

Recenzja
rozprawy doktorskiej magistra inżyniera **Maksymiliana Ozdoby**, pt.:
„Modelowanie i identyfikacja drgań poprzecznych taśmy przenośnikowej”

1. Wprowadzenie

Recenzji rozprawy doktorskiej dokonano na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Politechnice Wrocławskiej z dnia 13.07.2022, w oparciu o otrzymany egzemplarz rozprawy doktorskiej, przekazany wraz z pismem przewodnim, z dnia 25.07.2022r., sygnowanym przez Zastępcę Przewodniczącego RDN, dr hab. inż. Bartosza Zajączkowskiego, prof. uczelni.

Opinię wykonano w oparciu o art.190 ust.3 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (t.j. Dz. U. z 2021. poz. 478 z późn. zm.).

2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt.: **„Modelowanie i identyfikacja drgań poprzecznych taśmy przenośnikowej”** zawiera 99 stron i składa się z 11 rozdziałów (w tym spis literatury), streszczenia w języku polskim i angielskim, spisu rysunków i tabel oraz spisu użytych oznaczeń i symboli. Spis literatury zawiera 93 pozycje, w tym 7 prac z udziałem autora rozprawy, związane merytorycznie z jej tematem.

Rozprawa jest kompleksowym ujęciem problematyki drgań poprzecznych taśm przenośnikowych, generowanych pomiędzy sąsiednimi podporami krążnikowymi. Doktorant realizował podjęty problem naukowy w kolejnych etapach takich jak analiza aktualnej wiedzy, zaproponowanie i opracowanie autorskiej metody pomiaru drgań poprzecznych taśmy, opracowanie modelu i badania analityczne drgań poprzecznych taśmy z uwzględnieniem jej sztywności giętnej, stanowiskowe badania wpływu kąta niecki przenośnika na częstotliwość drgań poprzecznych taśmy oraz badania in situ, przeprowadzone celem weryfikacji uzyskiwanych wyników.

2.1. Ocena zasadności wyboru tematu i zakresu pracy

Drgania taśm przenośnikowych mają istotny wpływ na trwałość samych taśm, trwałość konstrukcji wsporczej jak i niezawodność pracy układów napędowych przenośników w tym zwłaszcza zestawów kładnikowych. Proces ten jest zależny od szeregu czynników wpływowych takich jak konstrukcja taśmy i zespołu kładników, prędkość taśmy i siła jej naciągu czy rodzaj i struktura transportowanego medium.

Praktyka wykazuje, że istniejące rozwiązania konstrukcyjne przenośników są awaryjne, mają zbyt niską trwałość a przestoje powodowane usuwaniem tych awarii generują ogromne koszty i ograniczają efektywność systemów transportowych opartych o takie przenośniki. Jednym z ważniejszych elementów przenośnika generujących drgania jest taśma przenośnika. Z uwagi na generowane drgania, pracę przenośników o nieoptymalnie dobranych parametrach konstrukcyjno-eksploatacyjnych, cechuje również hałas uciążliwy dla obsługi czy otoczenia.

Istniejące modele oraz metody badawcze mają szereg istotnych ograniczeń, utrudniających poprawne wyznaczenie parametrów drgań generowanych poprzez taśmę a poprzez to dokonanie odpowiedniej optymalizacji konstrukcji przenośników, np. celem uniknięcia pracy taśmy w rezonansie, co jest niebezpieczne dla całej konstrukcji przenośnika.

Stąd też Doktorant słusznie zauważa, że w chwili obecnej istnieje pilna potrzeba opracowania bardziej adekwatnego modelu generowania zwłaszcza drgań poprzecznych taśmy, opracowania i budowy ciągłego pomiaru tych drgań jak też budowy systemu monitorowania drgań taśmy w trakcie jej przemysłowej eksploatacji.

Konkludując uważam, że podjęta tematyka jest aktualna i ważna tak dla przemysłu wydobywczego jak i innych branż przemysłu, gdzie dominuje transport przenośnikami taśmowymi.

Cel pracy w rozprawie nie został przez doktoranta wyraźnie określony.

