

Rzeszów, 27.02.2025 r.

Dr hab. inż. Wiesław Frącz
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska
al. Powstańców Warszawy 8
35-959 Rzeszów

Recenzja

Rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. **Roberta Cieślaka**

pt. **„Opracowanie technologii wytwarzania kompozytu polimerowego umocnionego zmodyfikowanymi poprodukcyjnymi proszkami żeliwa do zastosowań w armaturze wodnej”**

Podstawą recenzji była uchwała **Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie** z dnia 3 grudnia 2024 r.

Informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej

Rozprawa mgr inż. Roberta Cieślaka **„Opracowanie technologii wytwarzania kompozytu polimerowego umocnionego zmodyfikowanymi poprodukcyjnymi proszkami żeliwa do zastosowań w armaturze wodnej”**, została wykonana pod opieką promotora prof. dr hab. inż. Anny Biedunkiewicz i promotora pomocniczego dr inż. Pawła Figiela. Badania prowadzono w ramach IV-ej edycji programu „Doktorat wdrożeniowy”, grant DWD/4/17/2020, pomiędzy ZUT w Szczecinie a firmą Wodrol Wałcz, w latach 2019-2024.

Dorobek naukowy Doktoranta

Konferencje:

1. **XXXV Konferencja Naukowa nt. Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych** (17.02.2022) w Bydgoszczy; referat wygłoszony pt.: ***Kompozyty polimerowe umocnione odpadami poprodukcyjnymi żeliwa szarego na korpusy maszyn.***
2. **XXXVI Konferencja Naukowa nt. Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych** (28.02-03.03.2023) Cedzyna; referat wygłoszony pt.: ***Wpływ metod wytwarzania kompozytu polimerowego umocnionego poprodukcyjnymi proszkami żeliwa na właściwości wytrzymałościowe kompozytu.***
3. **XXVI Sympozjum Naukowe nt. Kompozyty – teoria i praktyka** (05.06-07.06.2024) w Brenna (Polska); prezentacja plakatowa pt.: ***Effect of manufacturing process parameters on properties of polymer composites reinforced with post-production cast iron powders.***

Publikacje:

4. Cieślak R., Figiel P., Biedunkiewicz A., Cenkhan Kulakli, Porównanie kompozytów epoksydowych i poliestrowych umocnionych poprodukcyjnymi odpadami żeliwa przeznaczonymi na korpusy maszyn., monografia pt.: **Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych 2022** wydana pod

redakcją prof. dra hab. inż. S. Mrozińskiego, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Bydgoskiej, 2023 r..

5. Cieślak R., Figiel P., Kwiatkowski K., Dobrowolski D., Urbaniak M., Biedunkiewicz A., Epoxy Composites with Post-Production Gray Cast-Iron Powders, *Materials*, **2024**, 17(17), 4333; <https://doi.org/10.3390/ma17174333>

Patenty, zgłoszenia patentowe:

6. Zgłoszenie patentowe (28.02.2023) o numerze zgłoszenia P.443920; tytuł zgłoszenia: *Sposób wytwarzania kompozytu metalopolimerowego*.

Ocena rozprawy doktorskiej

Praca o objętości 107 stron (wraz z załącznikiem) zawiera: streszczenie w j. polskim i angielskim, wprowadzenie, przegląd stanu wiedzy, cel i tezę pracy, część badawczą, w której znajduje się opis materiałów i metod badawczych, charakterystykę mikrostruktury otrzymanych kompozytów, opis ich badań wytrzymałościowych a także korozyjnych, cieplnych i składu chemicznego. Następnie doktorant przedstawił wykonane demonstratory oraz zaprezentował wyniki przeprowadzonych dla nich badań eksploatacyjnych. Pracę zamykają wnioski końcowe oraz spis literatury. Do pracy Doktorant dołączył, w ramach załączników polską normę PN-EN 12266-1, na podstawie której wykonał badania demonstratorów. Praca zawiera 56 rysunków oraz 12 tabel zamieszczonych w 5 rozdziałach, podzielonych ogółem na 20 podrozdziałów.

