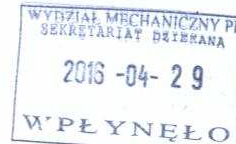


Prof. zw. dr hab. inż. Krzysztof Marchelek
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

Szczecin 04.04.2016 roku



OPINIA

o monografii dr inż. Jarosława Zubrzyckiego pt. "Zwiększenie dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów" przedstawionej w postępowaniu habilitacyjnym jako Jego osiągnięcie naukowe oraz o istotnej Jego aktywności naukowej.

Dr inż. Jarosław Zubrzycki jako osiągnięcie naukowe, które ma być podstawą nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, przedstawił monografię pt. "Zwiększenie dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów" wydaną przez Lubelskie Towarzystwo Naukowe w roku 2014 (ISBN 978-83-60225-30-5). Monografia liczy 170 stron na które składają się: Spis treści, Wstęp, pięć rozdziałów, Podsumowanie i wnioski, Literatura. Brak w monografii streszczeń w języku polskim i angielskim. Także szkoda, że nie zamieszczono w niej wykazu ważniejszych pojęć i oznaczeń.

1. Charakterystyka i ocena monografii

Problemy, których rozwiązaniu poświęcona jest monografia sformułowano we wstępie. Zrezygnowano z przedstawienia celów i ewentualnych tez oraz zakresu pracy. Przegląd stanu zagadnienia przedstawiono w rozdziale pierwszym monografii zatytułowanym - Charakterystyka obróbki głębokich otworów. Skoncentrowano się na: analizie wymogów konstrukcyjnych w odniesieniu do otworów, specyfice obróbki głębokich otworów i charakterystyce procesów wiercenia głębokich otworów o małej średnicy, błędach przy wierceniu otworów, przyczynach ich powstawiania i sposobach usuwania, drganiach elementów układu technologicznego w procesie wiercenia i ich wpływie na dokładność i inne jakościowe parametry obróbki, modelach matematycznych technologicznych układów procesu wiercenia głębokich otworów, metodach automatyzacji i sterowania dokładnością obróbki podczas wiercenia głębokich otworów, sterowaniu układami dynamicznymi obróbki według kryteriów ekonomicznych.

Rozdział drugi poświęcony jest zagadnieniom budowy i analizy modeli matematycznych układu dynamicznego procesu wiercenia. Przedstawiono w formie bardzo skróconej zaprojektowaną przez Autora metodologię modelowania układów dynamicznych obróbki skrawaniem. Tak pobieżnego potraktowania, tego zagadnienia nie można zaakceptować ani z poznawczego punktu widzenia a tym bardziej aplikacyjnego. W przedstawionej metodologii Autor posługuje się ogólnikami nie wnoszącymi żadnych oryginalnych propozycji w tworzeniu modeli układów dynamicznych obróbki skrawaniem.

Następstwem takiego pobieżnego podejścia do zagadnienia metodologii modelowania są przedstawione w pkt. 2.2. modele matematyczne procesu wiercenia. Na rys. 2.3 i 2.4 schemat obliczeniowy i obliczenia odkształceń metodą elementów skończonych z zastosowaniem programu ANSYS modelu wiertła z falowodem, przy czym poza rysunkami brak jest jakichkolwiek wyników ilościowych wskazujących na występujące w rozpatrywanym wypadku relacje między przemieszczeniami osiowymi i skrętnymi. Można było się pokusić o zrealizowanie eksperymentu numerycznego i wyznaczenie zależności funkcyjnych między obu uprzednio wskazanymi przemieszczeniami. Rezygnacja z sugerowanego uprzednio eksperymentu numerycznego nasuwa pytania jaki był cel wykonanych w programie ANSYS obliczeń, skoro z ich wyników nie skorzystano w dalszej części monografii.

Budowanie matematycznego modelu musi być zawsze poprzedzone dogłębną analizą modelowanego obiektu, a następnie utworzeniem jego modelu fizycznego na podstawie którego układu się równania (najczęściej różniczkowe) opisujące jego ruch. W monografii przedstawiono na rys. 2.5 schemat obliczeniowy procesu wiercenia, który może być co najwyżej namiastką modelu fizycznego w sensie fenomenologicznym rozpatrywanego w monografii problemu. Model fizyczny rozpatrywanego układu powinien być zdefiniowany z uwzględnieniem zasad i praw mechaniki. Na przykład przy budowie modelu fizycznego mogła być efektywnie wykorzystana metoda „multibody systems”. Powinny być jednoznacznie przyjęte układy odniesienia w których rozpatrywana będzie konfiguracja elementów tworzących model oraz w których jednoznacznie zdefiniowany będzie stan obciążeń tych elementów.