Teza pracy została postawiona w postaci: „Model drgań poprzecznych ruchomej, osiowo rozciągniętej jednorodnej belki pozwala na skuteczne wyznaczenie częstotliwości drgań taśmy przenośnikowej na podstawie wyznaczonych parametrów pracy przenośnika. Uwzględnienie sztywności zginania opisanej geometrią przekroju poprzecznego taśmy i modulem sprężystości podłużnej taśmy oraz jej prędkości ruchu umożliwia opisanie przebiegu drgań poprzecznych elastycznej taśmy przenośnikowej dokładniejsze w porównaniu z dotychczas znanymi i stosowanymi w praktyce inżynierskiej modelami teoretycznymi. Do pomiaru drgań poprzecznych taśmy niezbędne jest zastosowanie specjalnego urządzenia przydatnego

w warunkach eksploatacyjnych oraz opracowanie dedykowanych algorytmów przetwarzania danych”.

Obiektem badań był przenośnik taśmowy w wersji laboratoryjnej oraz odpowiednio wyselekcjonowany przenośnik rzeczywisty pracujący w ciągu technologicznym kopalni kruszyw.

Zakres pracy obejmował:

- opracowanie modelu drgań taśmy na bazie belki rozciąganej z uwzględnieniem jej sztywności giętnej oraz prędkości ruchu taśmy,
- opracowanie metody kontaktowego pomiaru drgań poprzecznych taśmy,
- weryfikacja wyników modelu analitycznego z użyciem autorskiej metody pomiarowej i przenośników: laboratoryjnego oraz przemysłowego.

Zakres pracy jest adekwatny do przyjętego zakresu i wystarczający dla potwierdzenia postawionych tez.

2.2. Ogólna charakterystyka pracy, ocena układu pracy

Układ pracy jest poprawny, zbieżny z ogólnie przyjętą konwencją w tym obszarze.

W rozdziale pierwszym (wprowadzenie) omówiono procesy sprzyjające generowaniu drgań podczas pracy przenośników taśmowych oraz dokonano klasyfikacji potencjalnych źródeł wzbudzenia drgań poprzecznych taśmy.

Rozdział drugi obejmuje omówienie zagadnień związanych z aktualnym modelowaniem drgań poprzecznych taśmy. Przedstawiono charakterystykę czynników, mających istotny wpływ na generowanie drgań oraz aktualnie funkcjonujące modele analityczne umożliwiające wyznaczanie częstotliwości drgań własnych taśmy przenośnikowej czy rozstawu krążników czy prędkości liniowej taśmy, wykluczających możliwość powstawania rezonansu taśmy. W końcowej części rozdziału scharakteryzowano aktualnie stosowane metody pomiaru drgań taśmy.

Rozdział 3 zawiera uzasadnienie podjęcia tematu. Z uwagi na rozbieżności wyników uzyskiwanych na bazie dotychczasowych modeli analitycznych oraz badań przemysłowych, w konkluzji, doktorant stwierdza, że zasadna jest rewizja zagadnienia w aspekcie poszukiwania innych modeli umożliwiających w lepszym stopniu odwzorować zachowanie taśmy przenośnikowej.

Rozdział 4 obejmuje tezę pracy oraz opis zakresu prac wykonanych podczas realizacji rozprawy.

W rozdziale nr 5, przedstawiono charakterystykę autorskiej, nowej metody pomiaru drgań poprzecznych taśmy. Metoda pomiaru oparta jest na użyciu mobilnego systemu pomiarowego o strukturze zawierającej źródło zasilania, sensor przyspieszeń drgań typu ADXL335, rejestrator na bazie mikrokontrolera Atmel ATmega328 na płycie Arduino UNO R3 oraz karty SD DS107. Całość umieszczona jest w jednej obudowie i osadzana jest na taśmie przenośnika, z którym przemieszcza się od stacji zwrotnej do napędowej. W drugiej części rozdziału scharakteryzowano metodę przetwarzania pozyskiwanych danych pomiarowych, filtracji sygnału pomiarowego oraz identyfikacji okresu przebiegu taśmy pomiędzy podporami (krążnikami).

W rozdziale 6 doktorant przedstawił opracowany nowy model drgań poprzecznych taśmy bazujący na belce osiowo rozciąganej z uwzględnieniem sztywności giętej taśmy i jej prędkości liniowej.

Rozdział 7 zawiera opis badań i uzyskanych wyników na stanowisku pomiarowym w postaci laboratoryjnego przenośnika taśmowego umożliwiającego zmianę kąta nachylenia niecki, regulację prędkości taśmy przy kontrolowanej i mierzonej sile naciągu taśmy.