Praca mgr inż. Roberta Cieślaka ma typowy dla prac doktorskich układ. Cel pracy znalazł się we właściwym miejscu czyli pomiędzy częścią literaturową a częścią badawczą. Brakuje przedstawienia zakresu pracy. Zawiera za to tezę pracy, co nie jest normą w tego typu pracach. Udział części literaturowej stanowi ok. 15% pracy. Przegląd literatury mógłby być więc bardziej szczegółowy. Praca nie jest obszerna, nie zawiera też treści luźno powiązanych z zasadniczym jej celem. Brakuje w niej wyników badań dla żywicy poliestrowej i poliuretanowej, które Doktorant analizował pod kątem wykorzystania w charakterze matrycy polimerowej. Autor nie przedstawił wyników przeprowadzonych wstępnie badań, które podkreślałyby pracochłonność wykonanych zadań, ich wielorakość oraz klasyczne, naukowo - badawcze działanie. Znajduje się jedynie wzmianka, że w badaniach stosował inne udziały masowe napelnacza i frakcje zmielonego proszku żeliwa. W przypadku badań dotyczących żywicy epoksydowej znajduje się informacja, że wykonywano próby do zawartości 75% mas. żeliwa. Nie znaleziono na ten temat więcej informacji w pracy. Trudno zarzucić, że jest to niewłaściwe działanie, lecz pracę można było rozbudować w tym kierunku, podkreślając jej badawczy charakter, bo przecież te badania zostały wykonane.

Praca została napisana poprawnym językiem. Dobrze się ją czyta. Jedynie w niektórych miejscach zawiera drobne niedociągnięcia. Pojawiają się drobne błędy stylistyczne, redakcyjne i tzw. literówki. Autor zasadniczo stosuje w tekście poprawne sformułowania naukowe, nie posługuje się pojęciami zwyczajowymi lub „żargonem branżowym”. Odnośniki do literatury są podawane właściwie, w kolejności pojawiania się. Praca nie zawiera spisu tabel i rysunków ani wykazu stosowanych oznaczeń.

Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Autor zawarł w bibliografii 87 pozycji literatury, z tego jedna to strona internetowa. Najstarsze z pozycji pochodzą z 2003 roku, a podręczniki nawet z 1982 roku. Większość publikacji dotyczy utylizacji i recyklingu wiórów bądź złomu odpadów poprodukcyjnych żeliwa, pochodzących z produkcji metodami ubytkowymi, inne dotyczą wykorzystania metalurgii proszków w celu

otrzymywania proszku żeliwnego, konsolidacji proszków metali, oczyszczania proszków metali z tlenków, przeglądu polimerowych matryc w kompozytach, właściwości żywic epoksydowych, badań trybologicznych systemu metal – polimer w kompozytach polimerowych oraz właściwości kompozytów metalo – polimerowych na osnowie żywic epoksydowych,

Zacytowane przez Doktoranta pozycje literaturowe zostały dobrane właściwie a ich zawartość została faktycznie wykorzystana w Dysertacji. Jedyna uwaga dotyczy pozycji 53 i 73 w spisie literatury. Wydaje się, że są to pozycje tych samych autorów a Doktorant przypisuje im różne imiona.

Ocena celu rozprawy

W rozdziale „Cel pracy”, mgr inż. Robert Cieślak przedstawił cel rozprawy, którym było opracowanie prostej i ekonomicznej technologii wytwarzania kompozytu polimerowego umocnionego poprodukcyjnymi proszkami żeliwa do zastosowań w armaturze wodnej. Ważnym kryterium dla tak sformułowanego celu pracy okazało się uzyskanie maksymalnego udziału procentowego odpadowego proszku żeliwa szarego w osnowie polimerowej. Badania przedstawione w niniejszej pracy miały więc na celu pośrednio opracowanie prostego sposobu recyklingu odpadów poprodukcyjnych żeliwa szarego pozostałych po obróbce skrawaniem komponentów armatury wodnej oraz opracowanie kompozytu polimerowego umożliwiającego produkcję gotowych wyrobów handlowych armatury wodnej bez konieczności obróbki ubytkowej. Kompozyt ten miałby pozwalać na częściowe zastąpienie żeliwa szarego w procesie produkcyjnym armatury wodnej. Cel pracy został precyzyjnie i poprawnie sformułowany.

