

Prof. dr hab. inż. Bogdan Posiadała
Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn
Politechnika Częstochowska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Mirosława Wolskiego**

pt.: „**Analiza wpływu cech konstrukcyjnych zastawy podatnej na efektywność procesu sortowania**”

wykonana dla Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu
Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy
(umowa o dzieło, pismo prof. dr hab. inż. Dariusza Borońskiego - Przewodniczącego
Rady Naukowej, z dnia 1.06.2021 r.)

1. Charakterystyka pracy

Opiniowana rozprawa doktorska zawiera 145 stron i składa się z dziesięciu rozdziałów, które obejmują: wprowadzenie, gdzie scharakteryzowano motywację podjęcia opisanych w pracy badań, rozdział: „Cel, hipoteza i zakres rozprawy”, gdzie nakreślono zawarte w tytule rozdziału zagadnienia oraz pozostałe rozdziały w których opisano aktualny stan wiedzy w kontekście tematyki pracy i dokonania Autora w zakresie przyjętego zakresu badań, co podsumowano w rozdziale „Wnioski”, gdzie sformułowano wynikające z pracy wnioski oraz nakreślono perspektywy dalszych badań. Praca zawiera bibliografię, która obejmuje 135 pozycji oraz zamieszczono w niej: wykaz ważniejszych symboli i skrótów oraz streszczenia w językach polskim i angielskim.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym „*Wprowadzenie*” Autor wskazał motywację podjęcia badań zrealizowanych w pracy, szczególnie w kontekście doboru konstrukcji zastawy i parametrów procesu sortowania z uwzględnieniem wymiarów, masy i położenia początkowego ładunków względem zastawy. Wskazał także na znaczenie podjętej tematyki w praktycznych zastosowaniach.

W rozdziale drugim określono cel, hipotezę i zakres rozprawy doktorskiej. Wskazano że celem rozprawy jest: „*opracowanie metody pozwalającej wyznaczyć cechy geometryczno-materialowo-dynamiczne podatnej zastawy aktywnej, zapewniające zminimalizowanie reakcji dynamicznych wywieranych na zgarniane obiekty, transportowane na przenośnikach, przy zachowaniu oczekiwanej wydajności i niezawodności procesu sortowania*”. W kontekście tak sformułowanego celu wskazano także działania do wykonania dla jego realizacji. W ramach tzw. hipotezy zawarto elementy tezy pracy, a następnie nakreślono zakres rozprawy i opisano zawartość poszczególnych rozdziałów opracowanej rozprawy doktorskiej.

Rozdział trzeci obejmuje opis zarówno aktualnego stanu wiedzy w zakresie tematyki rozprawy, jak również propozycji autorskich rozwiązań uzupełniających przydatnych w realizacji zasadniczych badań opisanych w pracy. Opisano zatem na bazie literatury zjawiska fizyczne dominujące w procesie sortowania tj. tarcie oraz zderzenie oraz sklasyfikowano urządzenia rozdzielcze i przedstawiono ich wady i zalety, a jako autorskie zaproponowano: metodykę szacowania sił i momentów tarcia, bazującą na kształcie powierzchni granicznej dla prostokątnego kontaktu i stałego rozkładu nacisku, metodę wyznaczania punktu, względem którego obiekt ulega przedpoślizgowemu mikroprzemieszczeniu oraz metodę szacowania

maksymalnego ugięcia zastawy, opartą o model zderzenia plastycznego obiektu ze wspornikową belką podatną. Sformułowano także wnioski z analizy wpływu masy oraz sztywności zastawy na wartości siły zderzenia, na bazie przyjętych modeli belkowych zastawy.

