

Poznań, dnia 28.09.2022 r.

**Protokół z części niejawniej obrony rozprawy doktorskiej  
mgr. inż. Przemysława Poszwy  
przeprowadzonej na  
Wydziale Inżynierii Mechanicznej  
w dniu 28 września 2022 roku**

**Temat rozprawy: „Ocena zależności skurczu i deformacji wyprasek od ich konstrukcji oraz parametrów procesu wtryskiwania”.**

W niejawniej części posiedzenia brali udział:

**Przewodniczący:** Dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP

**Członkowie:**

- Prof. dr hab. inż. Adam Hamrol
- Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski
- Dr hab. inż. Paweł Popielarski, prof. PP
- Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP
- Dr hab. inż. Andrzej Gessner
- Dr hab. inż. Hubert Jopek
- Dr hab. inż. Piotr Mikołajczak

**Promotor:** Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP

**Promotor pomocniczy:** Dr hab. inż. Mateusz Barczewski, prof. PP

**Recenzenci:**

- Prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy – Politechnika Rzeszowska
- Dr hab. inż. Dariusz Sykutera, prof. PB – Politechnika Bydgoska

**Sekretarz:** Dr inż. Adam Patalas

Cześć niejawniej obrony pracy doktorskiej odbyła się w pokoju 211 Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej ( przy ul. Piotrowo 3 w Poznaniu).

Cześć niejawniej publicznej obrony otworzył Pan **dr hab. Tomasz Stręk**, prof. PP, prosząc o opinie i komentarze Recenzentów.

Recenzenci wygłosili następujące opinie:

- **prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy** (Politechnika Rzeszowska) – w swojej wypowiedzi podkreślał dobre przygotowanie odpowiedzi na pytania zadane do pracy w recenzji, które były przekazane przed obroną. Podkreślił swobodę wypowiedzi i łatwość z jaką doktorant

prezentował tezy swojej pracy. Zauważone zostało bardzo dobre przygotowanie prezentacji pracy, wyróżniając takie cechy doktoranta jak: elokwencja, dobra znajomość tematu rozprawy doktorskiej i duża wiedza w dziedzinie inżynierii mechanicznej.

- **dr hab. inż. Dariusz Sykutera**, prof. PB (Politechnika Bydgoska) - w swojej wypowiedzi potwierdził spostrzeżenia prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksgo. Podkreślił ważną rolę promotora w przygotowaniu rozprawy doktorskiej, która przyczyniła się do wykonania pracy doktorskiej o kompleksowym podejściu do zagadnienia. Zostało zaznaczone, że Recenzentowi bardzo podoba się, że Doktorant sam siebie poddaje krytyce i jest to cenna cecha dla przyszłego naukowca.

W dalszej części posiedzenia o opinię zostali poproszeni poszczególni członkowie komisji:

- **Prof. dr hab. inż. Adam Hamrol** (Politechnika Poznańska)- stwierdził, że obrona wywarła na nim pozytywne wrażenie. Zaznaczył, że tematyka dysertacji nie jest w obszarze jego zainteresowania, ale widoczny jest duży wkład w rozwój technologiczny omawianego tematu. Stwierdził, że widoczny jest bardzo duże zaangażowanie Doktoranta w prowadzone badania.
- **Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski** (Politechnika Poznańska)– zgodził się z wypowiedziami przedmówców. Zaznaczył, że pracę można kontynuować o aspekty takie jak: modelowanie matematyczne i badania symulacyjne. Podkreślił dobrą prezentację tematu pracy oraz pewność siebie podczas prezentacji, która w jego ocenie wynikała z dobrej znajomości badanej tematyki oraz kompetencji w jej analizowaniu. Docenił również sposób odpowiedzi na pytania. Wyraził również poparcie podczas głosowania nad nadaniem stopnia naukowego.
- **Dr hab. inż. Paweł Popielarski**, prof. PP (Politechnika Poznańska) – potwierdził spostrzeżenia przedmówców. Szczególnie docenił swobodę wypowiedzi i pewność siebie podczas prezentacji. Wyraził swoją aprobatę dla syntetycznego przedstawienia rozprawy doktorskiej, która zawierała dużo treści merytorycznych. Dodatkowo zaznaczył, że bardzo podoba mu się, że Doktorant ma świadomość, że w trakcie symulacji trzeba dokonać pewnych uproszczeń i przybliżeń, ale robił to w sposób kontrolowany i wiedział na co będzie to wpływać.
- **Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska**, prof. PP (Politechnika Poznańska) – wyraziła swoją opinię, że Doktorant w trakcie publicznej obrony pokazał się z bardzo

dobrej strony – forma prezentacji była poprawna przy przedstawieniu bardzo obszernego zakresu wyników.