Habilitant podszedł do budowy modelu fizycznego i matematycznego rozpatrywanego układu wiercenia z dużą swobodą. Uzasadnienie uproszeń na podstawie, których przyjął „dwumasowy schemat obliczeniowy” reprezentowany przez układ niejednorodnych liniowych równań różniczkowych drugiego rzędu (2.1) jest bardzo słabe.

Dotyczy to przede wszystkim ograniczenia modelu do opisu ruchu tylko dla dwóch współrzędnych x i φ . Jeśli zważyć, że tytuł monografii brzmi „Zwiększenie dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów” to pominięcie w modelu przemieszczeń względnych części skrawającej wiertła i przedmiotu obrabianego w płaszczyźnie yz jest nieuzasadnione, bowiem przemieszczenia względne narzędzia i przedmiotu obrabianego w tej płaszczyźnie będą istotnie wpływać na dokładność wykonania wierconego otworu. Model pozbawiony opisu ruchu względnego części skrawającej narzędzia i przedmiotu obrabianego w płaszczyźnie yz traci właściwości predykcyjne w zakresie oceny wpływu drgań na dokładność wierconego otworu.

Zaproponowany przez Habilitanta układ równań (2.1) ewoluuje przez dokładanie kolejnych składników przez równania (2.11) do układu równań (2.16). Nie jest to najlepszy sposób „udokładniania” modelu matematycznego, bowiem takie postępowanie jest źródłem wielu błędów modelowania.

Układ równań (2.16) przekształcono wg Laplace’a czyli dokonano jego algebralizacji, następnie wyznaczono układ (2.18) operatorowych funkcji przejścia dla których zbudowano schemat blokowy układu technologicznego wiercenia pokazany na rys. 2.7. W bardzo lakonicznym opisie schematu pokazanego na rys. 2.7 przeczytać można: „Sygnałem wyjściowym układu dynamicznego w obu przypadkach jest podstawa czasu sygnału zmiany kąta skręcenia narzędzia $\varphi_u(t)$ ”. Trudno zrozumieć co Habilitant miał na myśli.

W pkt. 2.3 Habilitant zaproponował metodykę wyznaczania współczynników modelu matematycznego, przy czym założył „a priori”, że rozważany układ może być traktowany jako liniowy. Poszukiwane wartości współczynników opisujących model wyznaczone są dla jednego wybranego punktu równowagi (punktu pracy) układu (przyjęcie założenia o liniowości układu). Niektóre z przytoczonych na str. 65-74 wzorów są błędne. We wzorze (2.21) nie uwzględniono wpływu przemieszczenia promieniowego (rys. 2.8b) na zarejestrowane przez czujniki CB-N przemieszczenie na podstawie którego wyznacza się kąt skręcenia. Wzory (2.26) - (2.29) są błędne. Jeśli przyjmie się częstotliwości własne w Hz, to dla wyznaczenia masy zredukowanej należy zastosować zależności

$$m_{zr} = \frac{k_u}{4\pi^2 f_l^2}$$

zaś dla wyznaczenia zredukowanego momentu bezwładności

$$J_{zr} = \frac{C_u}{4\pi^2 f_{l\varphi}^2}$$

zamiast wzorów (2.26) i (2.28)

Podobnie dla zredukowanego współczynnika tłumienia należy zastosować zależności

$$h_3 = \frac{\delta_T \sqrt{k_u m_{zr}}}{\pi} = \frac{\ln \frac{A_n}{A_{n+1}} \sqrt{k_u m_{zr}}}{\pi}$$

oraz

$$\beta_3 = \frac{\delta_T \sqrt{c_u J_{zr}}}{\pi} = \frac{\ln \frac{A_n}{A_{n+1}} \sqrt{c_u J_{zr}}}{\pi}$$

zamiast wzorów (2.33) i (2.34). Także błędne są wzory (2.30) i (2.32).

Jeśli na podstawie uprzednio zakwestionowanych (błędnych) wzorów wyznaczone będą wartości parametrów opisujących matematyczny model rozważanego układu to uzyskane wyniki obliczeń będą błędne.

Błędy jakimi obarczone są zaproponowane przez Habilitanta wzory są zbyt poważne aby przejść nad nimi do porządku. Nie można takiego stanu zaakceptować.