W rozdziale czwartym opisano modele matematyczne, algorytmy i modele obliczeniowe do badania zjawisk w procesie sortowania, szczególnie w zakresie wzajemnego oddziaływania transportowanego obiektu (paczki) z zastawą, jako elementu urządzenia rozdzielczego w procesie sortowania. Zaprezentowano model obliczeniowy obejmujący kolejne fazy procesu sortowania bazując na modelu ciała sztywnego - reprezentującego paczkę oraz modelu belkowym Bernoulliego-Eulera - reprezentującego zastawę, przy czym w opisie matematycznym uwzględniano właściwości sprężyste, a pomijano inercyjne belki. Zaprezentowano na bazie przyjętego modelu algorytm obliczeniowy do szybkiego wyznaczania ruchu paczki. Opisano ponadto, bazując na metodzie elementów skończonych w środowisku LS-DYNA, inny model obliczeniowy reprezentujący oddziaływania obiektu transportowanego, zastawy, taśmy przenośnika i innych elementów urządzenia sortującego.

Rozdział piąty zawiera opis metodyki wyznaczania współczynnika tarcia pomiędzy obiektem a zastawą oraz obiektem a powierzchnią przenośnika i ześlizgu. Podano również wyznaczone eksperymentalnie, na bazie przyjętych sposobów pomiaru, zakresy wartości współczynników tarcia, wykorzystywane w dalszych badaniach procesu sortowania opisanych w pracy.

W rozdziale szóstym opisano metodykę wykorzystania obrazu rejestrowanego kamerą szybkoobrotową do śledzenia rzeczywistych torów ruchu zastawy oraz sortowanego obiektu. Opisano trudności wykorzystania cyfrowego przetwarzania zarejestrowanego obrazu w środowisku MATLAB, z wykorzystaniem metody detekcji BLOB (ang. Binary Large Object detection) do wyznaczania położenia sortowanego obiektu i zastawy. W związku z tym opracowano algorytm, także w środowisku MATLAB, gdzie zaproponowano autorski sposób wykrywania położenia znaczników naklejanych na śledzone obiekty i wyznaczania rzeczywistego ich położenia.

Rozdział siódmy obejmuje opis sformułowanych i rozwiązanych zadań optymalizacji rozwiązań konstrukcyjnych zastawy. Do rozwiązania takich zadań wykorzystano wbudowaną funkcję *fmincon* środowiska MATLAB. Rozważania w kontekście uzyskania najmniejszej masy zastawy przy wymaganej sztywności przeprowadzono w odniesieniu do trzech wariantów zarysu wzdłużnego belki wspornikowej reprezentującej zastawę tj. zarysu: trapezowego, stałonaпряżeniowego oraz przedziałami liniowego. Opisano wyniki rozwiązań optymalnych i wskazano najlepsze rozwiązanie w zakresie przyjętych kryteriów optymalizacji. Ponadto w rozdziale tym zaproponowano kryterium oceny istotności wybranych właściwości materiału w konstrukcji zastawy oraz dokonano analizy zasadności zastosowania na konstrukcję zastawy dwóch grup materiałowych, tj. stopów metali oraz tworzyw.

W rozdziale ósmym opisano stanowisko do badań laboratoryjnych obejmujące główne elementy występujące w procesie sortowania, w tym: przenośnik taśmowy z zabudowaną na nim zastawą aktywną, inne elementy sterujące i rejestrujące oraz obiekt podlegający sortowaniu wg konstrukcji opisanej w pracy doktorskiej innego autora, przystosowany do prowadzenia badań na opisanym stanowisku badawczym. Opisano także wyniki badań procesu sortowania, przy czym zestawiono wyniki badań symulacyjnych z wynikami uzyskanymi eksperymentalnie, potwierdzając w większości dobrą zgodność porównywanych wartości, szczególnie przy porównaniu trajektorii i przyspieszeń sortowanego obiektu oraz maksymalnego ugięcia zastawy. Można zatem uznać użyteczność i poprawność zaproponowanych w pracy modeli procesu sortowania.

