

dr hab. inż. Leszek Pawlaczyk
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych
Wydział Elektryczny
Politechnika Wrocławska

Opinia

rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartosza Polnika pt. „Badania i analiza pracy układu zasilająco - sterującego górniczej lokomotywy akumulatorowej”

opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej

1. Ocena tematyki rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Bartosza Polnika poświęcona jest analizie współpracy przekształtnikowego układu napędowego akumulatorowej lokomotywy kopalnianej z baterią akumulatorów kwasowo – ołowiowych, szczególnie w zakresie odzyskowego hamowania elektrycznego.

Lokomotywy akumulatorowe stanowią ważny element transportu kopalnianego szczególnie w strefach zagrożonych wybuchem metanu i pyłu węglowego. Stosunkowo wysoka sprawność energetyczna lokomotyw akumulatorowych wyposażonych w przekształtnikowe układy napędowe i nowoczesne silniki elektryczne pozwala znacząco ograniczyć emisję ciepła i gazów do atmosfery kopalnianej. Praca układu napędowego lokomotywy związana jest z częstymi rozruchami i hamowaniem elektrycznym w trakcie którego można odzyskiwać część energii kinetycznej lokomotywy i składu pociągu.

W trakcie intensywnego hamowania odzyskowego, przy wysokim stopniu naładowania akumulatorów, może nastąpić silne wydzielanie wodoru z ogni. Po przekroczeniu stężenia wodoru określonego dolną granicą wybuchowości - DGW istnieje realne zagrożenie wybuchem. Ilość wydzielanego wodoru zależy przede wszystkim od natężenia prądu i czasu ładowania oraz temperatury elektrolitu. Problem wydzielania wodoru jest bardzo poważny ze względu na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia i został przez Autora potraktowany priorytetowo co zostało zawarte w tezie, celach i zakresie dysertacji.

Praca podzielona jest na dwa obszary:

- **W pierwszym obszarze**, zawartym w rozdziale 2 i głównie w 3 rozdziale pracy omówiono konstrukcje układów zasilająco - sterujących lokomotyw akumulatorowych stosowanych w polskim górnictwie węglowym. Następnie wykonano badania wybranych układów napędowych z silnikami trakcyjnymi prądu stałego o wzbudzeniu szeregowym, zasilanymi z przekształtników impulsowych, z możliwością hamowania odzyskowego.

Eksperymentalnie, w trakcie przejazdów w dwóch kopalniach, potwierdzono istnienie stanów pracy lokomotywy z intensywnym hamowaniem odzyskowym. Stwierdzono również wydzielanie się wodoru z ogniw baterii akumulatorów na poziomie przekraczającym wartość dopuszczalną.

Badania te jednoznacznie potwierdziły, że przyjęty przez Autora użyteczny cel pracy jest określony prawidłowo i ma duże znaczenie przy projektowaniu nowoczesnych układów napędowych lokomotywy z silnikami prądu przemiennego.

Na podstawie badań wykonanych w trakcie tych przejazdów oraz analizy schematów dróg transportowych w kopalniach wyznaczono uśredniony cykl przejazdu lokomotywy, określający zmiany prędkości w czasie przejazdu $V(t)$.

- **W drugim obszarze pracy**, zawartym głównie w rozdziałach 5 - 9 przeprowadzono badania laboratoryjne nowo opracowanego układu napędowego lokomotywy akumulatorowej z silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych. W trakcie tych badań układ napędowy sterowano według wyznaczonego wcześniej uśrednionego cyklu pracy. Pozwoliło to na określenie przewidywanej sprawności układu napędu lokomotywy pracującego w realnych warunkach kopalni.

Zbadano również wpływ odkształconego prądu ładowania akumulatorów, generowanego przez przekształtnik częstotliwości układu napędowego, na wartość emisji wodoru.

Zaproponowano system bezpiecznej eksploatacji baterii ogniw kwasowo - ołowiowych dedykowany do lokomotyw pracujących w stanie intensywnego hamowania elektrycznego z odzyskiem energii. Celem systemu jest zapewnienie maksymalizacji odzysku energii hamowania przy zachowaniu odpowiedniego zapasu bezpieczeństwa przed nadmierną emisją wodoru.