- **Dr hab. inż. Andrzej Gessner** (Politechnika Poznańska) – wyraził swoją pozytywną opinię dot. Doktoranta. Swoją merytoryczną ocenę pracy bazuje na pozytywnych ocenach Recenzentów oraz Promotora, co jest spowodowane, że nie uważa się za eksperta w tej tematyce. Nie mniej docenia wkład pracy oraz metodyczną stronę planowania badań. Zauważył, że Doktorant w wyczerpującym stopniu odpowiedział na wszystkie pytania.
- **Dr hab. inż. Hubert Jopek** (Politechnika Poznańska) – również zgodził się z przedmówcami w swojej opinii na temat rozprawy, jej prezentacji, jak i doktoranta. Docenił wielorakość warsztatu badawczego doktoranta oraz umiejętność prowadzenia prac naukowych, podbudowanych praktyką przemysłową. Wyraża swoje poparcie podczas głosowania nad nadaniem stopnia naukowego.
- **Dr hab. inż. Piotr Mikołajczak** (Politechnika Poznańska) – wyraził swój podziw na ogrom pracy zarówno w zakresie badań symulacyjnych oraz eksperymentalnych. Zauważył, że Doktorant posiada bardzo cenne umiejętności jak m.in. przygotowanie skryptów, które pozwoliły zautomatyzować proces symulacyjny przez co mogło ich zostać przeprowadzonych tak wiele.

Następnie, przed przekazaniem głosu Promotorom, wyraził swoją opinię Przewodniczący **dr hab. Tomasz Stręk**, prof. PP, który zauważył, że miał możliwość zapoznać się z tematyką badań Doktoranta wcześniej w trakcie jego wcześniejszych prezentacji. Zauważył istotną konsolidację przedstawionych wyników badań, która została przeprowadzona w sposób przemyślany.

Następnie poproszony o zabranie głosu został promotor pomocniczy – **dr hab. inż. Mateusz Barczewski**, prof. PP (Politechnika Poznańska) – wyraził swoje zdanie, że był świadkiem przemian jakie na przestrzeni kilku lat zaszły w postawie Doktoranta i, że te przemiany mają charakter jak najbardziej pozytywny. Wyraził swoją opinię, że warsztat badawczy oraz wiedza Doktoranta jest na bardzo wysokim poziomie i można uznać go za dobrego kandydata na naukowca.

Następnie głos zabrał Promotor: **dr hab. inż. Marek Szostak**, prof. PP (Politechnika Poznańska) - rozpoczął od podziękowań dla przedmówców za docenienie jego pracy jako

promotora. Szczególne podziękowania skierował w stronę promotora pomocniczego oraz pracowników Zakładu Tworzyw Sztucznych, którzy mieli wpływ na ukształtowanie wiedzy Doktoranta oraz jego dysertacji. Wyraził pozytywne doświadczenia związane z współpracą z doktorantem. Wskazał na wyróżniające się cechy doktoranta takie jak: zaangażowanie i samodzielność. Pozytywnie ocenił całokształt Jego postawy. Na koniec przypomniał, że Doktorant rozpoczynając swoją pracę na uczelni nie miał wcześniej doczynienia z aspektami przemysłowymi w technologiach przetwarzania tworzyw sztucznych i w tym zakresie poczynił największe postępy. Wyraził swoją nadzieję, że Doktorant opublikuje wyniki swoich badań wraz z ich kontynuacją w obszernej monografii dedykowanej dla środowiska przemysłowego, gdyż jest bardzo duży aspekt użyteczności badań Doktoranta dla technologów i konstruktorów form tworzyw sztucznych.

Po zakończeniu dyskusji Przewodniczący Komisji zarządził głosowanie za nadaniem Doktorantowi stopnia naukowego.

Uprawnionych do głosowania było 11 osób.

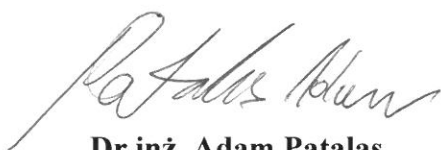
Wyniki głosowania za nadaniem stopnia naukowego:

Tak - 11 głosów,  
Nie - 0 głosów,  
Nie ważnych - 0 głosów.