Rozdział dziewiąty zawiera opis wyników rozwiązanych zagadnień optymalizacyjnych procesu sortowania, przy czym przyjęto jako funkcję celu minimalizację siły reakcji belki reprezentującej zastawę na transportowany obiekt. Zagadnienia optymalizacyjne sformułowano na bazie opisanych w pracy modeli procesu sortowania: belkowego oraz MES. Opisane w tym rozdziale wyniki obejmują rozwiązania zagadnień optymalizacji procesu sortowania w odniesieniu do zestawu sortującego i sortowanego obiektu przy założonych ich parametrach charakterystycznych, a obliczenia przeprowadzono w zakresie kilku wybranych zestawów zmiennych decyzyjnych przy zdefiniowanych także ograniczeniach. Poprzez dobór zmiennych decyzyjnych i przy określonych ograniczeniach wykonano obliczenia i dokonano analizy wpływu parametrów procesu oraz cech konstrukcyjnych zestawu sortującego na proces sortowania. W tym kontekście opisano wyniki optymalizacji ilustrujące wpływ wybranych parametrów eksploatacyjnych i konstrukcyjnych zestawu sortującego na uzyskiwane przez sortowany obiekt przyspieszenia i poprawność procesu sortowania.

W rozdziale dziesiątym przedstawiono podsumowanie wyników pracy, sformułowano wnioski wynikające z przeprowadzonych badań symulacyjnych i eksperymentalnych, wskazując także na ograniczenia opisanych w pracy modeli oraz nakreślając perspektywy dalszych badań związanych z tematyką rozprawy. Ponadto zostały tutaj wyeksponowane główne osiągnięcia pracy, stanowiące według Autora wkład do rozwoju wiedzy w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, co można uznać za pozytywną cechę formy rozprawy doktorskiej, także w kontekście opracowywania jej recenzji. Po tym rozdziale zamieszczono literaturę stanowiącą bazę wiedzy z zakresu rozważanej tematyki.

2. Ocena pracy

W kontekście opisu przedstawionego w punkcie pierwszym niniejszej recenzji można stwierdzić, że tematyka rozprawy doktorskiej dotyczy eksperymentalnych i symulacyjnych badań zjawisk występujących w procesie sortowania ładunków jednostkowych zastawą aktywną o ruchu obrotowym. Zaproponowane w pracy modele obliczeniowe oraz opisane w niej wyniki badań symulacyjnych powiązane są ze strukturą stanowiska badawczego, które odwzorowuje zasadnicze elementy urządzenia rozdzielczego, co pozwoliło na weryfikację przyjętych modeli na bazie wyników badań eksperymentalnych. Badania symulacyjne i eksperymentalne zrealizowano według nakreślonego w pracy celu, zakresu i sformułowanych hipotez. W ramach przyjętych założeń rozprawy zaproponowano dwa modele obliczeniowe procesu sortowania: pierwszy opracowany na bazie wzajemnych oddziaływań elementów układu, gdzie zastawa reprezentowana jest przez belkę Eulera-Bernoullego oraz drugi, opracowany metodą elementów skończonych w środowisku LS-DYNA. Poprzez porównanie wyników badań symulacyjnych z wynikami uzyskanymi eksperymentalnie, w ramach przyjętych parametrów i konfiguracji analizowanych procesów sortowania, potwierdzono użyteczność i poprawność zaproponowanych w pracy modeli procesu sortowania. Bazując na przyjętych modelach w dalszej części pracy opisano wyniki rozwiązanych zagadnień optymalizacyjnych procesu sortowania ładunków jednostkowych zastawą aktywną o ruchu obrotowym, w celu minimalizacji oddziaływań dynamicznych na sortowane obiekty, przy założonych wydajnościach sortowania oraz przy uwzględnieniu ograniczeń wynikających z wymaganych parametrów eksploatacyjnych i konstrukcyjnych układu. Na bazie prezentowanych wyników dokonano analizy wpływu wybranych parametrów eksploatacyjnych i konstrukcyjnych zestawu sortującego na uzyskiwane przez sortowany obiekt przyspieszenia i poprawność procesu sortowania.

Wybór tak określonej tematyki badawczej, jako przedmiot rozprawy doktorskiej, w kontekście także cytowanej przez Autora literatury, uważam za w pełni uzasadniony i ponadto stwierdzam, że Autor swoją rozprawą zrealizował w pełni sformułowane w pracy cele.