Podjęcie prac w tej tematyce jest jak najbardziej uzasadnione. Coraz większa ilość odpadów poprodukcyjnych związanych z wytwarzaniem komponentów z żeliwa powoduje problemy z ich zagospodarowaniem. Odzysk żeliwa w czystej postaci jest mocno ograniczony przez proces utleniania się drobnej jego frakcji podczas wytapiania jak i np. zanieczyszczeń wynikających z technologii obróbki skrawaniem (np. obecność cząstek chłodziwa, relatywnie duża powierzchnia utleniania itp.), a także problemów z grafitem i powstającymi na powierzchni odpadów tlenkami żelaza i krzemu. Problemy te próbuje się eliminować stosując np. procesy konsolidacji i konwersji w połączeniu z innymi procesami przeróbki plastycznej (np. proces wyciskania). Nie rozwiązuje to jednak do końca problemów z uzyskaniem jednorodności materiału przetworzonego (recyklatu) a także z powodu ekonomicznych aspektów przedsięwzięcia.

W pracy sformułowano tezę. Teza pracy jest jasna i przejrzysta. Została też ona w pracy zrealizowana.

Ocena zastosowanych metod badawczych

Autor rozprawy przedstawił zastosowane metody badawcze w rozdziale 2 pt. "Metody badawcze". Wykorzystał w pracy bardzo szeroki zakres metod badawczych dla opracowanego kompozytu, na który składały się badania właściwości mechanicznych (twardość, udurowienie, statyczna próba rozciągania, statyczna próba ściskania, statyczna próba zginania oraz badania zużycia tarcowego) a także badania korozyjne, badania odporności cieplnej i składu chemicznego. W zakresie badań składu chemicznego wytwarzanych kompozytów wykorzystał metody stosowane w charakterystyce zarówno osnowy jak i napełniacza. W badaniach systemu epoksydowego (żywica + utwardzacz) zastosował wiele zaawansowanych metod jak spektroskopia w podczerwieni w trybie całkowitego odbicia (ATR-FTIR), spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (^1H NMR) czy badania lepkości żywicy i utwardzacza. W celu scharakteryzowania napełniacza proszkowego (żeliwo) wykorzystano badania mikroskopowe, metodę dyfrakcji promieni rentgenowskich oraz metodę termoanalityczną z wykorzystaniem skaningowej kalorymetrii różnicowej wraz z metodą termogravimetryczną (TGA/DSC) w celu określenia zawartości wolnego węgla w proszku. Badania morfologii i mikrostruktury kompozytu wykonano za pomocą mikroskopii skaningowej (SEM), gęstość kompozytu wyznaczono metodą hydrostatyczną. Badania odporności cieplnej kompozytów przeprowadzono metodą termoanalityczną z wykorzystaniem również (TGA/DSC). Powyższe metody

zostały dobrane właściwie a ich metodyka poprawnie opisana. Wyniki przeprowadzonych badań i analiz zostały wystarczająco dokładnie zinterpretowane.

Ilość zastosowanych metod jest, z badawczego punktu widzenia, bardzo duża. Doktorant zastosował aktualne, nowoczesne metody badawcze i przeprowadził kompleksowe badania opracowanego kompozytu. Metody te dobrane właściwie, wykorzystując niejednokrotnie ich bardzo zaawansowane możliwości stosowanej aparatury, jedynie w przypadku zastosowania metod FTIR i ^1H NMR wydaje się, że podczas badania składu żywicy można było zrezygnować z jednej z nich.

Ocena merytoryczna pracy

Praca jest merytorycznie poprawna. Jej zasadniczym celem było opracowanie technologii wytwarzania kompozytów epoksydowych wzmacnianych odpadowymi proszkami żeliwa szarego w ramach ich recyklingu. W założeniach opracowana technologia wytwarzania kompozytu polimerowego miała być prostą, ekonomiczną metodą wykorzystania odpadów poprodukcyjnych wiórów z żeliwa szarego i taka też jest. Metodę opracowano na podstawie stanu wiedzy oraz wyników własnych badań eksperymentalnych. Ważnym kryterium dla tak sformułowanego celu pracy było określenie maksymalnego udziału procentowego odpadowego proszku żeliwa szarego w osnowie żywicy epoksydowej i jego upakowanie w matrycy polimerowej z zastosowaniem prostych technik i procedur. W charakterze osnowy polimerowej zastosowano komercyjną żywicę epoksydową. Nie dowiadujemy się z pracy jaka to żywica. Poznajemy jednak jej budowę, skład chemiczny oraz udział utwardzacza w tym systemie epoksydowym. Wytwarzane kompozyty epoksydowe odlewano próżniowo. W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości morfologicznych, mechanicznych i korozyjnych kompozytów epoksydowych wypełnionych proszkiem żeliwa szarego o wielkości ziarna poniżej 0,075 mm i zawartości masy w kompozycie 65%. Opracowano cztery rodzaje kompozytu. Kompozyt utwardzany w temperaturze 130 °C przez 90 min miał najlepsze właściwości mechaniczne. Wszystkie testowane kompozyty charakteryzowały się bardzo dobrą odpornością cieplną i, w porównaniu do żeliwa szarego, ponad 2,5-krotnie niższą masą i ponad trzykrotnie niższą szybkością korozji w środowisku wody wodociągowej.