**Podsumowując wyniki posiedzenia w części niejawniej, Przewodniczący Komisji stwierdził, że wystąpi w jej imieniu do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej o nadanie Panu mgr inż. Przemysławowi Poszwie stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w obszarze dyscypliny Inżynieria Mechaniczna.**

Następnie Komisja udała się na miejsce publicznej obrony, gdzie Przewodniczący Komisji ogłosił wyniki posiedzenia. Na tym Komisja zakończyła swoją pracę.

**Sekretarz**



**Dr inż. Adam Patalas**

**Przewodniczący**



**Dr hab. Tomasz Stręk, prof.  
PP**

Poznań, dnia 28.09.2022 r.

**PROTOKÓŁ**  
**z publicznej obrony rozprawy doktorskiej**  
**mgr. inż. Przemysława Poszwy**  
**przeprowadzonej na**  
**Wydziale Inżynierii Mechanicznej**  
**w dniu 28 września 2022 roku**

**Temat rozprawy: „Ocena zależności skurczu i deformacji wyprasek od ich konstrukcji oraz parametrów procesu wtryskiwania”.**

Na publicznej obronie byli obecni:

**Przewodniczący:** Dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP

**Członkowie:**

- Prof. dr hab. inż. Adam Hamrol
- Prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski
- Dr hab. inż. Paweł Popielarski, prof. PP
- Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP
- Dr hab. inż. Andrzej Gessner
- Dr hab. inż. Hubert Jopek
- Dr hab. inż. Piotr Mikołajczak

**Promotor:** Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP

**Promotor pomocniczy:** Dr hab. inż. Mateusz Barczewski, prof. PP

**Recenzenci:**

- Prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy – Politechnika Rzeszowska
- Dr hab. inż. Dariusz Sykutera, prof. PB – Politechnika Bydgoska

**Sekretarz:** Dr inż. Adam Patalas

Wszystkie wyżej wymienione osoby były obecne w sali posiedzeń Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej im. Feliksa Tychowskiego (sala nr 208, budynek Rady Wydziału oraz Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, ul. Piotrowo 3 w Poznaniu).

Przewodniczący Komisji Pan **Profesor Tomasz Stręk** otworzył posiedzenie i powitał wszystkich obecnych oraz przedstawił Doktoranta, Promotora przewodu doktorskiego, Recenzentów pracy doktorskiej i Członków Komisji.

Następnie Sekretarz obrony przedstawił życiorys Doktoranta następującej treści:

*Pan mgr inż. Przemysław Poszwa urodził się 17 czerwca 1991r. w Kaliszu. W 2010 roku ukończył III Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Kaliszu, po czym podjął studia inżynierskie na kierunku Fizyka Techniczna na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Od IV semestru realizował Indywidualny Tok Studiów zorientowany na materiały polimerowe oraz metody badań materiałów pod opieką dr hab. Arkadiusza Ptaka oraz prof. dr. hab. inż. Tomasza Sterzyńskiego. Studia inżynierskie ukończył z wyróżnieniem w lutym 2014r. broniąc pracę inżynierską pt. „Symulacje procesu wtryskiwania preform butelek”. Następnie podjął studia magisterskie na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn na Wydziale Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, gdzie kontynuował Indywidualny Tok Studiów zorientowany na materiały polimerowe oraz metody komputerowe pod opieką prof. Marka Szostaka. Studia magisterskie ukończył w czerwcu 2015 r. z wyróżnieniem broniąc pracę magisterską pt. Zastosowanie symulacji numerycznych w analizie procesu termoformowania tworzyw sztucznych. Przez 5 lat studiów aktywnie uczestniczył w studenckim ruchu naukowym (Samorząd Studentów, Rada Kół Naukowych, Koło Naukowe Nanoinżynierii Molekularnej, Koło Naukowe Polimerów). Za całokształt działań otrzymał Medal Wyróżniającego się Absolwenta Politechniki Poznańskiej.*

*W sierpniu 2015 r. rozpoczął pracę w firmie PROCAD SA, gdzie pracuje do dziś zajmując się symulacjami procesu wtryskiwania, symulacjami wytrzymałościowymi oraz przepływowymi. W październiku 2015 r. podjął studia doktoranckie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej w specjalności Budowa i Eksploatacja Maszyn pod opieką prof. Marka Szostaka. W lutym 2021 r. rozpoczął pracę na Politechnice Poznańskiej na etacie asystenta w Zakładzie Odlewnictwa i Obróbki Plastycznej.*