Na podstawie zawartości ocenianej rozprawy doktorskiej można stwierdzić, że postawione i zrealizowane w rozprawie zadania mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i praktyczne. Do opracowania modeli obliczeniowych zaproponowano autorskie elementy opisu matematycznego odwzorowania zjawisk i cech konstrukcyjnych występujących w procesie sortowania przy użyciu urządzenia rozdzielczego o zadanej konstrukcji i realizowanej funkcji w analizowanym procesie. W kolejnych rozdziałach zamieszczono opis realizowanych zadań, co scharakteryzowano już w pierwszym punkcie recenzji, dobrze reprezentujący wyniki zrealizowanych zadań i wnioski wynikające z osiągniętych rezultatów, a ponadto w rozdziale dziesiątym zamieszczono podsumowanie pracy, wyszczególniono osiągnięcia rozprawy oraz zaproponowano koncepcję przyszłych badań w kontekście jej tematyki.

W odniesieniu do prezentowanych w pracy wyników badań stwierdzam, że wystarczająco ilustrują one badane zjawiska i stanowią podstawę oceny działania opracowanych modeli obliczeniowych i procedur badawczych, a wnioski wynikające z analizy zaprezentowanych wyników są istotne w kontekście rozważanych zjawisk. Ponadto należy podkreślić, że z udziałem Autora rozprawy została opracowana koncepcja i zbudowano stanowisko laboratoryjne do prowadzenia badań eksperymentalnych zjawisk występujących w procesie sortowania. Stanowisko obejmuje główne elementy występujące w procesie sortowania i należy podkreślić, że inspiracją do przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych urządzenia rozdzielczego były rzeczywiste obiekty tego typu wykorzystywane w centrach dystrybucji przesyłek, co potwierdza znaczenie praktyczne opisanych w pracy wyników badań.

Do najważniejszych osiągnięć zrealizowanej rozprawy doktorskiej należy zaliczyć:

- **opracowanie modelu obliczeniowego do badania zjawisk w procesie sortowania, szczególnie w zakresie wzajemnego oddziaływania transportowanego obiektu z zastawą, jako elementu urządzenia rozdzielczego w procesie sortowania. Model obliczeniowy obejmujący kolejne fazy procesu sortowania bazuje na opisie oddziaływań elementów układu, przy czym transportowany obiekt traktowany jest jako ciało sztywne, a zastawa jako wspornikowa belka Bernoulliego-Eulera, przy czym w opisie matematycznym uwzględniano właściwości sprężyste a pomijano inercyjne belki. Wyodrębniając trzy etapy ruchu transportowanego obiektu i formułując adekwatne opisy matematyczne zaproponowano algorytm obliczeniowy i opracowano aplikację w środowisku MATLAB do szybkiego wyznaczania ruchu tego obiektu,**
- **opracowanie w środowisku LS-DYNA modelu obliczeniowego MES obejmującego oddziaływania obiektu transportowanego, zastawy, taśmy przenośnika i innych elementów urządzenia sortującego do analizy parametrów ruchu oraz sił oddziaływań, sił wewnętrznych i przemieszczeń elementów układu,**
- **opracowanie koncepcji i budowa stanowiska do badań laboratoryjnych procesu sortowania oraz wykonanie badań eksperymentalnych, które umożliwiły weryfikację, w badanym zakresie parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych, zaproponowanych w pracy modeli obliczeniowych procesu sortowania,**