Wybór tematu pracy uważam za niezwykle aktualny, szczególnie w świetle praktycznej potrzeby rekonstrukcji taboru lokomotyw kopalnianych, mającego na celu zwiększenie ich efektywności energetycznej, wydajności i bezpieczeństwa eksploatacji w obszarach zagrożonych wybuchem.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Bartosza Polnika obejmuje 129 stron, podzielona jest na 11 rozdziałów i spis literatury. Cytowanych jest 92 prace w tym 10 Autora rozprawy, z czego 4 jednoautorskie.

W rozdziale pierwszym Autor opisał stan zagadnienia i przedstawił podstawowy przegląd literatury dotyczący tematu dysertacji.

W rozdziale drugim Autor przedstawił szeroko stan aktualnej wiedzy dotyczącej układów zasilająco - sterujących lokomotyw akumulatorowych, wymogów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia związanych z eksploatacją lokomotyw akumulatorowych w podziemiach kopalń. Bardzo dokładnie opisał parametry techniczne eksploatowanych w krajowych kopalniach węgla dołowych, akumulatorowych lokomotyw kopalnianych. Przytoczył także schematy obwodów mocy układów napędowych tych lokomotyw.

W rozdziale trzecim Autor przedstawił wyniki badań eksperymentalnych przeprowadzonych w realnych warunkach kopalń węgla kamiennego KWK Halemba i KWK Szczygłowiec.

Badania dotyczyły wyznaczenia sprawności układu napędowego lokomotyw z trakcyjnymi silnikami prądu stałego zasilanymi z przekształtników impulsowych. Badania wykonano dla składów z lokomotywami typu Lea BM-12 i Lea 12P3A wyposażonymi w silniki LDs-245 i LDs-327 odpowiednio. Średnia wartość sprawności energetycznej układu wynosi maksymalnie ok. 75%.

Na podstawie danych pomiarowych otrzymanych w trakcie przejazdów wykonanych w kopalniach oraz analizując realne drogi transportowe Autor wyznaczył uśredniony cykl pracy lokomotywy. Opracowany uśredniony cykl pracy posłużył do badań laboratoryjnych nowooprojektowanego układu napędowego lokomotywy z silnikiem synchronicznym zasilanym z przekształtnika częstotliwości.

Analiza przeprowadzanych badań wykazuje, że układ napędowy lokomotywy w trakcie całego, uśrednionego, cyklu pracy składającego się z odcinków: jazdy pod obciążeniem (pracy silnikowej), jazdy wybiegiem i hamowania odzyskowego przez 11% czasu całego cyklu hamuje odzyskowo. Natomiast w stosunku do czasu pracy silnikowej, czas hamowania odzyskowego wynosi ok. 30%.

W trakcie hamowania odzyskowego rejestrowano chwilowe przebiegi prądu zwracanego przekształtnikiem do baterii akumulatorów. Ze względu na impulsowy charakter pracy tyrystorowego przekształtnika pracującego ze stosunkowo niedużą częstotliwością modulacji (ok. 250 Hz) dla lokomotywy Lea BM - 12 tętnienia prądu są stosunkowo duże i ulegają zmianie w funkcji prędkości kątowej silników w zakresie 20 - 110 A.

Natomiast lokomotywa Lea 12P3A posiada najprawdopodobniej dwupozycyjny (histerezowy) układ sterowania prądem i częstotliwość modulacji zmienia się w trakcie hamowania odzyskowego w zakresie 50 – 350 Hz, natomiast tętnienia prądu są stałe i wynoszą ok. 200A.

W trakcie prowadzonych przejazdów w kopalniach rejestrowano stężenie wodoru we wnętrzu osłony baterii akumulatorów mierzonych czujnikami MX4. Praktycznie w każdym przypadku podczas pracy na pierwszej zmianie stężenie osiąga duże wartości, a niekiedy przekracza wartość dopuszczalną.

Przeprowadzone badania eksperymentalne lokomotyw pozwoliły Autorowi wyciągnąć wnioski i zaproponować: cel, zakres i tezę pracy, które przedstawiono w **rozdziale czwartym**.

