Załącznik nr 3

Autoreferat

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych, w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 R., POZ. 882 ZE ZM. W DZ. U. Z 2016 R., POZ.1311.)

Yuhua Chang

Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych

Politechnika Warszawska

Warszawa 20 marca 2019

Spis treści

1. Imię i Nazwisko 3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej. 3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych 4
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 R., POZ. 882 ZE ZM. W DZ. U. Z 2016 R., POZ. 1311.) 4
   4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego: 4
      4.1.1. Dzieło opublikowane w całości—monografia habilitacyjna 4
      4.1.2. Cykl publikacji powiązanych tematycznie 4
   4.2. Omówienie celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania 6
      4.2.1. Omówienie celu naukowego pracy 6
      4.2.2. Omówienie osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania 6
      4.2.3. Przyszłe cele naukowo-badawcze 9
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych. 10
   5.1. Inne publikacje po uzyskaniu stopnia doktora, nie włączone do cyklu artykułów głównego osiągnięcia naukowego 10
   5.2. Patenty 11
   5.3. Dorobek dydaktyczny 11
   5.4. Opieka naukowa nad studentami i doktorantami 12
   5.5. Działalność w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych 12
   5.6. Udział w projektach 13
   5.7. Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych po uzyskaniu stopnia doktora 14
   5.8. Współpraca międzynarodowa 14
6. Podsumowanie dorobku naukowego 15

1. Imię i Nazwisko

Yuhua Chang

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej.

Stopień naukowy: **doktor nauk technicznych**

Dyscyplina: Budowa i Eksploatacja Maszyn/Napędy Hybrydowe.

Jednostka: Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej.

Temat pracy: *"Analysis of Energy Management Requirements Including NiMH or Li-ion Battery in Hybrid Urban Bus Drive" (rozprawa napisana w języku angielskim, tytuł w polskim tłumaczeniu: „Analiza wymagań zarządzania energią z uwzględnieniem baterii akumulatorów NiMH lub Li-ion w napędzie hybrydowego autobusu miejskiego")*

Data nadania: 21.02.2007 r.

Promotor: Prof. dr hab. inż. Antoni Szumanowski

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych *Politechnika Warszawska*

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka

Wydział Elektryczny *Politechnika Śląska*

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Jerzy Pokojski

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych *Politechnika Warszawska*

Tytuł zawodowy: Magister inżynier - otrzymany z wynikiem celującym

Kierunek / specjalizacja: Mechanika i Budowa Maszyn w zakresie podstawowych problemów budowy maszyn i pojazdów, indywidualny program studiów.

Jednostka: Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych *Politechniki Warszawskiej*

Temat pracy: *"Battery Modelling for HEV and Battery Parameters Adjustment for Series Hybrid Bus by Simulation". (praca napisana w języku angielskim, tytuł w polskim tłumaczeniu: "Modelowanie baterii akumulatorów oraz dobór jej parametrów w napędzie szeregowym hybrydowym autobusu")*

Data obrony: 10 czerwca 2005 r.

Promotor: Prof. dr hab. inż. Antoni Szumanowski

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych Politechnika Warszawska

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

A. ***Okres zatrudnienia: od 01.11.2009 r.***

Pracodawca: Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich, *Politechnika Warszawska*, ul. Narbutta 84, 02-524 Warszawa.

Stanowisko: adiunkt (pełen etat)

B. Okres zatrudnienia: 07.11.2003 r. – 30.08.2009 r.

Pracodawca: Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich, Politechnika Warszawska, ul. Narbutta 84, 02-524 Warszawa.