- opracowanie, na bazie zaproponowanych w pracy modeli obliczeniowych, metody optymalizacji procesu sortowania i realizacja obliczeń optymalizacyjnych w zakresie kilku wybranych zestawów zmiennych decyzyjnych, przy zdefiniowanych ograniczeniach. Sformułowano także wnioski z analiz uzyskanych wyników badań, co szczegółowo opisano w rozdziale dziesiątym, wskazując jednocześnie na ich znaczenie jako niezbędne wytyczne podczas formułowania założeń konstrukcyjnych podatnej zastawy i opracowania zaleceń koniecznych do optymalnego sterowania procesem roboczym manipulatora,
- sformułowanie i rozwiązanie zadań optymalizacji konstrukcji zastawy w kontekście uzyskania najmniejszej masy zastawy przy wymaganej sztywności oraz wskazanie najlepszego rozwiązania w zakresie przyjętych kryteriów optymalizacji,
- wskazanie kryterium oceny istotności wybranych właściwości materiału w konstrukcji zastawy oraz wskazanie zasadności zastosowania na konstrukcję zastawy dwóch grup materiałowych, tj. stopów metali oraz tworzyw,
- opracowanie metodyki wykorzystania obrazu rejestrowanego kamerą szybkoobrotową do śledzenia rzeczywistych torów ruchu zastawy oraz sortowanego obiektu, w tym zaproponowano autorski sposób wykrywania położenia znaczników naklejanych na śledzone obiekty i wyznaczania rzeczywistego ich położenia,
- opracowanie metodyki wyznaczania sił i momentów tarcia, bazującej na kształcie powierzchni granicznej dla prostokątnego kontaktu i stałego rozkładu nacisku oraz opracowanie metody wyznaczania punktu, względem którego obiekt ulega przedpoślizgowemu mikroprzemieszczeniu,
- opracowanie metody szacowania maksymalnego ugięcia zastawy, opartej o model zderzenia plastycznego obiektu ze wspornikową belką podatną,
- opracowanie wniosków z wykonanych badań, wskazanie wytycznych konstrukcyjnych i eksploatacyjnych w odniesieniu do procesu sortowania oraz kierunków dalszych badań w kontekście rozważanej tematyki pracy.

Oceniając formę pracy chciałbym stwierdzić, że praca jest napisana starannie i przejrzysto. Zawiera wiele ilustracji graficznych, w tym wykresów, które ułatwiają właściwą interpretację przedstawianych wyników. Można zauważyć także pewne usterki, z których najbardziej istotne wymieniłem w dalszej części niniejszej recenzji, jako uwagi szczegółowe.

Podsumowując oceniam rozprawę jednoznacznie pozytywnie, mimo uwag, które zawarte są w kolejnym rozdziale niniejszej recenzji.

3. Uwagi szczegółowe, w tym krytyczne

Do najbardziej istotnych zastrzeżeń, przede wszystkim w odniesieniu do formy pracy, na które chciałbym zwrócić uwagę Autora zaliczam te, które są związane z wystąpieniem w pracy:

- rozbudowanej liczby podrozdziałów, jak np. w rozdziale ósmym opis stanowiska badawczego rozpoczęto w podrozdziale 8.1, a elementy tego stanowiska opisano w kolejnych oddzielnych podrozdziałach, stąd wątpliwość dlaczego nie dokonano pełnego opisu stanowiska w jednym podrozdziale, w tym przypadku w podrozdziale 8.1, na co