W rozdziale piątym przedstawiano koncepcję i podstawowe parametry układu napędowego lokomotywy z silnikami synchronicznymi o magnesach trwałych zasilanego z falownika z modulacją szerokości impulsów - PWM. Do badań użyto specjalnie zaprojektowanego silnika w wykonaniu przeciwwybuchowym SMwsd200s – 4. O mocy znamionowej 18 kW. Silnik wyposażony jest w hamulec elektromagnetyczny co pozwala na rezygnację z zastosowania hamulca postojowego. Ze względu na moc pojedynczego silnika (18 kW), niewystarczającą do napędu modernizowanej lokomotywy, zaproponowano zastosowanie dwóch silników przeznaczonych do niezależnego napędu dwóch osi lokomotywy. Rozwiązanie takie posiada

szereg zalet: łatwiejsza możliwość likwidacji poślizgów, podział obciążeń pomiędzy osiami, oraz daje możliwość awaryjnej jazdy z uszkodzonym jednym układem napędowym.

W rozdziale szóstym Autor przedstawił wyniki badań laboratoryjnych nowo opracowanego układu napędowego z silnikiem SMwsd200s – 4 zasilanym z tranzystorowego przekształtnika częstotliwości z PWM. Badania wykonano na hamowni z silnikiem prądu stałego zasilanym z nawrotnego prostownika sterowanego. Takie rozwiązanie pozwoliło na wprowadzenie badanego układu napędowego zarówno w tryb pracy silnikowej jak również w tryb pracy generatorowej z odzyskiem energii do baterii akumulatorów. Umieszczenie na wale silnika hamowni momentomierza pozwoliło na pomiar momentu mechanicznego na wale badanego silnika, a tym samym na wyznaczenie sprawności całego układu napędowego. Badania prowadzono zgodnie z cyklem jazdy lokomotyw pracujących w kopalni i zarejestrowanym w trakcie przejazdu w KWK Jankowice.

W drugim etapie badań określono zawartość wyższych harmonicznych prądu ładowania baterii akumulatorów w trakcie pracy ustalonej ze stałą wartością prędkości kątowej i stałą wartością momentu na wale silnika napędowego (stałą wartością średniego prądu ładowania). Wyznaczono również współczynnik odkształceń prądu płynącego w obwodzie prądu stałego - THD_I .

W rozdziale siódmym Przeprowadzono badania symulacyjne stężenia i rozptywu wodoru w osłonie baterii ogniów akumulatora. Badania pozwoliły określić rozkład i wartość stężenia wodoru we wnętrzu osłony. Wyniki badań posłużyły głównie do zaproponowania zmian konstrukcyjnych w osłonie baterii pozwalających na lepsze przewietrzanie i uniknięcie niedopuszczalnych „miejscowych” stężeń wodoru. Wskazały jednocześnie miejsca, gdzie pod osłoną należy umieścić czujniki wodoru.

W rozdziale ósmym przeprowadzono badanie procesu ładowania baterii akumulatorów w różnych, spotykanych w czasie eksploatacji w kopalniach, trybach pracy.

W pierwszym etapie badano proces ładowania akumulatorów w komorze ładowania kopalni. Ładowanie przeprowadzono za pomocą dwóch rodzajów prostowników trójfazowych: sześciopulsowego w pełni sterowanego - 6T i półsterowanego - 3D3T. W trakcie standardowego procesu ładowania z dwoma stałymi wartościami prądu. Pierwsza faza ładowania prowadzona jest z maksymalną wartością prądu. Po osiągnięciu wartości napięcia 2,4 V na ogniwo następuje druga faza z obniżoną wartością prądu, następnie odłączenie i pomiar napięcia co godzinę. W trakcie badania badano jakość prądu ładowania wyznaczając składowe harmoniczne i współczynnik odkształcenia prądu THD_I . Badania wykazały, że pomimo różnicy pomiędzy współczynnikami THD_I dla zastosowanych prostowników ładowania, wartości stężenia wodoru w czasie różnią się nieznacznie.

