotowana praca doktorska mogłyby spełniać wymagania tej Ustawy pod warunkiem jednak usunięcia wymienionych w recenzji usterek.

  
Prof. dr hab. inż. Jacek W. Kaczmar