*Pan mgr inż. Przemysław Poszwa jest współautorem 12 artykułów z listy Journal Citation Reports (JCR) – sumaryczny Impact Factor 35,619, 8 artykułów recenzowanych, 6 referatów wygłoszonych na konferencjach krajowych oraz 9 konferencjach krajowych (po rozpoczęciu doktoratu). Brał udział w 7 projektach badawczych, w jednym był kierownikiem, jest współautorem jednego patentu.*

*Od 3 lat intensywnie działa w obszarze mierzalnej ekologii, publikuje artykuły popularno-naukowe, zajmuje się obliczeniami śladu węglowego, wodnego i środowiskowego produktów oraz przedsiębiorstw, pełni funkcję eksperta w programie Climate Leadership pod auspicjami ONZ, jest członkiem Rady Ekspertów Polskiego Paktu Plastikowego, Członkiem Jury konkursu Raportów Zrównoważonego Rozwoju organizowanego przez Forum Odpowiedzialnego Biznesu oraz Deloitte oraz członkiem stowarzyszenia Stowarzyszenia Polskie Forum ISO 14000.*

W dalszej części obrony Doktorant przedstawił główne cele rozprawy doktorskiej pt. „Ocena skurczu i deformacji wyprasek od ich konstrukcji oraz parametrów procesu wtryskiwania”.

Po zakończeniu prezentacji Promotor, **dr hab. inż. Marek Szostak**, przedstawił swoją opinię o rozprawie doktorskiej wyrażając swoje zadowolenie z pracy Doktoranta. Promotor podkreślił, że początkowa wersja doktoratu miała prawie 300 stron, ale umiejętnie udało się Doktorantowi skonsolidować do 180 stron. Dodatkowo Promotor zaznaczył, że Doktorant był wykonawcą w projekcie NCBiR dr hab. inż. Krzysztofa Mrozka dot. konstrukcji chłodzenia form wtryskowych. Następnie Promotor określił motywacje jaka przyświecała za podjęciem tematu dysertacji. Zostało zaznaczone, że w literaturze światowej brak jest pozycji dokonujących tak obszernej oceny skurczu i deformacji wyprasek w zależności od parametrów wtrysku oraz, że poruszona tematyka uzupełnia pewną lukę wiedzy w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Następnie Pan Przewodniczący poprosił Recenzentów o przedstawienie swoich recenzji, jednocześnie zapraszając osoby biorące udział w spotkaniu o zadawanie pytań.

Pierwszy swoją recenzję przedstawił Pan **dr hab. inż. Dariusz Sykutera**. Recenzent poprosił Przewodniczącego o możliwość przedstawienia skróconej wersji recenzji, na co została udzielona mu zgoda. Uczestnicy spotkania zostali poinformowani o możliwości zapoznania się z pełnym tekstem na stronie Wydziału Inżynierii Mechanicznej PP. W swojej wypowiedzi Recenzent rozpoczął od przedstawienia swojej oceny rozprawy i wypunktował jej główne zalety i osiągnięcia. W dalszej części wypowiedzi Recenzent odniósł się do uwag i pytań merytorycznych dotyczących rozprawy doktorskiej, zwracając uwagę na ich dyskusyjny charakter. Recenzent potwierdził, że otrzymane wcześniej odpowiedzi są satysfakcjonujące, lecz po zaprezentowaniu recenzji poprosił o publiczne ustosunkowanie się do wybranych uwag. Kończąc swoją wypowiedź Recenzent jednoznacznie pozytywnie ocenił rozprawę oraz zwrócił uwagę na jej naukowo-technologiczny charakter. Biorąc pod uwagę dorobek Doktoranta Recenzent rekomenduje nadanie Jemu stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna przez Radę Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej.

Następnie Przewodniczący poprosił o zabranie głosu drugiego Recenzenta, **prof. dr hab. inż. Mariusza Olekseo**.

Recenzent oprosił o możliwość przedstawienia skróconej wersji recenzji i odczytania oceny rozprawy doktorskiej. Następnie W dalszej części wypowiedzi Recenzent odniósł się do uwag i pytań merytorycznych dotyczących rozprawy doktorskiej, zwracając uwagę na ich dyskusyjny charakter, nie wpływający na dużą wartość merytoryczną pracy.