Rozdział 8 zawiera opis badań drgań taśmy przenośnika realizowanych w warunkach in-situ, zlokalizowanego w kopalni kruszyw. We wstępnej części badań, z użyciem dedykowanego oprogramowania QNK-TT wyznaczono wartości sił w taśmie rozpatrywanego przenośnika. W dalszej kolejności, w oparciu o uzyskane wyniki eksperymentów na przenośniku rzeczywistym wyznaczono częstotliwości drgań taśmy, które z użyciem modelu belki rozciąganej, posłużyły do wyznaczenia siły w taśmie. Analiza wykazała, że wyniki uzyskane z użyciem oprogramowania QNK-TT oraz zaproponowanej metody pomiarowej i zastosowanego modelu analitycznego, są ze sobą bardzo zbieżne.

W rozdziale 9 zawarto podsumowanie przeprowadzonych prac i uzyskanych wyników.

W rozdziale 10 doktorant zawarł wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

W zakończeniu rozprawy załączono spis rysunków i tabel oraz streszczenie w języku polskim i angielskim.

2.3. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Strona edytorska rozprawy.

W rozprawie zauważyłem szereg błędów edytorskich. Przykłady:

- Str.3₁ – jest: „ prędkość kątowna [m/s]” – jednostki są błędne, powinno być [rad/s]?
- Str.4₇ – jest „... projektowania przenośników taśmowy ..” – powinno być ? „ .. taśmowych”,
- Str.4₅ – jest: „ ... gęstość liniową ciągłą ..”. W spisie oznaczeń i definicji nie podano ani definicji tej wielkości ani stosowanych jednostek,
- Str.5⁸ – jest „... praktyk projektowanych ..”, powinno być ? „ praktyk projektowych”
- Str.7¹² – jest „ ... umożliwia na wyznaczenie..”, powinno być ? „ pozwala na wyznaczenie” lub „umożliwia wyznaczenie „
- Str.7 – podpis rys. 2 (oraz innych) - jest (fotografia własna) – raczej powinno się używać (opracowanie własne)
- Str. 8¹⁴- „ lub innych zjawisk, których częstotliwości nie można opisać matematycznie” – ten fragment zdania jest niezrozumiały
- Str.11, Tab.1 – brak jednostek wielkości w pierwszej kolumnie „Zakres częstotliwości” – powinno być ? [Hz]?
- Str. 12- Podpis rys. 6 – brak jednostek na osi X,
- Str. 13₇ - jest „ ... drgań poprzecznych najczęściej traktowana jest jako ..” – sens zadania nie jest poprawny, powinno być ? „ najczęściej jest ona traktowana jako ..”
- Str. 14²- jest „ Jej wielkość ...” – powinno być „Jej wartość ..” – siła jest przecież wielkością fizyczną,
- Str. 15₄ – jest „ .. krótkiego odcinka długości taśmy...” – powinno być ? „ krótkiego odcinka taśmy”
- Str. 17 – opis rys. 10 – jest „... oznaczenia modułu” – brak opisu o jaki moduł chodzi?
- Str. 18⁹ – jest „ ... wyznaczenie przesunięcie” – powinno być ? „ wyznaczenie przesunięcia”,
- Str. 19₁₄- jest „belki Eulera-Bernoullego” – raczej w języku polskim powinno być ? „belki Eulera-Bernoulliego”
- Str. 25 – podpis rys. 14 – jest „ Przykładowe typy drgań poprzecznych taśmy” – czy chodzi tutaj o postacie (mody) drgań taśmy?
- Str. 25 – brak definicji/nazwy współczynnika λ_{\min} , co on wyraża?
- Str. 26 – brak definicji siły rezonansowej w taśmie, czy jest ona równoważna wielkości we wzorze 52?
- Str. 28²- jest: „ .. aby metody pomiarowe mogły realizować pomiar ..” – powinno chyba być ? „ aby metody pomiarowe umożliwiały pomiar”
- Str. 29- terminologia użyta w tej części przez doktoranta jest mało precyzyjna (chodzi o dokładność urządzenia, czułość, częstotliwość próbkowania, skuteczność pomiaru - ??, itd.. w świetle teorii pomiarów, dokładność, precyzja, czułość i rozdzielczość opisują różne

właściwości przyrządu pomiarowego. Dobrze zaprojektowany przyrząd pomiarowy powinien być dokładny, posiadać wysoką rozdzielczość i precyzję oraz dużą czułość. Patrz np. : http://elektron.pol.lublin.pl/elektp/wyklad_ME_EINS/E_Pawlowski_wyklad_ME-EINS-2019_w03-04.pdf