Bardzo interesująco natomiast wypadły badania polegające na krótkotrwałym doładowywaniu baterii akumulatorów stosunkowo małym ładunkiem (5,4 Ah) dla różnych wartości prądu ładującego. Wyniki badań wskazują, że nawet nienaładowana w pełni bateria po próbie doładowania jej stosunkowo małym ładunkiem, wytworzonym w krótkim czasie dużą

wartością prądu, może wygenerować niedopuszczalną wartość stężenia wodoru wewnątrz osłony. Taki stan pracy występuje podczas intensywnego hamowania odzyskowego napędu lokomotywy na dużej prędkości i z dużą wartością momentu.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono propozycje układu monitorowania parametrów bezpiecznej pracy baterii ogniwo kwasowo – ołowiowych takich jak: stężenie wodoru w obudowie akumulatorów i temperatury ogniwo baterii. W pierwszym wariantcie, Autor proponuje, żeby układ wykonywał funkcję kontrolno – informacyjną (str.103) i informował maszynistę o wartości stężenia wodoru i temperatury baterii akumulatorów.

W drugim wariantcie układ będzie podejmował działania zarządcze (rys. 83, str. 109) polegające na automatycznym ograniczeniu wartości prądu ładowania akumulatorów w trakcie hamowania odzyskowego. Celem układu monitorowania jest wówczas optymalizacja sterowania układem zasilająco - sterującym lokomotywą prowadząca do maksymalnego wykorzystania energii hamowania odzyskowego do bezpiecznego (ze względu na niebezpieczeństwo wybuchu wodoru) podładowywania akumulatorów.

W rozdziale dziesiątym Autor wyciągnął bardzo obszerne i szczegółowe wnioski dotyczące wykonanej pracy.

W rozdziale jedenastym Autor krótko podsumował pracę i przedstawił bardzo konkretnie obszar możliwego zastosowania i wdrażania wyników badań uzyskanych w pracy nad dysertacją.

3. Uwagi ogólne

W trakcie lektury pracy nasunęły mi się następujące dyskusyjne uwagi, które umieszczone są w porządku czytania kolejnych rozdziałów pracy i mają różne wagi:

3.1. Wartość energii W opisana w zależnościach (3.1), (3.2) i (3.3) jako iloczyn mocy i czasu jest prawdziwa tylko dla stałej wartości mocy w czasie $P=const$. W przypadku, gdy wartość mocy w układzie zmienia się w czasie, zależności określające sprawność: (3.1), (3.2), (3.3) powinny być zapisane w formie różniczkowej dla wartości chwilowej, lub w formie całkowej dla wartości średniej

$$P(t) = \frac{dW}{dt}; \quad \overline{W} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$$

Brak całkowania chwilowej wartości mocy na różnych odcinkach czasu zarówno w trakcie jazdy jak i hamowania prowadzi do błędnego zapisu zależności (3.3).

3.2 Wzór (3.1). Co Autor rozumie przez pojęcie „moc użyteczna silnika”? Czy to jest moc mechaniczna na wale?. W jaki sposób w trakcie badań lokomotywy w warunkach przejazdu w kopalni opisanych w rozdziale 3.1 była mierzona (wyznaczana) „moc użyteczna”?

3.3 Tablica 5 na stronie 23 jest chyba błędnie opisana. W kolumnie trzeciej powinna być zdaniem recenzenta suma energii rekuperacji (energii oddanej do akumulatora) ?