Stanowisko: asystent (pełen etat)

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 R., POZ. 882 ZE ZM. W DZ. U. Z 2016 R., POZ. 1311.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

Crucial Problems of Powertrain Control in Electric Vehicles and Hybrid Electric Vehicles
(„Istotne problemy w sterowaniu układem napędowym pojazdów elektrycznych i hybrydowych")

4.1.1. Dzieło opublikowane w całości—monografia habilitacyjna

[H1.] Yuhua Chang: "Crucial Problems of Powertrain Control in Electric Vehicles and Hybrid Electric Vehicles", *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 2019, ISN: 0137-2335, ISBN: 978-83-7814-896-8, 63 strony *(monografia napisana w języku angielskim, tytuł w polskim tłumaczeniu: „Istotne problemy w sterowaniu układem napędowym pojazdów elektrycznych i hybrydowych")*
25 pkt wg MNiSW
(Jestem jedynym autorem tej pracy. **Mój udział procentowy wynosi 100%**.)

4.1.2. Cykl publikacji powiązanych tematycznie

[H2.] Szumanowski Antoni, **Chang Yuhua**: "Battery Management System Based on Battery Nonlinear Dynamics Modeling". *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 57, no. 3, pp. 1425-1432, 2008
IF (5-year): 2.239, IF: 1.308, MNiSW: 30 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem było stworzenie numerycznego modelu baterii, obliczenia i symulacja, metoda weryfikacji wyników symulacji, algorytm szacowania stanu naładowania baterii oraz napisanie i zredagowanie tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 75%**)

[H3.] Hongwen He, Rui Xiong, **Yuhua Chang**: "Dynamic Modeling and Simulation on a Hybrid Power System for Electric Vehicle Applications". Energies, vol. 3, no. 11, pp. 1821-1830, DOI: 10.3390/en3111821, 2010.
IF (5-year): 1.13, IF: 1.13, MNiSW: 20 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem była koncepcja konfiguracji hybrydowego układu napędowego, analiza i weryfikacja wyników symulacji oraz uzupełnienie i zredagowanie pierwotnej wersji tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 30%**)

[H4.] Cao Wanke, Liu Zhiyin, **Chang Yuhua**, Szumanowski Antoni: "Direct Yaw-Moment Control of All-Wheel-Independent-Drive Electric Vehicles with Network-Induced Delays through Parameter-Dependent Fuzzy SMC Approach". *Mathematical Problems in Engineering*, vol. xx, no. 1, DOI:10.1155/2017/5170492, 2017.
IF (5-year): 0.902, IF: 0.802, MNiSW: 30 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem było sformułowanie koncepcji problemu badawczego oraz metody jego rozwiązania, analiza wyników symulacji oraz uzupełnienie i zredagowanie pierwotnej wersji tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 30%**)

[H5.] Hao Mu, Rui Xiong, Hongfei Zheng, **Yuhua Chang**, Zeyu Chen: "A novel fractional order model based state-of-charge estimation method for lithium-ion battery", *Applied Energy*, vol. 207, no. 12, 2017, pp. 384-393, DOI:10.1016/j.apenergy.2017.07.003, 2017.
IF (5-year): 7.888, IF: 7.9, MNiSW: 45 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim głównym wkładem było skonsultowanie koncepcji problemu badawczego, analiza i weryfikacja wyników symulacji oraz uzupełnienie i zredagowanie pierwotnej wersji tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 25%**)

[H6.] Wanke Cao, Helin Liu, Cheng Lin, **Yuhua Chang**, Zhiyin Liu, Antoni Szumanowski: "Co-Design Based Lateral Motion Control of All-Wheel-Independent-Drive Electric Vehicles with Network Congestion", *Energies*, vol. 10, no. 1641, pp. 1-10, DOI: 10.3390/en10101641, 2017.
IF (5-year): 2.707, IF: 2.676, MNiSW: 25 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim głównym wkładem było skonsultowanie problemu badawczego, metoda jego rozwiązania oraz napisanie części manuskryptu i ostateczne dopracowanie merytoryczne i redakcyjne pełnego manuskryptu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 25%**)