W części wprowadzającej do badań (rozdział 1) Doktorant uzasadnia podjęcie tematu pracy. Opisuje produkcję wyrobów armatury wodnej z żeliwa szarego oraz wskazuje na problem zagospodarowania wiórów, które powstają podczas obróbki skrawaniem półwyrobów bądź wyrobów z żeliwa szarego w firmie Wodrol Wałcz.

W rozdziale 1.2 Doktorant charakteryzuje problemy wykorzystania wiórów żeliwnych w aspekcie ich budowy, właściwości, ich składu chemicznego i aspektów ekonomicznych. Wskazuje na potencjalne obszary ich wykorzystania (np. w budownictwie) i pokazuje możliwość ich zastosowania w charakterze wypełniacza w kompozytach polimerowych. W rozdziale tym podaje też rodzaje żywic utwardzalnych najczęściej w tym względzie stosowanych. Autor charakteryzuje w tej części także rodzaje kompozytów oraz zawęża obszar poszukiwań w zakresie żywic możliwych do wykorzystania w wytwarzaniu kompozytów polimerowych z żeliwnym wypełniaczem proszkowym. Doktorant określa również stan wiedzy w zakresie tematyki niniejszej dysertacji i opisuje, na podstawie publikacji, obszar wykorzystania żywic epoksydowych oraz wiórów żeliwnych.

Firma Wodrol Wałcz produkuje wiele wyrobów armatury wodnej z żeliwa szarego. Podczas obróbki odlewów powstaje sporo wiórów, z którymi firma ma problemy z utylizacją. Dodatkowym aspektem jest fakt, że firma ma problemy z systematycznymi dostawami żeliwa. Stąd w firmie jest bardzo duże zainteresowanie w rozwijaniu technologii zagospodarowania odpadów w celu wytwarzania komponentów z kompozytów polimerowych. Dlatego prowadzenie badań w zaproponowanej przez mgr inż. Roberta Cieślaka w doktoracie tematyce jest bardzo pożądanym rozwiązaniem. Zwłaszcza, że jest to „doktorat wdrożeniowy” realizowany na podstawie umowy pomiędzy Zachodniopomorskim Uniwersytetem Technicznym w Szczecinie a firmą Wodrol Wałcz sp. z o.o.

W części nazwanej „Część badawcza” Doktorant przedstawił „Materiały i metody badawcze”

wykorzystywane w charakterystyce osnowy, wypełniacza oraz kompozytu, opisał żywicę, utwardzacz i sposób sieciowania użytej żywicy epoksydowej. Przedstawił sposób wykonania kompozytów z udziałem 65% wypełniacza. W kolejnej części pracy scharakteryzował żeliwo szare, wykonał badania mikrostruktury kompozytów oraz przeprowadził i opisał wykonane badania wytrzymałościowe, korozyjne oraz odporności cieplnej otrzymanych kompozytów.

W rozdziale 3 Doktorant przedstawił wykonane demonstratory. Rozdział ten zawiera ich opis oraz podstawową dokumentację techniczną a także sposób wytworzenia. W rozdziale 4 Doktorant przedstawił wyniki badań eksploatacyjnych demonstratorów korzystając z istniejących w firmie Wodrol Wałcz specjalistycznych stanowisk do realizacji prób ciśnieniowych. Badania technologiczne demonstratorów wykonano wg procedury zawartej w normie PN-EN 12266-1.