- Str. 29¹¹ – jest „Na skuteczność pomiaru w takiej formie w dużej mierze wpływa odległość mikrofonu od drgającej taśmy, która przekłada się na nasilenie częstotliwości w widmie” – ten zapis jest mało precyzyjny
- Str. 29²- jest „... rysunku rysunek ..” ??
- Str. 30- jest „ ... pozwala na analizę FFT, która pozwala pomiar częstotliwości sygnału” ?? Do pomiaru częstotliwości służy czujnik, transformata FFT umożliwia jedynie filtrację i wydzielenie składowych sygnału o określonych częstotliwościach,
- Str. 34⁷ – jest „... wartości sił nacinających” ??- powinno być ? „sił napinających”
- Str. 37⁴ – jest „ Z uwagi na sztywne utwierdzenie ...” . Brak opisu jak to utwierdzenie realizowano, gdyż sposób utwierdzenia czujnika drgań, ma istotne znaczenie dla jego rzeczywistej charakterystyki (przenoszonych pasm częstotliwości)
- Str. 38⁸ – jest „Zakres pomiaru akcelerometru..” – powinno być „Zakres pomiarowy, ??
- Str. 39 – rys. 20, rys. 21 – napisy na rysunku powinny być w języku polskim gdyż praca jest napisana po polsku,
- Str. 40 – opis rys. 22 zdaniem recenzenta jest błędny. Rysunek raczej ilustruje położenie tzw. „0” czujnika na poziomie 1,5V oraz stabilność tego sygnału,
- Str. 43⁵ – jest „w obszarze 0÷50Hz”. W przetwarzaniu sygnałów częściej używane jest „pasmo częstotliwości” a nie „obszar”,
- Str. 53⁴ – Jest : „Pomiar liniowej prędkości taśmy zrealizowano za pomocą enkodera ..” . Enkodery mogą być liniowe lub obrotowe. Z rysunku 33 wynika, że zastosowano enkoder obrotowy służący do rejestrowania prędkości obrotowej. Celem uniknięcia niedomówień, proponuję zmienić zapis na „Pomiar liniowej prędkości taśmy zrealizowano w oparciu o wskazania enkodera ..”
- Str. 58, rys. 37- na rysunku „a” oraz „b” przebiegi czasowe różnią się poziomem „0” sygnału. Z czego to wynika ?, czy zatem i jak w pomiarach dokonywano korekty tego parametru? gdyż jest to istotne dla możliwości porównań uzyskiwanych przebiegów czasowych,**
- Str. 60⁸ – jak rozumieć zapis „ Płaski bieg taśmy powoduje wystąpienie największych amplitud oraz najmniejszej wartości częstotliwości”? Częstotliwości drgań zależą w dużej mierze od prędkości liniowej taśmy a ta się nie zmieniała w trakcie eksperymentu?

Str. 69. Tab.4 oraz str. 72. Tab. 5 – zastosowano różne jednostki wydajności technologicznej, raz [Mg/h] a w drugim przypadku [t/h]. Należy ujednoczyć zapis,

Str. 78, opis rys. 65 nie jest jednoznaczny i trudno go powiązać w samym wykresie - : „Średnia i maksymalna amplituda drgań...” ??

Str. 80₂₀ – jest „... oraz oznaczonym module odkształceń.” Uściślić o jaki moduł chodzi.

Str. 80₇ – jest „... , że nieuwzględnienie parametrów wytrzymałościowych taśmy ...” – j.w. uściślić, o które parametry chodzi,

Uwagi do „Spis literatury”:

- poz. 7 – błędnie zapisano nazwisko autora publikacji : jest G. Lech ?? czy chodzi o Gładysiewicz Lech ??

- poz. 17, 47, 56, 72, 75-79, 89 – przytaczane źródła są w języku polskim, dlaczego zatem zamiast „i” zastosowano „and” wymieniając skład osobowy autorów publikacji?

Błędów podobnego charakteru, zauważyłem w rozprawie więcej. Uwagi na ich temat zostały przekazane doktorantowi.