Przedstawione na str. 67 rys. 2.9 i 2.10 oraz na str. 71 rys. 2.13 i 2.14 dotyczą charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych wzdłużnych i skrętnych drgań podkadłtu narzędzia i przedmiotu obrabianego. Jest interesujące w jaki sposób odczytano z nich częstotliwości drgań własnych, bo ich wygląd sugeruje, że przetwarzanie zarejestrowanych sygnałów nie zostało wykonane właściwie. Ponadto osie wspomnianych uprzednio wykresów nie zostały opisane, co jest istotnym niedociągnięciem.

W pkt. 2.5 Habilitant zapowiada wszechstronne zbadanie opracowanych modeli matematycznych metodami analizy częstotliwościowej. Wynikiem tego wszechstronnego badania są przedstawione na rys. 2.22 i 2.23 amplitudowo-fazowe charakterystyki układu technologicznego dla wejścia: prędkości skrawania (rys. 2.22) i dla wysunięcia przetwornika falowodowego (rys. 2.23). Czyli analiza dwóch wybranych przypadków skojarzenia parametrów rozpatrywanego układu wyczerpuje znaczenie określenia „wszechstronne zbadanie opracowanych modeli”. Z pewnością nie. Autor nie podał z jakich modeli matematycznych korzystał przy obliczaniu uprzednio wymienionych charakterystyk. Sformułowane na podstawie przytoczonych charakterystyk wnioski nie dają możliwości ich uogólnień.

Odnosząc się do charakterystyk na rys. 2.22 i 2.23 Habilitant na str. 80 - 1wg pisze: Wszystkie omawiane otwarte układy są stabilne według kryterium Nyquiste'a, ponieważ ich

charakterystyki amplitudowo-fazowe nie obejmują punktu $(-1,0)$ w płaszczyźnie współrzędnych. Takie wnioskowanie jest błędne.

Na osiach układów współrzędnych charakterystyk (rys.2.22 i 223) występują miana fizyczne co oznacza, że charakterystyki te nie dotyczą układów otwartych dla których zastosowanie kryterium Nyquiste'a umożliwia dokonanie oceny stabilności układu zamkniętego na podstawie obejmowania bądź nieobejmowania punktu $(-1, j0)$.

Na rys. 79 Habilitant stwierdza, że w układzie narzędzie-falowod sztywność skrętna jest mniejsza od sztywności skrętnej w układzie bazowym. W tej sytuacji w układzie z falowodem powinny występować drgania skrętne o mniejszej częstotliwości niż w układzie bazowym. Z przytoczonych charakterystyk na rys. 2.22 i 2.23 wynika, że jest odwrotnie. Nie ma wiarygodnych wyjaśnień uzyskanego wyniku obliczeń.

Nie podano dla jakich warunków uzyskano zamieszczone na str. 81 i 82 wykresy drgań swobodnych pokazane na rys. 2.24 i 2.25. Dla układu otwartego, zamkniętego czy tylko dla układu masowo-dyssypacyjno-sprężystego narzędzia? Komentarz do tych wykresów jest zagmatwany i przez to niezrozumiały.

Rozdział trzeci poświęcony jest określeniu parametrów układu technologicznego wiercenia otworów W pkt. 3.1. zatytułowanym „Algorytm doboru parametrów dynamicznych układu technologicznego do obróbki otworów” Habilitant przedstawił tekst, który trudno nazwać algorytmem doboru parametrów. Z pojęciem algorytmu kojarzy się logicznie uporządkowany sposób działania dla osiągnięcia określonego celu.

W pkt. 3.2 Habilitant dokonuje analizy wpływu parametrów drgań układu kształtującego na efektywność obróbki, sprawdzając rozważany układ technologiczny do układu jednomasowego, argumentując to tym, że drgania określane są głównie przez własności sprężyste podukładu narzędzia z przetwornikiem falowym. Aby bardziej zagmatwać „analizę” pisze na str. 85-15 wg „W przypadku sił skrawania działających w kierunku wzdłużnym można zapisać następujące równanie ruchu (3.2)” - Występująca w tym równaniu współrzędna y opisuje przesunięcie promieniowe, które we wcześniej przedstawionych w pkt. 2 modelach zostało pominięte.

Na str. 85 - 2wd Habilitant stwierdza: „Działając na wiertło promieniowa siła skrawania zmienia się zgodnie z zasadą impulsu siły” i opisuje tę siłę zależnością (3.5), zaś przesunięcie wzdłuż osi y zależnością (3.6). W 6wg stwierdza, że wypadkowy współczynnik

sztynności to T/t_{is} , gdzie: T - okres drgania, t_{is} - czas trwania impulsu siły. To jakieś totalne nieporozumienie!