Wykonane badania właściwości mechanicznych otrzymanych kompozytów w stosunku do żywicy epoksydowej dowodzą pogorszenie ich niektórych właściwości. Taka sytuacja wymaga przeanalizowania zagadnienia adhezji polimeru do ziaren proszku żeliwa a zatem również kwestii zwilżania napelnacza przez ciekły polimer. W czasie wytwarzania kompozytu zwilżenie to jest warunkiem wstępnym adhezji. Istotna jest również rola rozwinięcia powierzchni granicznych na styku ziarno – polimer. Takie analizy wykonano w podstawowym zakresie w pracy i można je w przyszłości rozszerzyć. Autor opisuje też mechanizm przenoszenia obciążeń, wspomina o dużej powierzchni rozwinięcia ziaren proszku żeliwa i mechanizmie kotwiczenia osnowy na powierzchniach napelnacza co wpływa na zwiększenie sił Van der Waalsa. Należałoby też w przyszłości uwzględnić teorię wpływu warstwy granicznej na właściwości kompozytu.

Po analizie zawartości pracy można stwierdzić, że mgr inż. Robert Cieślak podjął w rozprawie bardzo istotną i aktualną tematykę dotyczącą zagospodarowania odpadów poprodukcyjnych nadających się m. in. do wytwarzania armatury wodnej w ramach opracowania nowych kompozytów polimerowych. W pracy wykonano wiele badań. Wydaje się, że tylko niektóre zostały opisane w przedstawionej do recenzji pracy. Zapewne były to tylko końcowe wyniki..

Za wyjątkowo cenne w rozprawie uważam proekologiczne działanie, możliwość wykorzystania wiórów jako odpadów w tworzeniu nowych materiałów, dobre właściwości antykorozyjne jak również mały stopień zużycia ściernego opracowanego kompozytu oraz wysoki stopień upakowania proszku żeliwa w kompozycie.

Mocną stroną pracy są zastosowane metody badawcze i ich świadome użycie w badaniach.

Pytania dotyczące rozprawy

Praca pozostawia wątpliwości i pytania w niektórych, następujących kwestiach:

1. Proponuje się oczyszczanie wiórów acetonem. Nie jest to na pewno proces ekologiczny. Czy oszacowano ilość acetonu potrzebną np. do oczyszczenia/odtłuszczenia 1 kg wiórów?
2. Wydaje się, iż istotnym aspektem pracy jest zastosowanie składników kompozytu zgoła różnych od siebie. Czy analizowano słuszność pracy nad tym kompozytem w aspekcie właściwości cieplnych kompozytu, szczególnie rozszerzalności cieplnej oraz stabilności wymiarowej kompozytów w szerokim zakresie temperatury.
3. Z badań przeprowadzonych przez Doktoranta wynika, że frakcja proszków żeliwa o wielkości ziarna mniejszej niż 0,075 mm zawierała najwięcej wolnego węgla oddzielonego od płatków żeliwa w procesie mielenia. Dlaczego zdecydowano się więc na wykorzystanie akurat tej frakcji?
4. Wykonano w pracy szereg badań z wykorzystaniem zaawansowanej aparatury. Czy doktorant może wykazać zasadność wszystkich zastosowanych, w tym zakresie urządzeń oraz przedstawić konkretne wnioski uzyskane z tych badań? Na przykład metodę ^1H NMR zastosowano w celu potwierdzenia budowy chemicznej żywicy, która wstępnie została określona za pomocą widma spektroskopii w podczerwieni (FTIR), a w ogóle to powinna wynikać z karty jej charakterystyki. Czy to zasadne? W jakim celu zastosowano to badanie? Czy producent żywicy nie podaje jej danych technicznych i dlatego stanowi to pole do prowadzenia badań identyfikacyjnych?

5. W pracy wykonano wiele badań właściwości mechanicznych. W przypadku tych badań zamieszczono wyniki w postaci średniej wraz z odchyłkami. Nie podano jednak ile próbek wykorzystano do badań? Dobrze byłoby podać takie dane. Szczególnie konieczne byłoby to przed publikacją wyników.

6. Badania w statycznej próbie rozciągania wykonano z prędkością 5mm/mm. Dlaczego zastosowano taką prędkość badania? Dlaczego próbę ściskania zrealizowano z prędkością 2 mm/mm?