- wskazuje tytuł podrozdziału, dołączając treść kolejnych podrozdziałów 8.2 – 8.5 (ewentualnie jako podrozdziały, ale punktu 8.1),
- ponadto w przypadku kiedy liczba podrozdziałów wynosi jeden, jak np. w podrozdziale 4.2 należy zrezygnować z wyszczególnienia takiego podrozdziału i wówczas już rozdział, w tym przypadku podrozdział, stanowi właściwą formę prezentacji treści.
 - potocznych, nieprecyzyjnych lub dwuznacznych określić czy tzw. skrótów myślowych, z których jako przykładowe można wymienić:
 - str. 11 – w zdaniu: „*Ze względu na sprowadzenie do statyki zagadnienia dynamiki zastawy, model BEB stosowany jest do szybkiego wyznaczania ruchu paczki*”, zagadnienia dynamiki nie da się sprowadzić do statyki, ale, co zapewne należy rozumieć z zacytowanego zdania, można zastąpić oddziaływania dynamiczne statycznymi o odpowiednio dobranych wartościach, takich które spowodują podobne skutki,
 - str. 37 – w zdaniu: „*W procesie sortowania, gdy sortowany obiekt porusza się wzdłuż krawędzi przenośnika mocującej zastawę ...*”, czy krawędź przenośnika mocuje zastawę?,
 - str. 38 – w tytule podrozdziału: „*Uderzenie w nieważką belkę*” i w dalszej treści, obiekt nieważki nie jest belką, ale może reprezentować jej sprężystość, przy pominięciu oddziaływań inercyjnych, co zapewne jest w założeniu opisywanego modelu,
 - na str. 39 w podpisie rys. 3.13b napisano: „*uderzenie sprężyste w belkę o masie równej lub mniejszej od obiektu uderzającego*”, chodzi zapewne o porównanie z masą obiektu uderzającego,
 - str. 45 – w zdaniu: „*Pierwszy etap to skokowe wyhamowanie obiektu następujące po zderzeniu plastycznym z masą belki, ...*”, masa jest cechą belki i nie może się zderzyć z obiektem fizycznym,
 - str. 65 – w zdaniu: „*... konieczny do obliczenia równań (4.22)-(4.31) ...*”, równań się nie oblicza, ale rozwiązuje, co prowadzi do obliczenia poszukiwanych wartości rozwiązania,
 - str. 65 – w zdaniu: „*Finalnie, funkcja fzero steruje kątem ...*”, wbudowana funkcja umożliwia jedynie wyznaczenie wartości rozwiązania w odniesieniu do zadanego równania, co nie można nazwać sterowaniem,
 - str. 121 – w zdaniu: „*... można zauważyć ogólną prawidłowość, iż rys.9.3, rys.9.5 są mniej regularne od rys.9.2, rys.9.4 ...*”, chodzi zapewne o regularność krzywych przedstawionych na wymienionych rysunkach,
 - a ponadto tekst zawiera także błędy tzw. literówki lub inne (błędnie napisane fragmenty podkreśliłem) np.:
 - str. 15 – w zdaniu: „*W wielu dziedzinach, jak np. w trybologii, tarcie uważane jest za zjawisko nieporządne ...*” zamiast „*W wielu dziedzinach, jak np. w trybologii, tarcie uważane jest za zjawisko nieporządane ...*”,
 - str. 29 – w zdaniu: „*... są wstanie uwzględnić takie zjawiska jak: ...*” zamiast „*...są w stanie uwzględnić takie zjawiska jak: ...*”, itp. na kolejnych stronach pracy np.:
 - str. 41 – w tytule podrozdziału: „*Modele zderzenia oparte o drgan wymuszone*”,
 - str. 72 – w zdaniu: „*Węzły elementów z materiału przeciwwstrząsowego są uwspólnianie z węzłami obiektu zgarnianego ...*”,

- str. 78 – w zdaniu: „Znacznik mają wymiary ...”;
- str. 98 – w zdaniu: „... sporządzono biorąc najwyższą wartość naprężenia gnącego ...”;
- str. 108 – w podpisie rysunku: „... materiał przeciwwstąsowy ...”;
- str. 111 – w zdaniu: „... gwałtowane zmiany prędkości sortowanego obiektu ...”;
- str. 135 – w zdaniu: „Bardziej dokładne oszacowanie oddziaływań dynamiczny na sortowany obiekt ...”;
- str. 135 – w zdaniu: „W pracy założono równość czas cyklu roboczego ...”;
- ponadto w wielu miejscach rozprawy, użyto strony czynnej zamiast biernej np. str. 29 – w zdaniu: „Rys.3.11 przedstawia ...” zamiast „Na rys.3.11 przedstawiono ...”, podobnie należałoby zmienić np.: str. 70 - w zdaniu: „Zestawienie wad i zalet modelu BEB oraz MES przedstawia tabela 4.1”, str. 105 – w zdaniu: „Schemat połączenia wszystkich urządzeń z nadrzędnym układem sterującym przedstawia rys.8.3 ...”, itp..