Na str. 86 w 15wg napisano: „Na podstawie analizy modelu matematycznego układu wiercenia zostały zbudowane obszary stateczności w zależności od czynników technologicznych i konstrukcyjnych (parametrów skrawania, sztywności i tłumienia)”. Gdzie one są? Przypominam, że zaproponowany przez Autora model układu wiercenia ma 4 stopnie swobody!

Na str.86 wg 18-20 Habilitant pisze: „Drgania samowzbudne powstają bezpośrednio w strefie obróbki, podtrzymuje je siła skrawania o zmiennej wartości i są one uwarunkowane przez własności systemu sterowania obrabiarki (sztywność, zdolność tłumiącą i masę)”. Czy to na pewno tak jest, że własności systemu sterowania obrabiarki charakteryzują: sztywność, zdolność tłumiąca i masa?

W pkt. 3.2 jest znacznie więcej dziwnych określeń, jak np. w 7 wg - f- częstotliwość odpowiadająca częstotliwości cyklicznych przesunięć procesów podczas powstawania wióra, [Hz].

Na str. 89 i 90 Autor przytacza wiele stwierdzeń dotyczących wpływu drgań samowzbudnych (amplitudy i częstotliwości) na przebieg procesu wiercenia, które brzmią jak pewnik, nie podając dowodów na ich prawdziwość bądź źródeł literaturowych z których zostały zaczerpnięte. Czy należy zrozumieć, że to sugestia, że jest to Jego autorskie opracowanie.

Str. 90 - wzór (3.12) opisujący ogólnie siłę skrawania przypisany jest literaturze [93, 97, 152]. W załączonym do monografii wykazie literatury przedstawiono 125 pozycji. Literatury pod numerem 152 nie ma.

Na str. 91 - w ślad za równaniem (3.12) przedstawiona jest uogólniona charakterystyka siły skrawania (3.13) w której poprawiły się niezdefiniowane symbole ω , ω' , Z , Z' . Komentarz do tego równania jest nieczytelny, zagmatwany. Odnosi się wrażenie, że jest oderwany od równania (3.13), Następnie Habilitant przedstawia układ równań (3.14), który Jego zdaniem opisuje zachowanie układu przy opóźnieniu siły względem przesunięć. Nie wiadomo jaki jest związek równań (3.14) z wcześniej opracowanym w pkt. 2 modelem procesu wiercenia z przetwornikiem falowodowym.

Na podstawie równań (3.14) „sporządzono” 7 transmitancji $G(s)$ i schemat strukturalny pokazany na rys. 3.1 oraz amplitudowo-fazowe charakterystyki układu

w przypadku transmitancji $G(s) = \frac{y^*(s)}{y(s)}$ pokazane na rys. 3.2. Ze schematu przytoczonego na rys. 3.1 wynika, że $y^*(s)=y(s)$, zatem transmitancja $G(s) = \frac{y^*(s)}{y(s)} = 1$. Skoro tak, to skąd się wzięły wykresy amplitudowo-fazowych charakterystyk pokazane na rys. 3.2.

Jaka wartość poznawczą ma pkt. 3.3. dla pogłębienia wiedzy o dynamice procesu wiercenia skoro tyle w nim niejasności i błędów? Bardzo ogólnie sformułowana odpowiedź na to pytanie brzmi -wątpliwą, a dokładniej żadną.

W pkt. 3.4 Autor dokonuje analizy układu dynamicznego jako układu niestacjonarnego. Jego zamiarem jest przedstawienie metodyki określania charakterystyki dynamicznej skrawania podczas wiercenia i analiza stabilności układu „proces skrawania - głowica wiertarska”. W pierwszym przybliżeniu rozpatruje liniowy model układu dla współrzędnej drgań osiowych wiertła z pominięciem sprzężonych z nim drgań skrętnych, co jest daleko idącym uproszczeniem. Argumentem na rzecz takiego uproszczenia jest znaczne utrudnienie występujące przy określaniu obszarów stateczności układu o wielu parametrach. Jest to w obecnej dobie bardzo słaby argument, bowiem powszechnie dostępne są bardzo szybkie komputery umożliwiające wykonywanie skomplikowanych obliczeń w bardzo krótkim czasie. Proponowanie metodyki obliczeń stabilności układu z zastosowaniem jego modelu o jednym stopniu swobody mija się z celem. W przytoczonym na str. 94 i 95 przykładzie nie podano wartości liczbowych parametrów rozpatrywanego układu, wobec czego wyniki obliczeń nie wiadomo jak skomentować.