7. W większości przypadków stwierdzono, że kompozyty wygrzewane izotermicznie w temp. 130°C mają korzystniejsze właściwości mechaniczne w stosunku do kompozytów nie wygrzewanych. Wyjątkiem jest np. twardość i zużycie ściernie. Wyniki badań tribologicznych kompozytu zestawiono z danymi dla żeliwa szarego. Tym razem najmniejszym zużyciem charakteryzuje się kompozyt nie wygrzewany izotermicznie Pr 65 2/0. Jakie uzasadnienie tego faktu Doktorant widzi? Ile próbek zastosowano do tych badań?

8. Najprawdopodobniej opracowana technologia daje szansę na wykorzystanie w produkcji pod warunkiem, że wyroby wytwarzane z kompozytu będą tańsze od wyrobów z żeliwa, bądź ich właściwości będą lepsze od innych, obecnie wytwarzanych zamienników. Czy uwzględniono w analizach ekonomiczne aspekty procesu ich wytwarzania?

Ocena czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność prowadzenia pracy naukowej

Rozprawa doktorska mgr inż. Roberta Cieślaka jest interesującą pracą naukową. Doktorant wykazał się wiedzą teoretyczną, doświadczeniem badawczym i umiejętnością prowadzenia pracy naukowej. Część wyników badań związanych z rozprawą doktorską przedstawił w publikacjach, m.in. w publikacji JCR (IF=3,2, 140 pkt), której jest pierwszym autorem.

Ocena możliwości praktycznego zastosowania wyników badań

Praca doktorska była współrealizowana w ramach współpracy z firmą Wodrol Wałcz sp. z o. o., która jest zainteresowana wykorzystaniem wyników tej rozprawy do swojej produkcji. Zostały wykonane pomyślnie demonstratory technologii, niektóre z nich przeszły pomyślnie, dosyć restrykcyjne, testy eksploatacyjne.

Ocena oryginalności rozwiązania naukowego

Problem naukowy postawiony przez Doktoranta: opracowanie technologii wytwarzania kompozytu polimerowego w aspekcie działań proekologicznych i w zakresie wykorzystania odpadów poprodukcyjnych żeliwa wymagał oryginalnego podejścia przez konieczność równoczesnego analizowania wpływu modyfikacji kompozytów jak i parametrów technologicznych procesu odlewania kompozytów. Uważam, że został on oryginalnie rozwiązany problemem naukowym. W związku z tym, że w literaturze światowej niewiele jest pozycji zajmujących się wykorzystaniem wiórow z żeliwa szarego a te, które są odnoszą się najczęściej albo do metod konsolidacji lub konwersji, albo mało efektywnych metod związanych z ich przetapianiem podjętą w rozprawie tematykę należy uznać za aktualną i o istotnym znaczeniu. Ponadto kompozyty polimerowe na bazie żywicy epoksydowych z napełniaczem żeliwnym w tak dużej ilości bo aż 65% wag. to innowacyjny materiał konstrukcyjny.

Wartością dodaną opracowanej technologii jest odgazowanie i homogenizacja proszków w mieszaniu żywicy epoksydowej i utwardzacza wspomaganą próżnią, a następnie szybkie usieciowanie jednorodnej mieszanki w podwyższonej temperaturze. Nieosiągalny dotychczas 65% mas. udział proszków żeliwa szarego w żywicy epoksydowej zmniejsza ilość żywicy potrzebnej do procesu, zwiększa efektywność procesu utylizacji odpadów poprodukcyjnych wiórow żeliwnych,

a tym samym zmniejsza koszty zagospodarowania szkodliwych dla środowiska odpadów i straty ponoszone przez producentów żeliwnych elementów konstrukcyjnych.

Uwagi krytyczne i redakcyjne

W tekście pracy znajduje się kilka zdań, do których Autor powinien się ustosunkować w kontekście przyszłych publikacji. Proszę o wyjaśnienie kilku myśli Doktoranta zawartych poniżej:

s.11. *Jest:* ... „Procesy takiego recyklingu wiórów i proszków są mało efektywne z uwagi na duże straty metalu wskutek utleniania przy nagrzewaniu do **temperatury topienia**”.....

Powinno być: ?

s. 12. *Jest:* „W kontekście recyklingu z wykorzystaniem metalurgii proszków często przewija się problematyka różnych rodzajów **frezowania kulowego wiórów**”.

Pytanie: Jaki proces ma na myśli Doktorant?