Usterki wymienionego typu obniżają w pewnym stopniu ocenę formy pracy, ale mimo tego typu uchybień pracę należy uznać za wykonaną z dużą starannością, w szczególności także ze względu, na jakość form prezentowanych wyników, głównie w postaci wykresów i tabel.

W celu lepszego wyjaśnienia i uzupełnienia treści merytorycznej przedstawionej w ocenianej rozprawie chciałbym postawić Autorowi następujące pytania lub propozycje:

- w związku z prezentowanymi wynikami badań eksperymentalnych oraz sposobem rejestracji zjawisk w czasie procesu sortowania, proszę, jeśli to możliwe, o wyświetlenie w czasie prezentacji wyników pracy lub w czasie dyskusji krótkiego fragmentu filmu ilustrującego proces sortowania uzyskany w czasie przykładowego badania tego procesu na używanym do badań stanowisku laboratoryjnym,
- w rozdziale drugim opisano w ramach tzw. hipotezy rozprawy elementy jej tezy. Dlaczego Autor użył takiego określenia i czy mógłby na bazie zamieszczonych sformułowań określić tezę pracy, co zwykle w pracach doktorskich jest definiowane, a następnie wykazywane w ramach realizacji badań w kontekście sformułowanej tezy,
- na str. 39 w podpisie rys. 3.13b napisano: „uderzenie sprężyste w belkę o masie równej lub mniejszej od obiektu uderzającego”, w związku z tym proszę o podanie sposobu wyznaczenia masy belki oraz o ewentualną dyskusję wpływu sposobu zamocowania belki i położenia punktu belki, gdzie dochodzi do zderzenia na wartość adekwatnej wartości masy zastępczej belki w analizowanym procesie zderzenia,
- na rys. 4.8 przedstawiono schemat algorytmu obliczeniowego, przy czym na części schematów „paczka” wchodzi w obszar belki reprezentującej zastawę, a w części nie. Co było przyczyną przyjęcia takich schematów?
- analizując zaprezentowane w rozdziale dziewiątym rysunki można zauważyć, że w części prezentowanych wyników krzywe reprezentujące te wyniki są regularne np. rys. 9.6, a w wielu innych np. 9.5 wykazują dużą nieregularność. Jakie są zdaniem Autora przyczyny nieregularności, czy tylko takie które wymieniono np. w zdaniu: „Porównując rys.9.2 i rys.9.3 oraz rys.9.4 z i rys.9.5 można zauważyć ogólną prawidłowość, iż rys.9.3, rys.9.5 są mniej regularne od rys.9.2, rys.9.4, co właśnie spowodowane jest nałożeniem na wyniki rys.9.3, rys.9.5 większej liczby ograniczeń wynikających z wymogu zgarnięcia paczki w różnych położeniach w poprzek przenośnika”. Proszę również o wskazanie stosowanych warunków zakończenia obliczeń, czyli tzw. kryterium stopu.

4. Wniosek końcowy

Rozważania przedstawione w ocenianej pracy można uznać jako dowód szerokiej wiedzy i wartościowych osiągnięć jej Autora w zakresie dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn, a aktualnie w szerszej dyscyplinie inżynieria mechaniczna, W szczególności dotyczy to wiedzy koniecznej do opracowania adekwatnych do badanych zjawisk modeli obliczeniowych i przeprowadzenia badań symulacyjnych, w tym z wykorzystaniem własnych i komercyjnych programów komputerowych oraz badań eksperymentalnych z wykorzystaniem aparatury pomiarowej oraz odpowiednio przygotowanych stanowisk badawczych, w tym według Jego autorskich realizacji.

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska pt. „Analiza wpływu cech konstrukcyjnych zastawy podatnej na efektywność procesu sortowania”, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i spełnia w pełni warunki stawiane rozprawom doktorskim. Stanowi zatem podstawę do dopuszczenia jej Autora do publicznej obrony tej rozprawy, a po pozytywnym zakończeniu obrony do nadania mgr. inż. Mirosławowi Wolskiemu stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Częstochowa, 30 lipca 2021 r.

Brosialata