[H7.] Wanke Cao, Helin Liu, Cheng Lin, **Yuhua Chang**, Zhiyin Liu, Antoni Szumanowski: "Speed Synchronization Control of Integrated Motor–Transmission Powertrain over CAN through Active Period-Scheduling Approach", *Energies*, vol. 10 (11), no. 1831, 2017, pp. 1-10, DOI: 10.3390/en10111831, 2017.
IF (5-year): 2.707, IF: 2.676, MNiSW: 25 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem było: przedyskutowanie problemu i sformułowanie celu badań, metoda rozwiązania problemu, analiza i weryfikacja wyników symulacji i testów oraz sprawdzenie i redakcja tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 25%**)

[H8.] Wanke Cao, Yingshuang Wu, **Yuhua Chang**, Zhiyin Liu, Cheng Lin, Qiang Song, Antoni Szumanowski: "Speed Synchronization Control for Integrated Automotive Motor-Transmission Powertrains Over CAN Through a Co-Design Methodology", *IEEE Access*, no. 6, 2018, pp. 14106-14117, DOI:10.1109/ACCESS.2018.2810941, 2018.
IF (5-year): 3.87, IF: 3.244, MNiSW: 25 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem było: przedyskutowanie problemu i sformułowanie celu badań, metoda rozwiązania problemu, analiza i weryfikacja wyników symulacji i testów oraz sprawdzenie i redakcja tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 35%**)

[H9.] Szumanowski Antoni, **Chang Yuhua**, Liu Zhiyin, Krawczyk Paweł: "Hybrid powertrain efficiency improvement by using electromagnetically controlled double-clutch transmission", *International Journal of Vehicle Design,* vol. 76, no. 1/2/3/4, 2018, pp. 1-19, DOI:10.1504/IJVD.2018.096094, 2018.
IF (5-year): 0.816, IF: 0.783, MNiSW: 20 pkt. (lista A), Web of Science, JCR
(Moim wkładem było: zaproponowanie strategii sterowania, analiza i weryfikacja wyników symulacji oraz sprawdzenie i redakcja tekstu artykułu. **Mój udział w tym artykule został oszacowany na 30%**)

4.2. Omówienie celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.2.1. Omówienie celu naukowego pracy

Rozwój samochodów jest jednym z największych osiągnięć współczesnej techniki. Wniósł on wielki wkład w rozwój nowoczesnego społeczeństwa przez zaspokojenie wielu potrzeb dotyczących mobilności w życiu codziennym. Jednakże wielka liczba samochodów, użytkowanych na całym świecie, spowodowała i nadal powoduje poważne problemy dla środowiska naturalnego i życia człowieka. Najważniejszymi z nich są obecnie zanieczyszczenie powietrza, globalne ocieplenie i szybkie wyczerpywanie się złóż ropy naftowej na Ziemi. W celu rozwiązania problemów, wynikających z eksploatacji pojazdów konwencjonalnych (CV), badacze, rządy i przemysł samochodowy pracują aktualnie bardzo intensywnie nad rozwojem pojazdów elektrycznych (EV), pojazdów hybrydowych (HEV) także tych, w których są stosowane ogniwa paliwowe. Przemysł samochodowy podlega w związku z tym radykalnej transformacji.

Trend rozwojowy pozwala przypuszczać, iż przyszłe układy napędowe będą układami całkowicie elektrycznymi lub hybrydowymi. Obecne rozwiązania techniczne układów napędowych pojazdów elektrycznych i hybrydowych mają w wielu aspektach znaczne potencjalne możliwości udoskonalenia. W kolejnych dekadach rozwój układów napędowych pojazdów elektrycznych i hybrydowych skoncentruje się na poprawie sprawności energetycznej, zwiększeniu bezpieczeństwa, niezawodności i komfortu użytkowania.

Moja praca koncentruje się na sposobach poprawy sprawności energetycznej, bezpieczeństwa, niezawodności i komfortu użytkowania przez analizę trzech aspektów sterowania układem napędowym: 1) Jak poprawić sprawność energetyczną układu napędowego w pojazdach elektrycznych i hybrydowych przez udoskonalenie jego konfiguracji oraz strategii sterowania tym układem; 2) Jak poprawić bezpieczeństwo i niezawodność przy użyciu systemu zarządzania baterią akumulatorów (BMS); 3) Jak poprawić komfort użytkowania i niezawodność przez zaprojektowanie niezawodnego systemu sterowania dla zintegrowanego sieciowo sterowania układem napędowym w samochodach elektrycznych i hybrydowych.