W zakończeniu tej części recenzji należy zauważyć, że Doktorant używa w rozprawie jednej definicji sztywności taśmy, podczas gdy w tabeli 2 (str. 55), tabeli 3 (str. 56) oraz na rys. 36, występują różne jednostki miary tej wielkości. Są to odpowiednio: [Nm], [N/m] oraz [Nm²], co sugeruje, że autor rozpatruje różnie definiowaną sztywność. Warto zatem uściślić nazewnictwo stosowane na str. 55÷57.

Opisane powyżej niedociągnięcia powinny być usunięte przed ewentualnym wydaniem monografii w formie drukowanej.

2.4. Ocena realizacji celu naukowego pracy

We wstępie recenzji recenzent zauważył, że w rozprawie nie został w sposób jawny sformułowany cel rozprawy a postawiona została teza. W inżynierskich rozprawach doktorskich takie ujęcie problemu badawczego jest raczej sprawą dyskusyjną.

Postawiona teza, zdaniem recenzenta jest zbyt rozległa, ujmuje również aspekty dotyczące metody i środków realizacji badań służących jej weryfikacji. Na dodatek, na stronie 81₈ doktorant napisał: „Wyniki wykonanych eksperymentów przy pomocy dedykowanego rejestratora drgań dowiodły słuszności postawionej tezy pracy. Rejestrator umożliwia szybki i efektywny pomiar drgań oraz identyfikację siły w taśmie” . Czy to jest inna wersja tezy pracy?

Pomijając te dyskusyjne kwestie, należy zauważyć, że cele rozprawy wynikające z przyjętego jej zakresu (str.36) zostały w całości zrealizowane. Opracowany został nowy model drgań uwzględniający jej sztywność giętną wynikającą z przekroju poprzecznego taśmy ułożonej na danym zestawie krążników oraz prędkość jej ruchu, opracowana została autorska metoda rejestracji drgań taśmy z użyciem urządzenia mobilnego osadzanego na taśmie podczas jej ruchu roboczego. Zweryfikowano doświadczalnie tak w warunkach badań laboratoryjnych jak i w badaniach przemysłowych, skuteczność zaproponowanego modelu analitycznego, poprzez wyznaczenie sił rozciągających w taśmie bazując na odnotowanych w eksperymentach, częstotliwościach drgań poprzecznych taśmy.

Należy zatem uznać, że cel naukowy rozprawy, został osiągnięty a postawione tezy zostały pozytywnie zweryfikowane.

2.5. Ocena wyników badań

Uzyskane wyniki badań są bardzo interesujące i dostarczają nowej wiedzy w tematyce generowania drgań poprzecznych w taśmach przenośnikowych. Jednak kilka kwestii wymaga wyjaśnienia:

- w jaki sposób, z użyciem jakiego rodzaju kalibratorów/wzbudników drgań, dokonano kalibracji toru pomiarowego/urządzenia pomiarowego?
- na charakterystykę sensora przyspieszeń drgań wpływa zarówno sposób jego mocowania na obiekcie jak i potencjalne stosowanie, np. dodatkowej podstawki (masy). W przypadku badań zrealizowanych w rozprawie, sensor został umieszczony we wspólnej obudowie razem z innymi elementami, tworząc mobilne urządzenie pomiarowe. Jaki był wpływ tego aspektu na charakterystykę sensora w torze pomiarowym/całego urządzenia?
- w jaki sposób utwierdzano urządzenie na taśmie, jaki miało to wpływ na charakterystykę dynamiczną urządzenia i czy uwzględniono to w procesie kalibracji toru pomiarowego?
- w jaki sposób dokonywano korekty zera sygnału pomiarowego generowanego przez czujnik drgań?, co już sygnalizowano wcześniej w recenzji,
- w teorii pomiarów i analiz wibroakustycznych obiektów zakłada się, że w paśmie 0 do 4Hz występują drgania strukturalne (całe obiekty, struktury maszyn i urządzeń), w tym przypadku można założyć, że jest to rama przenośnika wraz z napędami itd. Dlaczego zatem zastosowano filtrację pasmowo-przepustową, z dolną częstotścią filtra równą 1Hz (str. 41⁴) ?