Recenzent poinformował o wcześniejszym pisemnym uzyskaniu od Doktoranta satysfakcjonujących odpowiedzi na pytania zawarte w recenzji i o przyjęciu ich, prosząc jednak o publiczne ustosunkowanie się dwóch pytań. Podsumowując swoją wypowiedź Recenzent pracy doktorskiej mgr. inż. Przemysława Poszwy pt. „Ocena skurczu i deformacji wyprasek od ich konstrukcji oraz parametrów procesu wtryskiwania” jednoznacznie pozytywnie ocenił rozprawę. Recenzent Wskazał, że autor wykazał się należyłą wiedzą oraz umiejętnościami prowadzenia badań naukowych i przedstawiania ich wyników. Na podstawie przedstawionej oceny stwierdził, że opiniowana praca mgr. inż. Przemysława Poszwy spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2013 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria mechaniczna wg klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 lipca 2018 r. W związku z tym wnioskował o przyjęcie rozprawy mgr inż. Przemysława Poszwy.

Następnie Doktorant udzielił odpowiedzi na wskazane przez Recenzentów uwagi.

#### **Uwaga Recenzenta dr hab. inż. Dariusza Sykutery:**

*W rozdziale 8 przedstawiono metodyczne podstawy realizacji symulacji procesu wtryskiwania, wytypowanych przez Autora pięciu elementów konstrukcyjnych, będących fragmentem geometrycznym powszechnie wytwarzanych wyprasek z polipropylenu. Moje wątpliwości dotyczą:*

*a) przyjęcia do analiz symulacyjnych przewężki punktowej o średnicy 5 mm (wartość ta jest znacznie większa niż analizowane w pracy grubości ścianki wypraski), która jest stosowana jedynie w procesach wytwarzania wyprasek wielkogabarytowych,*

#### **Odpowiedź autora dysertacji:**

*Zastosowanie dużej przewężki miało na celu zapewnienie, że ostatnim obszarem wypraski, który ulegnie zamarznięciu będzie obszar blisko punktu wtrysku. Na początku realizacji rozprawy doktorskiej w pracy zmienną nie był czas docisku, a średnica przewężki (przy założeniu w skrajnych przypadkach bardzo długiego czasu docisku). Ze względu na niedoskonałość dobierania wirtualnej średnicy przewężki wyniki były błędne, w związku z czym zdecydowano wykorzystać dużą przewężkę, gwarantującą, że w żadnej sytuacji nie*

ulegnie ona zestaleniu nim zakończy się realizacja fazy docisku (ze względu na charakter przekroju element o przekroju kołowym stygnie szybciej niż płaska płyta, stąd też wartość przewężki była większa niż największa zastosowana grubość). Gdyby przewężka zamarzała wcześniej niż byloby faktycznie możliwe realizowanie fazy docisku, to wtedy uzyskane wyniki byłyby błędne (i takie też wyniki w pierwszej fazie uzyskano). Zastosowanie średnicy 5 mm miało w tej sytuacji być tożsame z zastosowaniem przewężki gorąco kanałowej, która z perspektywy numerycznej nie zamarza wcale (nie zamarza przed zakończeniem fazy docisku)

**Uwaga Recenzenta dr hab. inż. Dariusza Sykutery:**

[...]

b) określenia stałej temperatury formy na poziomie 350C,

**Odpowiedź autora dysertacji:**

Jest to temperatura średnia założona dla tworzywa Moplen HP500N w programie Autodesk Moldflow Insight 2019

**Uwaga Recenzenta dr hab. inż. Dariusza Sykutery:**

[...]

c) przyjęcia w programie realizacji prób symulacyjnych bardzo znaczących wartości ciśnienia docisku (powyżej 100 MPa) oraz bardzo małych wartości czasu jego trwania (1, 2, 2,5 sekundy) — tab. 5 str. 68. Jaki jest sens fizyczny (w kontekście entalpii właściwej PP) stosowania takiego czasu docisku w przypadku formowania wypraski o powierzchni około 4000 mm<sup>2</sup>? Warto dodać, że Autor przyznaje w dyskusji wyników, że w przypadkach zastosowania dużych wartości ciśnienia docisku, obliczenia są niewiarygodne lub wręcz niemożliwe do realizacji. Mowa jest także o niestabilności modelu obliczeniowego (np. str. 83, 84 czy też 88 w201) — co oznacza to określenie w zakresie realizacji symulacji? Co ważne, Autor dochodzi do wniosku, że najkorzystniejsze jest przyjęcie w ramach nastawnych parametrów procesu wtryskiwania, minimalnego ciśnienia docisku i dłuższego czasu docisku (str. 88 od w201 do w131). Te stwierdzenia są słuszne i znane.