4.2.2. Omówienie osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

W mojej pracy poszukiwałam sposobów poprawy sprawności energetycznej, bezpieczeństwa, niezawodności i komfortu użytkowania przez sterowanie układem napędowym pojazdów elektrycznych i hybrydowych w wymienionych poprzednio

trzech aspektach, a osiągnięte wyniki oraz ich potencjalne zastosowania można opisać następująco:

1) Odnośnie do poprawy sprawności energetycznej: istnieją różne sposoby jej zwiększenia: Redukcja czynników powodujących straty wynikające z dynamiki pojazdu, takich jak na przykład jego masa; Optymalizacja istniejących komponentów układu napędowego, np. zmniejszenie i dostosowanie silnika wewnętrznego spalania (ICE) w hybrydowym układzie napędowym; Dodanie nowych komponentów układu napędowego, np. odpowiednio dopasowanej skrzyni przekładniowej. Proces integracji komponentów jest bardzo złożony, gdyż chodzi w nim nie tylko o określenie prawidłowych parametrów poszczególnych komponentów, ale także o właściwe sterowanie. W przypadku dołączenia właściwej skrzyni przekładniowej i właściwego sterowania, praca silnika wewnętrznego spalania i/lub silnika elektrycznego (EM) odbywa się częściej w obszarze największej sprawności i w ten sposób polepsza się całkowita sprawność układu napędowego. Dlatego też kluczowym zagadnieniem w przypadku wprowadzenia nowego elementu do układu napędowego jest opracowanie i optymalizacja zintegrowanego sterowania.

W pracy [H3] było rozważane zastosowanie zespolonego akumulatora hybrydowego układu napędowego (jako podstawowego źródła energii) z superkondensatorem (jako dodatkowym źródłem energii) w celu zwiększenia efektywności pracy i zmniejszenia obciążenia akumulatora, aby uzyskać wydłużenie czasu jego użytkowania. To rozwiązanie nie zostało dotąd wdrożone w praktyce z powodu wysokiego kosztu superkondensatora. W dalszej przyszłości takie rozwiązanie może zostać zastosowane przez przemysł samochodowy, jeżeli nastąpi odpowiednia obniżka cen superkondensatorów.

Pojazdy elektryczne mają podstawową wadę, którą jest bardzo ograniczony zasięg na jednym naładowaniu z powodu niskiej gęstości energetycznej akumulatorów. Dodatkowo, ładowanie akumulatora nie przebiega tak szybko, jak napełnianie zbiornika paliwa. W celu zmniejszenia problemów z zasięgiem, producenci pojazdów elektrycznych zazwyczaj stosują rozwiązanie polegające na zwiększeniu rozmiarów pakietu akumulatorów. Jednakże zwiększanie rozmiarów baterii akumulatorów nie tylko zwiększa jej koszt i powoduje trudności w zarządzaniu baterią, ale także zwiększa masę pojazdu. Wyniki symulacji przedstawione w pracy [H1] pokazują, iż zwiększanie rozmiarów baterii akumulatorów powoduje zmniejszenie sprawności energetycznej. Większe rozmiary baterii powodują większe zużycie energii na jednostkę przebytej przez pojazd odległości (W/km). Przemysł samochodowy powinien wypracować właściwą równowagę pomiędzy zasięgiem pojazdu (określenie rozmiaru baterii) i sprawności energetycznej.