Na str. 95-98 Autor podejmuje zagadnienie badania stateczności układu nieliniowego z zastosowaniem kryterium Hurwitza. Nie definiując matematycznego modelu rozpatrywanego układu oraz uwzględnionych w nim nieliniowości podaje sekwens zależności matematycznych z pominięciem źródeł literaturowych z których zostały zaczerpnięte oraz dwa wykresy na rys. 3.6 i 3.7 wykonane w dwóch różnych układach współrzędnych. Trzeba dużej wyobraźni aby sformułować wniosek, że przytoczone na obu rysunkach teoretyczne i eksperymentalne granice stateczności odpowiadają sobie nawzajem. Podobnie dokonana przez Habilitanta analizę warunków obróbki podczas wiercenia wibracyjnego należy ocenić krytycznie. Sformułowane warunki jakimi powinno odpowiadać stanowisko pomiarowe podano bez uzasadnienia. Brak odwołań do literatury sugeruje, że ich autorem jest Habilitant.

Na str. 103 podano wzór (3.34) opisujący logarytmiczny dekrement drgań δ_0 , którego pochodzenie jest nieznane - brak odwołania do literatury. Być może jest to wzór uzyskany przez Habilitanta, lecz w takiej sytuacji należało podać tok jego wyprowadzenia.

Na str. 103-5wd - Habilitant wprowadza określenie „Ekstremalny obszar drgań znajduje się w obszarze maksymalnego osiadania wióra” - Przykład swobodnego podejścia, do stosowanych w monografii pojęć i określeń nieznanych w obróbce skrawaniem.

Na str. 105-107 pojawiają się wzory (3.38) - (3.41) wyrwane z kontekstu - brak odwołania do wcześniej zaproponowanego modelu procesu wiercenia z użyciem narzędzia wyposażonego w falowód.

W rozdziale czwartym omówione są elementy układu technologicznego procesu wiercenia otworów z zastosowaniem przetwornika falowodowego oraz wyniki badań eksperymentalnych wpływu parametrów dostrajania na dokładność obróbki. Przedstawiona jest konstrukcja i zasada działania głowicy wiertarskiej o zmiennej sztywności oraz zamieszczono opis konstrukcji podukładu półfabrykatu w którym nie wykorzystano możliwości graficznego pokazania tego podukładu co powoduje konieczność wielokrotnego wczytywania się w tekst aby wyobrazić sobie co Autor chciał ukazać. Dla przykładu przytoczono cytaty ze strony str. 116 13wg - „Racjonalne rozmieszczenie sztywnych podpór - tłumików prowadzi do poprawy dyssypatywnych właściwości styku układu narzędzie - część w strefie skrawania, a to zmniejsza cykliczne obciążenie klina skrawającego spowodowane szybkimi i powolnymi ruchami.” Dlaczego nie przedstawiono graficznie tej sytuacji.

Na str. 117 przytoczono rys. 4.10 przedstawiający przebieg drgań osi półfabrykatu: a) bez zastosowania samoosiujących podtrzymek; b) z systemem samoosiującym podtrzymek. Nie ujawniono o jakie drgania osi chodzi. Badania doświadczalne w wyniku dokonania których uzyskano uprzednio wspomniane przebiegi dotyczyły procesu toczenia. Ich wyniki zostały szczegółowo skomentowane z podaniem wielu wartości tyle tylko że nie ma do czego odnieść tego komentarza bo nie zamieszczono wyników badań poza przebiegiem drgań rys. 4.10, które nic istotnego nie wnoszą.

Badaniom eksperymentalnym wpływu parametrów regulacji na dokładność obróbki poświęcony jest pkt. 4.3. Zdaniem Habilitanta celem tego podrozdziału jest eksperymentalne potwierdzenie założeń sformułowanych w poprzednich rozdziałach. Zbudowano plan badań dla dwóch konfiguracji przetwornika falowodowego, trzech różnych wysunięć tego przetwornika oraz trzech różnych prędkości skrawania przy stałych wartościach pozostałych

parametrów obróbki. Każde doświadczenie powtarzano trzy razy. Z przedstawionego w pkt. 4.3.2 opisu stanowiska eksperymentalnego wynika, że sygnały z dwóch czujników były przesyłane: kolejno do jednokanałowego oscylografu cyfrowego, w którym przetwarzane były do postaci cyfrowej i następnie przesyłane do komputera. Zarejestrowane w ten sposób sygnały dotyczyły różnych odcinków czasowych czyli różnych położeń narzędzia w obrabianym otworze. Poprawnie rejestracja tych sygnałów powinna być zrealizowana jednocześnie.