Pomimo dyskusyjnych, niektórych aspektów badań (które nie zmieniają istotnie zaobserwowanych trendów w przebiegu drgań taśmy przenośnika), doceniając zakres

i złożoność przeprowadzonych przez Doktoranta badań i analiz, poszerzone możliwości modelowania drgań z użyciem zaproponowanego modelu empirycznego, uzyskane wyniki oceniam pozytywnie. Pozwalają one na znaczne poszerzenie istniejącej wiedzy w aspekcie projektowania przenośników o mniejszym zagrożeniu rezonansowym trybem pracy taśmy.

Zatem podsumowując, **ważnym osiągnięciem doktoranta** jest poszerzenie stanu wiedzy na temat pełniejszych możliwości modelowania, badań i monitorowania drgań poprzecznych taśmy a szerzej ujmując zagadnienie, w aspekcie konstrukcji i eksploatacji przenośników taśmowych pod kątem ograniczenia drgań w taśmie i unikania jej pracy w rezonansie, co jest groźne dla samej taśmy jak i podzespołów przenośnika.

W świetle powyższego podsumowania, krytyczne uwagi przedstawione w recenzji nie umniejszają wartości wyników przedstawionych w rozprawie. Uwagi te należy traktować jako głos w dyskusji nad ograniczeniem potencjalnych drgań poprzecznych taśmy, na co czeka przemysł. Powinny one pomóc Doktorantowi w dalszym rozwoju zaproponowanego modelu empirycznego oraz metody pomiarowej.

2.6. Aspekty praktycznego wykorzystania wyników badań

Obiecujące wyniki prowadzonych przez Doktoranta badań, mają bardzo duże szanse na praktyczne zastosowanie w przemyśle z uwagi duże zainteresowanie potencjalnych producentów i eksploatorów przenośników/taśm przenośnikowych, wynikające z aktualnych problemów z eksploatacją przenośników taśmowych w dotychczasowych rozwiązaniach.

2.7. Ocena oryginalności rozprawy

Praca zawiera szereg oryginalnych elementów, do których można zaliczyć np. opracowany model analityczny drgań poprzecznych taśmy, koncepcję metody pomiarowej oraz strukturę rejestratora pomiarowego.

2.8. Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej Kandydata

Szereg prowadzonych analiz wymagało zastosowania bardzo zaawansowanego aparatu informatycznego (np. przetwarzanie sygnałów pomiarowych), co wykazuje dobre przygotowanie

Doktoranta w tym zakresie. Wieloaspektowość badań i analiz podjętych przez opiniowanego świadczy o dużych zasobach wiedzy technicznej związanej z realizowanym tematem. Eksperymenty przemysłowe z użyciem zaproponowanej metody pomiarowej oraz skonstruowanego rejestratora mobilnego wykazują, że opiniowany posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia prac naukowo – badawczych. Zaproponowany model empiryczny drgań taśmy uwzględniający jej sztywność giętą wynikającą z układu krążników, potwierdza dobre przygotowanie teoretyczne i umiejętność prowadzenia badań analitycznych przez Doktoranta.

3. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa zawiera wartościowe wyniki badań, stanowi oryginalne rozwiązanie przez doktoranta problemu naukowego, ma duże znaczenie aplikacyjne i poznawcze, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystywane w dalszych pracach, nad doskonaleniem konstrukcji tak taśm, napędów jak i całych konstrukcji przenośników taśmowych (wpływ sztywności taśmy zależnie od układu krążników, prędkości taśmy, rozstawu krążników, sztywności ramy przenośnika, itd. na generowane drgania a w efekcie np. na trwałość i niezawodność układu napędowego jak i elementów konstrukcyjnych przenośnika).

Biorąc pod uwagę całość pracy, tj. jej wartość naukową i poznawczą oraz wkład własny uważam, że Doktorant rozwiązał ważny problem z zakresu dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka (opracował stosowny model mechaniczny, autorską metodę pomiarów drgań poprzecznych taśmy, zbudował dedykowany system pomiarowy, przeprowadził planowe badania laboratoryjne i przemysłowe, weryfikując ostatecznie postawione tezy).

Stąd też stwierdzam, że rozprawa doktorska magistra inżyniera Maksymiliana Ozdoby, pt.: „Modelowanie i identyfikacja drgań poprzecznych taśmy przenośnikowej” spełnia wymogi stawiane w art.190 ust.3 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (t.j. Dz. U. z 2021. poz. 478 z późn. zm.).

Wnioskuje zatem o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