- 3.4** Wniosek przedstawiony na str. 42, „że przez ok. 30% czasu pracy maszyny górniczej jej silnik napędowy odzyskuje energię” jest chyba błędny?. Na podstawie podanych na tejże stronie długości odcinków czasowych całego cyklu, czas pracy w trybie hamowania odzyskowego wynosi 23% całego cyklu.
- 3.5** Wniosek na stronie 62: „przewiduje się wykorzystanie dwóch tego typu silników napędowych co zgodnie z oczekiwaniami powinno podwoić wartość odzysku energii”. Wniosek jest chyba błędny?. W trakcie hamowania pojazdu można odzyskać (z określoną sprawnością) energię kinetyczną – w trakcie zmniejszania prędkości i/lub ewentualnie energię potencjalną w trakcie jazdy z ujemnym kątem nachylenia torowiska (w dół). Wartości tych energii zależą od masy pojazdu, jego prędkości, ewentualnie od długości drogi hamowania i kąta nachylenia torowiska.
- 3.6** Autor na stronie 66 prawidłowo stwierdza, że podłączenie równoległe dwóch falowników do jednego źródła prądu stałego może spowodować wzrost zawartości wyższych harmonicznych prądu płynącego w obwodzie akumulatora. Ponadto w przypadku nieznacznie różnych częstotliwości modulacji falowników, wywołanych asynchroniczną pracą zegarów układu sterowania falownikami, mogą pojawić się przebiegi okresowe bardzo niskiej częstotliwości (zjawisko zdudnienia). Prawidłowa jest także uwaga Autora o konieczności zastosowania dodatkowych filtrów w obwodzie prądu stałego (głównie dławików). Ponadto, jeżeli Autor posiada taką wiedzę, interesujące byłyby dane dotyczące wpływu wyższych harmonicznych w prądzie akumulatora występujące zarówno w pracy silnikowej jak i przy hamowaniu na żywotność akumulatora trakcyjnego.
- 3.7** Pojawienie się dużej składowej harmonicznej o częstotliwości równej 50 Hz w prądzie ładowania akumulatora w półsterownym prostowniku 3D-3T ładowarki baterii akumulatorów (str.81) może świadczyć o niesymetrii transformatora prostownikowego lub niesymetrii trójfazowej sieci zasilającej. Czy Autor ma jakieś dane lub pomiary dotyczące sieci zasilającej ten prostownik?
- 3.8** W pracy Autor wielokrotnie stwierdza, że silniki z magnesami trwałymi PMSM posiadają zdecydowanie lepsze parametry od innych konstrukcji silników trakcyjnych. Takie stwierdzenie jest zdaniem recenzenta zdecydowanie prawdziwe w stosunku do silników komutatorowych prądu stałego. Natomiast w stosunku do silników indukcyjnych (asynchronicznych) nie jest już takie oczywiste. Dla przykładu silnik trakcyjny asynchroniczny o mocy 18kW dSkG 180L4 - EP-f (Tablica 3, str. 14) posiada sprawność 90%. Natomiast silnik PMSM SMwsd200S-4, zaproponowany do projektowanej lokomotywy (Tablica 8, str. 50), posiada sprawność 92% zaledwie o 2% większą. Natomiast wskaźniki względne, określające stosunek masy silnika do jego mocy znamionowej i stosunek masy do momentu znamionowego, porównywanych silników wynoszą dla silnika PMSM 20 kg/kW i 3,13 kg/Nm. Dla silnika asynchronicznego wynoszą odpowiednio 10,1 kg/kW i 1,55 kg/Nm. Z pobieżnego porównania wynika, że parametry „masowe” są dla silnika asynchronicznego dwa razy lepsze. Recenzent rozumie, że konstrukcje silników są różne a ponadto silnik PMSM posiada wbudowany hamulec, co może porównanie zniekształcić. Jednakże wydaje

się za celowe bliższe porównanie parametrów silników PMSM i silników indukcyjnych oraz możliwości formowania charakterystyk trakcyjnych przez te silniki w układach napędowych lokomotywy kopalnianej.

3.9 Czy zdaniem Autora możliwe jest zastosowanie w układzie zasilająco – sterującym lokomotywy dołowej układu z niedużą baterią superkondensatorów, która powinna zdecydowanie ograniczyć stosunkowo krótkotrwałe, duże wartości prądu podładowywania baterii akumulatorów?

4. Ocena rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Bartosza Polnika napisana jest poprawnym językiem. W niektórych miejscach dysertacji występują drobne błędy redakcyjne. Praca jest bogato ilustrowana i zawiera ok. 88 w większości oryginalnych rysunków i kilkanaście tabel, które zdecydowanie ułatwiają czytanie i zrozumienie zagadnień poruszanych przez Autora.

W dysertacji Autor przeprowadził pełny cykl badań podany w zakresie pracy i osiągnął złożone cele pracy.