**Odpowiedź autora dysertacji:**

Zastosowanie dużych ciśnień dotyczyło przede wszystkim wypraski typu belka, gdzie zaobserwowano wyraźny wpływ ciśnienia docisku na efektywny czas zamarzania wypraski (czas, powyżej którego dalsze utrzymywanie ciśnienia w gnieździe nie powoduje zmiany skurczu, a nie ten, który wynika z równania czasu zamarzania wypraski). Jest to dobrze widoczne na Rys. 44a, gdzie dla małych ciśnień docisku rzędu 15 MPa zdecydowanie szybciej następuje relaksacja i efektywny zamarzania jest zdecydowanie krótszy (< 5 s), niż dla większych ciśnień docisku rzędu 60 MPa (> 6 s). Zostało to precyzyjniej pokazane na Rys. 45. Wykorzystanie zbyt dużych względnych wartości ciśnienia docisku wiązało się z niestabilnością jądra obliczeniowego, w związku z czym dla pozostałych elementów zaniechano ich użycia – informacja ta jest ważna w przypadku realizacji symulacji wtrysku, w których wielkość ciśnienia docisku byłaby ustalona ręcznie a nie jako wartość procentowa względem ciśnienia wtrysku, gdyż ze względu na niestabilność jądra obliczeniowego uzyskane wyniki będą błędne. Największa szansa na uzyskanie błędnego wyniku może wystąpić przy wypraskach grubościennych, gdzie ciśnienia wtrysku potrafią mieć małe wartości. Zastosowanie symulacji dla bardzo krótkich czasów docisku było podyktowane weryfikacją charakteru zmian skurczu dla małych czasów docisku. Dodatkowo w dalszych analizach posługiwano się stosunkiem czasu docisku do czasu zamarzania wypraski (wyliczonego na podstawie Równania 9) i małe wartości czasu docisku dały pełniejszy obraz wyników

**Uwaga Recenzenta dr hab. inż. Dariusza Sykutery:**



[...]

d) dyskusję na temat przyjęcia określonych modeli geometrycznych wyprasek (rys. 38, str. 67) przedstawiono dopiero w rozdziale 10, w którym omówiono przede wszystkim wyniki symulacji (na przykład dla elementu typu „belka” początek podrozdziału 10.1 str. 74w8T, a dla elementu typu „uźebrowany luk?” dopiero na str. 107 w91). Jest to bardzo ciekawy i ważny metodycznie wątek rozprawy, ale ginie on w otoczeniu szczegółowej dyskusji nad uzyskanymi wynikami (str. 74- 1 12). W moim odczuciu dyskusja wyboru modeli do badań powinna mieć miejsce w podrozdziale opisującym założenia badań symulacyjnych,

Odpowiedź autora dysertacji:

Dziękuję za cenną uwagę. Niestety rzeczywiście w pracy nie pojawiła się szersza dyskusja na temat wyboru elementów. Podczas wyboru kształtów wybrano wąskie elementy zamiast szerokich (belka, krawędź, luk) ze względu na nieistotny wpływ szerokości na wynik (dla wąskiego elementu nie było konieczności definiowania przewężki szczelinowej). Dodatkowo w rozprawie nie uwzględniono luku o nieplaskim przekroju (wypraska dwukrotnie wygięta, przypominająca np. wycinek sfery).

Uwaga Recenzenta dr hab. inż. Dariusza Sykutery:

[...]

e) nie znalazłem informacji o grubości żebra w modelach wyprasek „uźebrowana krawędź” (strona 88, rys. 55) oraz „uźebrowany luk”.

Odpowiedź autora dysertacji:

Grubość żebra ta była taka sama jak grubość ściany wypraski.