Przykładowy przebieg sygnału z czujnika Bentley-Nevada pokazano na rys. 4.13, zaś odpowiadające temu sygnałowi widmo na rys. 4.14. Brak opisu osi współrzędnych obu wykresów sprawia, że są one dla czytelnika trudne do analizy. Identyczną uwagę można sformułować w odniesieniu do rys. 4.17.

Na str. 128 bezpośrednio pod Tab.4.1 napisano: „Aby określić przyczyny powodujące drgania względne narzędzia i półfabrykatu w różnych kierunkach, należy znać częstotliwości własne drgań podukładu „narzędzie-falowód”. Podukład półfabrykat-podpory w danym przypadku przy samoosiujących podtrzymek hydraulicznych jest dużo bardziej sztywny niż podukład narzędzia. Częstotliwości własne określone były eksperymentalnie według przebiegu drgań swobodnych (rozdz. 2.4)”. Jest ciekawe jak można określić przyczyny powodujące drgania względne narzędzia i półfabrykatu w różnych kierunkach na podstawie znajomości częstotliwości własnych drgań podukładu „narzędzie-falowód”. To po pierwsze, a po drugie informacji na temat częstotliwości drgań własnych w pkt. 2.4, do którego odsyła Habilitant, nie ma.

W pkt. 4.4 przedstawiona jest analiza wyników eksperymentów. Na rys. 4.20 pokazano amplitudowo-częstotliwościowe charakterystyki drgań podukładu narzędzia dla trzech kierunków z tym, że nie określono jakiego przypadku wiercenia charakterystyki te dotyczą i w jakich warunkach zostały zarejestrowane. Rys. 4.24 dokumentuje wpływ wysunięcia przetwornika falowodowego na wartość częstotliwości drgań własnych podukładu „narzędzie-falowód” dla trzech kierunków drgań. Pomiary drgań wykonano dla trzech długości wysunięć: 100; 140; 190 mm. Nie jest poprawne połączenie na rys. 4.21 rzędnych (wartości poszczególnych częstotliwości drgań własnych) liniami ciągłymi co sugeruje, że można na podstawie tych wykresów wyznaczyć częstotliwości drgań własnych np. dla wysunięć 120 i 160 mm. Niestety tak postąpić nie można.

Na rys. 4.22 pokazano amplitudowo - częstotliwościowe charakterystyki drgań narzędzia podczas różnej obróbki. Opis zamieszczony w tekście i odnoszący się do tego rysunku jest tak zagmatwany, że trudno się zorientować o co w tym wszystkim chodzi. Podpisy pod rysunkami i komentarze odnoszące się do nich powinny być precyzyjnie sformułowane. Nie podano dla jakiego kierunku drgań wyznaczono charakterystyki pokazane na rys. 4.22. Komentarz do tego rysunku tego nie wyjaśnia. W jaki sposób Habilitant stwierdził na podstawie charakterystyk pokazanych na rys. 4.22, że powstanie intensywnych drgań skrętno-wzdłużnych powodowało obniżenie pików amplitudy w kierunku poprzecznym o 20-40% w porównaniu do bazowego wariantu - wiercenia bez przetwornika falowodowego?

Identyczną uwagę jak do rys. 4.21 dotyczącą sposobu przedstawienia wartości rzędnych na wykresach i połączenia ich liniami ciągłymi można sformułować w odniesieniu do rys. 4.23. Nie zważając na to, iż tak czynić nie wolno, Habilitant na str. 134-5wg zaleca: „Konieczne jest zatem dobieranie prędkości obrotu w taki sposób, aby zapewnić wymagane w konkretnych warunkach wartości parametrów drgań”. Dobieranie prędkości obrotu na podstawie zależności pokazanych na rys. 4.23 wyznaczanych w sposób zaproponowany przez Habilitanta może okazać się mało skuteczne ze względów uprzednio wykazanych.

Dokumentacja wyników badań doświadczalnych w postaci danych a także opracowanych na ich podstawie wykresów jest bardzo skromna, zaś sformułowane wnioski na wysokim poziomie uogólnienia. Jest to zdecydowany dysonans.

Rozdział piąty poświęcony jest praktycznej realizacji środków sterowania przy wibracyjnym wierceniu głębokich otworów i obróbce części. W pkt. 5.1 opisano urządzenie do obróbki głębokich otworów pokazane na rys. 5.1. Przedstawienie graficzne uprzednio wspomnianego urządzenia oraz opisu jego działania pozostawiają wiele do życzenia. Szkic na rysunku 5.1 niewiele wyjaśnia, zaś opis działania jest mało przejrzysty. Proponowane urządzenie ma same zalety i jest pozbawione wad - str. 142-8wg.