Jest: ...”Odpady są badane między innymi pod kątem zastosowania w budownictwie cywilnym, zwłaszcza jako zamienniki **cementu**, ponieważ mogą zapewnić właściwości surowca i skutecznie obniżyć koszty budowy...”

Powinno być: ?

s.14. *Jest:* ...”Stan wiedzy wskazuje, że **spośród** kompozytów ceramicznych (CMC- ceramic matrix composite), metalicznych (MMC-metal matrix composite) kompozyty polimerowe (PMC-polymer matrix composite) są powszechnie stosowanymi kompozytami i dobrze znane ze swojej rozsądnej ceny, opłacalnością procesu produkcji i oprzyrządowania, dlatego ich wybór będzie jedną najtańszych dróg rozwiązania problemu utylizacji odpadowych wiórów żeliwa szarego...”

Powinno być: ?

s. 17. *Jest:*”Ten powszechnie stosowany materiał matrycy kompozytowej jest stosunkowo drogi, **jednak często pomaga długa żywotność i dobre właściwości fizyczne**, zapewniając korzystny stosunek ceny do wydajności w porównaniu do innych tworzyw polimerowych.”....

Powinno być: ?

s. 20. *Jest:*”Podgrzanie proszku żeliwnego do 100°C może spowodować odparowanie wody i oleju, **a w 400°C przez 2 godziny odparowanie wody i oleju**”....

Powinno być: ?

s. 21. *Jest:* ...”Zwiększenie zawartości żeliwa zmniejszyło wytrzymałość na zginanie, ale poprawiło **właściwości rozciągające**, twardość, udarność i gęstość kompozytów”...

Powinno być: ?

s. 27. *Jest:* ...”Ponadto przygotowaną zawiesziną napełniono formę odlewniczą **w warunkach pokojowych**”...

Powinno być: ? Ponadto przygotowaną zawiesziną napełniono formę odlewniczą **w warunkach normalnych?**

s. 35. *Jest:*”Na podstawie powyższego **można przyjąć, że kluczowym składnikiem** badanego układu jest żywica epoksydowa na bazie eteru diglicydylowego bisfenolu-A (DGEBA)/bisfenolu-A”....

Powinno być:... Czy nie powinno być to potwierdzenie składu a nie jego stwierdzenie? Przecież żywica była żywicą komercyjną. Czy nie posiadała ona karty charakterystyki? W jakim celu wykonywano badania składu? Czy były wątpliwości co to jakości żywicy bądź jej typu?

s. 35. Jest:„Dane uzyskane metodą ^1H NMR są zgodne z danymi spektroskopowymi FTIR”.

Pytanie: Czy nie powinno być tak zawsze?

s. 36. Jest: ...„Ostre pasma absorpcji przy 732 cm^{-1} , 1251 cm^{-1} i 1619 cm^{-1} w widmie środka utwardzającego można przypisać odpowiednio **drzaniom drgającym** -N-H, rozciągającym -C-N oraz drzaniom zginającym w wiązaniach -N-H”...

Powinno być: ?

s. 37. Jest: Zacytowano w tekście rys. 9b-d

Powinno być: Czy nie chodziło o rysunki 19b – 19d? Dlaczego rysunki te są oddzielnie wstawione w tekście i mają numerację, której standardowo się nie używa?

s. 38. Jest: „Badając schemat reakcji pokazany na rysunku 19d, **stwierdziliśmy**”,.....

Powinno być: należy używać formy bezosobowej...

s. 58 Jest: Autor przedstawiając wykonane demonstratory nazywa pierwszy z nich jako Pokrywa skrzynki małej **PRHD** do nawiertki... W tytule rozdziału 3.1 Autor odnosi się już do terminu **PEHD**, po czym poniżej w danych technicznych stwierdza, że korpus wykonany jest z tworzywa **Poliamid PEHD**... W dalszej części pracy stwierdza, że w/w pokrywa skrzynki małej jest odporna na **wszystkie czynniki zewnętrzne**....

Powinno być: Co jest prawdą?

s. 65 Jest:... „Na rysunku 44 oraz na rysunku 45 zaprezentowano widok ogólny kompozytowego **króćca** FF50x100, na rysunku 46 przekrój poprzeczny odlewu próbnego **króćcu**, który ujawnił **incydentalne defekty** – porowatość spowodowana pęcherzami gazowymi”...