Uwaga Recenzenta prof. dr hab. inż. Mariusza Oleksego:

Doktorant na podstawie swoich badań w podsumowaniu stwierdził, że wraz ze zwiększeniem ciśnienia docisku zwiększają się liniowo deformacje (co związane jest między innymi z zamrożonym ciśnieniem szczątkowym) i liniowo maleje skurcz. Kolejno pisze ... ustalono również, że wraz z wydłużeniem czasu docisku wypraski, maleją liniowo deformacje i maleje liniowo skurcz... czy aby na pewno? Zwiększając czas docisku mimo wszystko „zamrażamy” naprężenia wewnętrzne w wyprasce co może mieć wpływa na tzw. deformacje czy „paczenie się” wypraski, natomiast czas docisku, temperatura i efektywność chłodzenia formy dobierany jest tak, aby następowało zestalenie się stopu tworzywa,

Odpowiedź autora dysertacji:

Źródłem deformacji w tym wypadku jest nierównomierny skurcz na grubości wypraski. Wg zaprezentowanych w rozprawie wyników (Rys. 44a-b) istnieje wiele zestawów ciśnienia i czasu docisku, dla których zostanie uzyskany taki sam skurcz liniowy wypraski. Nie oznacza to, że ten skurcz przyjmuje równe wartości na grubości wypraski. W przypadku krótkiego czasu docisku i dużej wartości ciśnienia docisku zostanie uzyskany mały skurcz w obszarze przyściennym, który zestali się wraz z „oddziałującym” ciśnieniem docisku, a wewnątrz wypraski skurcz materiału będzie większy, ponieważ materiał będzie się zestalać przy ciśnieniu wyraźnie mniejszym od ciśnienia docisku (na skutek zjawiska relaksacji). Jeżeli zostanie zastosowane mniejsze ciśnienie docisku i dłuższy czas docisku, wtedy skurcz będzie bardziej równomierny na grubości wypraski, dzięki czemu zostaną uzyskane w konsekwencji mniejsze deformacje wypraski

**Uwaga Recenzenta prof. dr hab. inż. Mariusza Oleksego:**

*Czas chłodzenia i chłodzenia formy mogły mieć wpływ na stopień krystaliczności użytego polimeru, a co za tym idzie wpływ na skurez i deformację wypraski. Doktorant założył temperaturę formy 350C i czas chłodzenia 30 s, który jak to uznał - zapewnił całkowite zestalenie się wypraski, nasuwa się pytanie jak Doktorant obliczył czas „zamarznięcia wypraski” i czy określił np. na podstawie badań DSC (rys. 35 str. 65) stopień krystaliczności i czy nie mógł on mieć wpływu na zmianę deformacji wypraski, czy uwzględnił to w modelu termo-lepko-sprężystym (str. 120).*

**Odpowiedź autora dysertacji:**

*Czas zestalenia dla wypraski o określonej grubości został wyznaczony na podstawie równania 9, które jest powszechnie stosowane w praktyce inżynierskiej do określania czasu wyformowania. W symulacjach komputerowych, aby uzyskać poprawne wyniki deformacji konieczne jest zastosowanie czasu chłodzenia większego od czasu zamarznięcia wypraski. Stopień krystaliczności nie był brany pod uwagę w rozważaniach – w warunkach bardzo szybkiego chłodzenia (z wykorzystaniem form wtryskowych chłodzonych dwutlenkiem węgla, dla bardzo cienkich ścianek wyrobów) możliwe jest uzyskanie innych wyników. W praktyce symulacyjnej zagadnienie to jest trudne do uwzględnienia ze względu na brak danych materiałowych, możliwe jest poprzez dodanie dodatkowej zmiennej w opisie zależności PVT, gdzie zależność objętości właściwej  $V$  jest zależna nie tylko od temperatury i ciśnienia, ale również pochodnej temperatury i ciśnienia (czyli szybkości chłodzenia i szybkości zmiany ciśnienia w gnieździe).*

Następnie Przewodniczący otworzył publiczną dyskusję. Pytania Doktorantowi zadali: **dr hab. Tomasz Stręk**, prof. PP; **dr hab. inż. Hubert Jopek**; **dr hab. inż. Paweł Popielarski**, prof. PP; **dr hab. inż. Piotr Mikołajczak**; **dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska**, prof. PP.

**Dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP**

*Proszę przedstawić jaki wpływ na wyniki symulacji numerycznych ma wybrana metoda? Jaka to była metoda oraz jakie były jej parametry np. siatka elementów itp. Czy problem badany można było rozwiązać inną metodą?*

**Odpowiedź autora dysertacji:**

*W rozprawie doktorskiej zostało wykorzystane oprogramowanie bazujące na metodzie elementów skończonych, która do analizy przepływu stopu polimerowego wykorzystywała równanie Naviera-Stokesa. Metoda wykorzystuje do analizy przepływów płaskie elementy czworościenne (pierwszego rzędu do przepływów, drugiego rzędu do deformacji), których płaskość wynika z faktu, iż występuje duża zmiana wielkości na grubości wypraski (szybkość przepływu tworzywa i szybkość ścinania) oraz niewielkie wzdłuż kierunku płynięcia. Inną metodą wykorzystywaną przez oprogramowanie konkurencyjne do wykorzystanego bazuje na metodzie objętości skończonych, gdzie Aspect Ratio elementów jest bliski 1. Symulacje wykorzystywany przy ok. 1 mln elementów przypadających na geometrię wypraski (wcześniej wpływ wielkości elementów na wyniki został zweryfikowany)*

**Dr hab. inż. Hubert Jopek**

*Zaproponowany model zbudowany został na podstawie regresji liniowej. Czy model ten ma jakiś sens fizyczny, czy jest tylko narzędziem statystycznym?*

**Odpowiedź autora dysertacji:**

Właściwości lepkosprężyste są modelowane z wykorzystaniem równań całkowych, przez co bezpośrednio ich powiązanie z wielkościami fizycznymi jest bardzo trudne. Z tego powodu wykorzystanie regresji liniowej było zabiegiem statystycznym

**Dr hab. inż. Paweł Popielarski, prof. PP**

*Ile elementów przypadło na formę a ile elementów skończonych przypadło na wyrób?*

*Odpowiedź autora dysertacji:*

*W rozprawie doktorskiej forma nie była symulowana, żeby wyeliminować czynniki związane z efektywnością chłodzenia. Postawiono tutaj zagadnienie odwrotne, tzn. że istnieje możliwość budowy takiego układu chłodzenia (z wykorzystaniem stopów wysokoprzewodzących, chłodzenia konformalnego czy innych metod), żeby rozkład temperatury na powierzchni był równomierny. W modelu założono stałą temperaturę powierzchni gniazda formy wtryskowej równą 35 stopni Celsjusza*

**Dr hab. inż. Piotr Mikołajczak**

*Co uzasadnia zmianę wielkości parametrów wejściowych/symulacji o wielkość 10%?*

*Odpowiedź autora dysertacji:*

*Zmiana wielkości o 10% ma związek z typowymi zmianami właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych dostarczanych przez ich producentów. Przy większej zmienności produkcja wysokojakościowych elementów byłaby bardzo utrudniona lub wręcz niemożliwa.*

**Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP**

*Dlaczego powołuje się Pan na normy amerykańskie ASTM, a nie normy europejskie lub polskie?*

*Odpowiedź autora dysertacji:*

*Powoływanie wynika z faktu, że laboratorium przeprowadzające badania materiałów do bazy materiałów programu symulacyjnego zlokalizowane jest w USA oraz korzysta z norm amerykańskich*

Po udzieleniu odpowiedzi przez Doktoranta, Przewodniczący zwrócił się do Recenzentów i osób zadających pytania z prośbą o wyrażenie opinii, czy udzielone odpowiedzi były satysfakcjonujące. Żadna z osób, które zadała pytania nie zgłosiła zastrzeżeń do odpowiedzi Doktoranta.

Po tym stwierdzeniu, Przewodniczący zamknął dyskusję i część jawną posiedzenia Komisji.

Komisja kontynuowała swoje obrady podczas niejawnego posiedzenia w sprawie wniosku o nadanie stopnia doktora, którego przebieg został opisany w odrębnym w protokole.

Po zakończeniu niejawnej części posiedzenia Przewodniczący Komisji **dr hab. Tomasz Stręk** prof. PP, odczytał postanowienia Komisji, informując, że jednogłośnie podjęła ona decyzję o wystąpieniu do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej z wnioskiem o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych Panu mgr. inż. Przemysławowi Poszwie

Pan **mgr inż. Przemysław Poszwa** podziękował Promotorowi, Przewodniczącemu i Komisji Recenzentom za pozytywną ocenę jego rozprawy doktorskiej oraz za konstruktywne uwagi.

Przewodniczący pożegnał uczestniczących w publicznej obronie.

**Sekretarz**

  
**Dr inż. Adam Patalas**

**Przewodniczący**

*Stręka T.*

**Dr hab. Tomasz Stręka, prof.  
PP**