W pkt. 5.2 przedstawiony jest układ sterowania procesem skrawania podczas zgrubnej i kształtującej obróbki mechanicznej. Przedstawienie to sprowadza się do schematu blokowego (funkcjonalnego) pokazanego na rys. 5.2, budowy falowodowej głowicy obrabiarki pokazanej na rys. 5.3 a także pokazania szczegółów konstrukcyjnych wytaczadła falowodowego (rys. 5.4) z przykładu rozłożenia pochyłych rowków śrubowych falowodowego rezonatora-przetwornika (rys. 5.5). W opisie schematu funkcjonalnego

układu sterowania Habilitant powołuje się na dwie pozycje literatury - [93, 149]. Pierwsza z nich - [93] dotyczy mikroskrawania materiałów ceramicznych, drugiej - [149] nie ma w spisie literatury! Na rys. 146 1 wg Habilitant pisze: „U podstaw opracowania i funkcjonowania proponowanego układu sterowania leżą badania cech szczególnych dynamik procesu skrawania w szerokim zakresie częstotliwości, a także badania zjawisk dynamicznych zachodzących w strefie tworzenia wióra oraz analiza zmian akustyczno-termoelektrycznych parametrów procesu tworzenia wióra. A następnie przytacza zależności (5.5) i (5.10) z których wywodzi szczegółowe ilościowe zalecenia dotyczące procesu wiercenia - nie przytacza odniesień do literatury. Zależność (5.8) nie jest w pełni zdefiniowana, bowiem nie wiadomo co to jest K, natomiast prawa strona zależności (5.9) ma dwa składniki o dwóch różnych wymiarach fizycznych. Na str. 147-6wd podano kat fazowy w procentach ($\varphi=90\%$).

Na str. 148 - 19 wd napisano: „W świetle przedstawionego uzasadnienia teoretycznego wzbudzenie (synchronizacja i wzmocnienie) przesunięć wibracyjnych o wysokiej częstotliwości zgodnie z wyrażeniem (5.9), realizowana jest w kierunku prędkości skrawania v_c (tzn. w kierunku Z - ortogonalnym do kierunku X i Y), przy którym przesunięcie faz wynosi 90° , a w charakterze wyjściowego parametru fizycznego przyjmuje minimalną wartość siły skrawania, wartość momentu obrotowego oraz osiowej siły skrawania zgodnie z wyrażeniem (5.10)”. Jaka jest relacja tego przytoczonego cytatu z zależnościami (5.9) i (5.10). Pytanie to odnosi się także do wniosków 1-4 na str. 147 i 148.

W podpisie rys. 5.4 zapowiedziane są szczegóły konstrukcyjne wytaczadła falowodowego. Jest to raczej szkic nie ujawniający uprzednio wspomnianych szczegółów.

W pkt. 5.3 przedstawiony jest opis urządzenia do obróbki części o symetrycznych osiach w którym wykorzystano ideę mocowania przedmiotu obrabianego we wrzecionie za pośrednictwem elementu falowodowego (rys. 5.6 i 5.7).

Brak weryfikacji doświadczalnej skuteczności praktycznego działania przedstawionych w rozdziale 5 urządzeń i systemów sterowania jest poważnym niedociągnięciem, które należy bardzo krytycznie ocenić.

Monografia zakończona jest podsumowaniem i wnioskami, które w większości były sformułowane w poszczególnych rozdziałach.

Ocena merytoryczna monografii dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego jest negatywna. Ocenę tą uzasadniają występujące w niej błędy i niedociągnięcia uprzednio wyszczególnione.

Równie negatywna jest ocena opracowania redakcyjnego monografii. Czytając monografię odnosi się wrażenie, że jej fragmenty to nieudolne tłumaczenie z języka obcego z pominięciem zasad gramatyki, składni i obowiązujących w języku polskim określeń i pojęć z zakresu obróbki skrawaniem, narzędzi skrawających i obrabiarek, które są przedmiotem odpowiednich norm krajowych i europejskich.