- Autor przedstawił bardzo szeroki przegląd stosowanych w polskim górnictwie węglowym lokomotyw akumulatorowych i podał liczne źródła literaturowe dotyczące zakresu ich zastosowania a także zakresu samej dysertacji.
- Przeprowadził w kopalniach Halemba i Szczygłowice badania eksperymentalne eksploatowanych lokomotyw akumulatorowych z silnikami prądu stałego i przekształtnikami impulsowymi. Wyznaczył bilans energii baterii akumulatorów i wyznaczył sprawność układu napędowego.
- Eksperymentalnie dowiódł, że pomimo niezbyt dużego współczynnika sprawności układów napędowych prądu stałego w przypadku intensywnego hamowania odzyskowego mogą wystąpić w osłonie baterii akumulatorów niebezpieczne stężenia wodoru.
- Na podstawie badań wykonanych w realnych warunkach kopalni węgla kamiennego wyciągnął prawidłowe wnioski i w sposób jasny wyraził cel, zakres i tezy pracy.
- Przedstawił koncepcję dwusilnikowego układu napędowego lokomotywy akumulatorowej z silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych zasilanego z przekształtnika częstotliwości.
- Wykonał badania laboratoryjne układu napędowego z silnikiem synchronicznym przeznaczonego do nowej konstrukcji lokomotywy. Wyznaczył sprawność układu pracującego w cyklu pracy zgodnym z przejazdem na trasie transportowej w KWK Jankowice.
- Wyznaczył zawartość wyższych harmonicznych w obwodzie prądu stałego generowanych falownikiem wraz z pracującym silnikiem i potwierdził badaniami laboratoryjnymi mały wpływ odkształceń prądu stałego na proces wydzielania wodoru w ogniwach akumulatorów.
- Przeprowadził badania symulacyjne układu baterii akumulatorów kwasowo - ołowiowych wraz z osłoną i na podstawie otrzymanych wyników wyznaczył miejsca gromadzenia się wodoru w jej wnętrzu. Pozwoliło to określić optymalne miejsca zamontowania czujników.
- Przeprowadził badania eksperymentalne w kopalnianej ładowni akumulatorów, zasilanej ze sterowanych i półsterowanych prostowników sześciopulsowych. W trakcie ładowania baterii

akumulatorów lokomotywy Lea BM-12. wyznaczył parametry odkształcenia prądu i przebieg stężenia wodoru w osłonie baterii w funkcji czasu.

- Na specjalnie skonstruowanym stanowisku Autor wykonał badania procesu rozładowania i doładowania akumulatorów w trybie zbliżonym do pracy układu napędowego lokomotywy z odzyskowym trybem hamowania. Otrzymane wyniki pozwoliły wykazać możliwość wydzielania się wodoru również w trakcie doładowywania stosunkowo silnie rozładowanego akumulatora.
- Na podstawie wyników z wykonanych badań Autor zaproponował układ do monitorowania parametrów bezpiecznej pracy baterii ogniwo kwasowo – ołowiowych w lokomotywach z elektrycznym hamowaniem odzyskowym.
- Wyciągnął z przeprowadzonych badań odpowiednie wnioski.

5. Wnioski końcowe

Rozprawa mgr inż. Bartosza Polnika pt. „Badania i analiza pracy układu zasilającego - sterującego górniczej lokomotywy akumulatorowej” ma charakter teoretyczno – eksperymentalny z dużym zakresem badań na obiekcie rzeczywistym i badań laboratoryjnych. Praca dotyczy bardzo ważnej problematyki sterowania nowoczesnych układów napędowych z silnikami PMSM dla lokomotyw akumulatorowych ze szczególnym uwzględnieniem ich wysokiej sprawności energetycznej i bezpieczeństwa eksploatacji. Przedstawiona dysertacja stanowi bardzo dobry, samodzielny wkład Doktoranta w nauki techniczne, w szczególności w zagadnienia związane ze sterowaniem pracą trakcyjnych napędów przekształtnikowych w trybie hamowania odzyskowego przy ograniczeniach odbioru energii przez źródło zasilania (akumulator).

Wyniki pracy mogą być bardzo pomocne przy projektowaniu autonomicznych pojazdów elektrycznych nie tylko szynowych a również i kołowych stosowanych zarówno w górnictwie jak i pojazdów specjalnych oraz powszechnego stosowania.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa z wyraźnym nadmiarem spełnia wszystkie warunki określone przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytułach naukowych i stawiam wniosek o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Leszek Pawłowski