Powinno być: Zdanie nie jest komunikatywne.

s. 65, Powinno być: Podpis pod rys. 45 nie jest właściwy...

s. 71. Jest:..... „Analogiczne działanie przeprowadzono dla ciśnienia próby **PN 16** ciśnieniu **1,5 x 16 bar = 24 bar** co widać (rysunek 53), czas trwania próby 10 minut”...

Powinno być: ? Zdanie nie jest komunikatywne

s. 77, Wniosek 5, Jest: „Żywica epoksydowa miała **najwyższą wytrzymałość na rozciąganie**, natomiast kompozyty typu GCI/żywica epoksydowa utwardzane w temperaturze **130 °C** przez **60 i 90 minut** miały **najwyższą wytrzymałość na rozciąganie**. Kompozyt nie wygrzewany izotermicznie w temperaturze **130°C** charakteryzował się najniższą wartością wytrzymałości na rozciąganie.

Powinno być: To zdanie nie jest jednoznaczne.

s. 78, Jest: Wniosek 10. Żywica epoksydowa i wszystkie kompozyty typu GCI/żywica epoksydowa wykazały wysoką odporność termiczną. Ich temperatura rozkładu termicznego przekroczyła **300°C**. Dodanie proszku żeliwa szarego do żywicy epoksydowej przesunęło maksimum piku egzotermicznego o ponad 20 stopni w kierunku niższej temperatury. Żywica epoksydowa charakteryzuje się **najwyższą odpornością cieplną**. Różnica temperatur rozkładu kompozytów nie przekraczała 1,5 stopnia....

Pytanie: Z czego wynika ten wniosek? Czy $1,5^\circ\text{C}$ to godna uwagi różnica tym bardziej, że nie podano statystyki? Czy ta temperatura nie powinna być określona metodą TGA?

s. 79 - Jest: Wniosek 11....”W porównaniu do żywicy epoksydowej kompozyty wzmacniane proszkami żeliwa szarego charakteryzują się **większą wytrzymałością na rozciąganie**, ściszenie i zginanie, a także sztywnością.....

Pytanie: czy wniosek ten jest w całości prawdziwy?”

Uwagi redakcyjne

W pracy występują sporadycznie także tzw. literówki i błędy redakcyjne, np.:

- s. 23 - Tabela 2 odnosi się do konkretnej ilości zmielonego proszku żeliwnego poddanego analizie sitowej. Znacznie lepiej byłoby podać ilości masy poszczególnych frakcji procentowo.
- s. 43 - Wprowadzony dodatkowy opis skali powiększenia (rys. 22) może wprowadzać w błąd...
- s. 45, rys. 24 b - Powinno być: punkt 1 na rysunku to zapewne żeliwo a nie żywica, jak podano...
- s. 46 rys. 25 - opis osi jest w języku angielskim,
- s. 46, rys. 25 - opis osi jest w języku angielskim,
- s. 48, 50, 51, tab. 5, 6, 7 - opis tabel - w nazwie kolumny jest "Mogut sprężystości" zamiast Moduł sprężystości. W tych samych i innych tabelach wartości dziesiętne liczb są rozdzielane raz kropką a raz przecinkiem,
- s. 51, rys. 30 - zmienić opis rysunku, Jest: "siła do przemieszczenia w mm", powinno być: naprężenie =f (odkształcenie),
- s. 52, rys. 31 - brak podpisu osi rzędnych,
- s. 53, rys. 32 - opis osi jest w języku angielskim,
- s. 57 - Powinno być: Autor powołuje się na tab. 9. Tabela z właściwymi danymi ma inny numer...
- s. 58, tab. 10 - 2-ga kolumna ma niewłaściwe oznaczenie podanej w niej wysokości,
- s. 66, rys. 45 - niewłaściwy podpis rysunku.

Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej moje opinie częściowe stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Roberta Cieślaka pt. " **Opracowanie technologii wytwarzania kompozytu polimerowego umocnionego zmodyfikowanymi poprodukcyjnymi proszkami żeliwa do zastosowań w armaturze wodnej**" jest wartościowa z punktu widzenia innowacyjności, ważności i aktualności poruszanego zagadnienia, także z punktu widzenia aktualnych obecnie proekologicznych działań oraz spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę z dnia 20 lipca 2018, Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668 z późniejszymi zmianami), dlatego wnioskuję o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Wiesław Fula