W podsumowaniu mojej opinii odnoszącej się do monografii dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego stwierdzam, że nie spełnia ona wymagań stawianych rozprawom habilitacyjnym przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki, przedstawianym jako osiągnięcie naukowe przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

2. Charakterystyka i ocena aktywności naukowej

Publikowany dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego obejmuje łącznie 132 pozycje. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitant opublikował: 1 monografię (rozprawa habilitacyjna), był współautorem 3 monografii, redaktorem 1 informatora, współautorem rozdziałów w 5 monografiach krajowych, współautorem 3 publikacji w czasopismach notowanych w bazie WoS, współautorem 5 publikacji w czasopismach zagranicznych, współautorem i autorem 38 publikacji w czasopismach krajowych, współautorem i autorem 37 publikacji w materiałach zagranicznych konferencji naukowych i naukowo-technicznych (w tym 7 konferencji indeksowanych w WoS), współautorem i autorem 7 publikacji w materiałach krajowych konferencji naukowych i naukowo-technicznych. Ponadto do dorobku naukowo-badawczego Habilitanta zaliczyć należy: uczestnictwo w realizacji 22 projektów współfinansowanych z budżetu Unii Europejskiej poświęconych głównie problemom transferu wiedzy do przedsiębiorstw i rozwoju dydaktyki i szkolnictwa, uczestnictwo w realizacji na rzecz przemysłu 51 prac naukowo-badawczych i naukowo-technicznych, udział w realizacji 4 projektów naukowo-badawczych (w tym 3 finansowanych ze środków MNiSW), współautorstwo 3 zgłoszeń patentowych i wzorów przemysłowych, członkostwo kolegów redakcyjnych 3 czasopism zagranicznych.

Według bazy Web of Science prace Habilitanta cytowane były 14 razy (bez auto-cytowań); sumaryczna wartość IF za okres 2013-2015 wynosiła 3,989, zaś indeks Hirscha - 3.

Publikowany dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego, liczbowo obszerny lecz jakościowo zróżnicowany - tylko trzy z uprzednio wyszczególnionych prac indeksowanych w bazie WoS są publikacjami w czasopismach; łączny w nich udział Habilitanta wynosi 45%, poza tym są niezwiązane z dyscypliną „budowa i eksploatacja maszyn”.

W pierwszym okresie działalności naukowej, do uzyskania stopnia doktora nauk technicznych, zainteresowania naukowe dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego były ukierunkowane na zagadnienia energochłonności procesu urabiania skał. Wyniki tych prac opublikowane były w czasopismach o zasięgu krajowym oraz referowane były na krajowych konferencjach i sympozjach. Spektakularnym ich podsumowaniem była rozprawa doktorska pt. „Wpływ kształtu powierzchni natarcia ostrza na obciążenie noża skrawającego naturalny materiał kruchy” wykonana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Józefa Jonaka i obroniona 6 listopada 2002 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

W tymże okresie prócz zagadnień związanych z procesem urabiania skał, w sferze zainteresowań naukowych Habilitanta były problemy z zakresu szeroko pojętego zastosowania technik komputerowych w przekazie edukacyjnym a szczególnie zastosowania w nim sztucznych sieci neuronowych i logiki rozmytej.

Dr inż. Jarosław Zubrzycki po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych podjął w zespole prof. dr hab. inż. Antoniego Świcia badania nad zastosowaniem systemów informatycznych do sterowania procesami technologicznymi a także kontynuował w zespole prof. dr hab. inż. Józefa Jonaka badania w obszarze zwiększenia efektywności procesów urabiania skał. Badania Habilitanta realizowane w zespole prof. Antoniego Świcia skoncentrowane były na zagadnieniach związanych z opracowaniem metod zwiększania dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów. Uprzednio wspomniane badania zaowocowały licznymi publikacjami i wystąpieniami konferencyjnymi. Ich wyniki w swoisty sposób zostały podsumowane w monografii pt. „Zwiększenie dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów”, która została scharakteryzowana i oceniona w pkt. 1 niniejszej Opinii.

W ostatnim czasie w zakres swoich zainteresowań naukowych Habilitant włączył zagadnienia z obszaru inżynierii biomedycznej. Efektem Jego aktywności w tym obszarze są publikacje (w tym trzy monografie) poświęcone technicznemu wsparciu medycyny.

Dorobek dokumentujący istotną aktywność naukową dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego w stopniu dostatecznym spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym i Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie *nauki techniczne* w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*.

3. Wniosek końcowy

Oceniając łącznie osiągnięcia naukowe (monografię pt. „Zwiększenie dokładności wiercenia wibracyjnego głębokich otworów”) oraz aktywność naukową dr. inż. Jarosława Zubrzyckiego stwierdzam, że nie są spełnione wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym i Stopniach i Tytule z dnia 14 marca 2003 roku, w związku z czym nie wnoszę o nadanie dr. inż. Jarosławowi Zubrzyckiemu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn*.