Pojazdy elektryczne i hybrydowe pojawiły się na rynku przed ponad dziesięcioma laty, ale początkowo większość modeli bazowała na zmodyfikowanych platformach pojazdów konwencjonalnych. W porównaniu z silnikami wewnętrznego spalania, silniki elektryczne zwykle wykazują znacznie większą sprawność, lepsze własności rozruchowe i bardziej płaską mapę sprawności. Dlatego też sądzi się powszechnie, iż w pojazdach elektrycznych mechaniczne sprzęgło i skrzynia przekładniowa nie są już potrzebne. Wyniki badań, omówione w pracach [H1, H9], wskazują tymczasem, iż wielobiegowa skrzynia przekładniowa wraz z właściwym sterowaniem może pozwolić na osiągnięcie

przez układy napędowe pojazdów elektrycznych i hybrydowych większej sprawności energetycznej. Przemysł samochodowy zaczyna rozważać sposoby zastosowania tego podejścia w celu poprawy sprawności produkowanych pojazdów elektrycznych lub hybrydowych: przez dołączenie wielobiegowej skrzyni przekładniowej i/lub specjalnie dostosowanego silnika elektrycznego.

2) Odnośnie do sposobów poprawy bezpieczeństwa i niezawodności przy użyciu systemu zarządzania baterią akumulatorów (systemu BMS):

Bateria akumulatorów jest najdroższym komponentem zarówno pojazdu elektrycznego, jak i hybrydowego. Społeczeństwa oczekują, iż bateria, jako przyjazne dla środowiska źródło energii, uwolni je od zależności od paliw kopalnych. W rzeczywistości baterie akumulatorów mają wiele ograniczeń, a ich wydajność silnie zależy od sposobu ich użytkowania, a także od warunków środowiskowych. BMS powinien być zaprojektowany w taki sposób, aby utrzymywać baterię w bezpiecznym obszarze pracy oraz zapewniać jej długą żywotność.

Określanie stanu naładowania baterii akumulatorów (SOC) jest jedną z głównych funkcji systemu BMS, ale jest również najtrudniejszą. W zastosowaniach samochodowych nie jest możliwe bezpośrednie mierzenie stanu naładowania on-line. Zazwyczaj do praktycznego oszacowywania stanu naładowania stosuje się dwie metody: bazującą na modelowaniu baterii lub bazującą na tabelach danych. Algorytm oszacowania stanu naładowania bazujący na tabelach danych zaproponowano w pracy [H2]. Przy zastosowaniu metody opisanej w pracy [H2] na stanowisku laboratoryjnym, napotkano na trudności. W związku z tym w pracy [H1] zaproponowano udoskonalony algorytm, który łączy metodę tabel danych ze zliczaniem ładunku dostarczonego lub odebranego z akumulatora. Moim zdaniem, jest to bardzo obiecująca i praktyczna metoda oszacowywania stanu naładowania nowej baterii akumulatorów. Dla baterii długo użytkowanych powinna ona wziąć pod uwagę czynnik jej aktualnego stanu zużycia (state of health – SOH), czym zamierzam się zająć w dalszych badaniach.

3) Odnośnie do sposobów poprawy komfortu użytkowania i niezawodności przez zaprojektowanie niezawodnego systemu zintegrowanego sieciowo sterowania układem napędowym pojazdów elektrycznych i hybrydowych: Wraz ze wzrastającymi wymaganiami, dotyczącymi elektronizacji, automatyzacji i kompleksowości sterowania układem napędowym pojazdów elektrycznych i hybrydowych, zintegrowane sieciowo sterowanie napotyka w pojazdach na szereg wyzwań, jak np. spowodowane przez sieć opóźnień czasowych i przeciążenie sieci, zarówno z powodu ograniczenia szerokości pasma przesyłu sygnałów, jak i przeciążenia pokładowej sieci komunikacyjnej. Problemy te mogą prowadzić do obniżenia wydajności i niestabilności sterowanych pojazdów, ich podsystemów i komponentów.

Dla układu napędowego wielosilnikowego w pracach [H4, H6] została zaproponowana strategia sterowania w celu rozwiązania problemu wynikającego ze spowodowanych przez sieć przesunięć czasowych i przeciążenia sieci. Z kolei w pracach [H7, H8] zaproponowano odpowiednią strategię sterowania i metodologię projektowania dla elektrycznego układu napędowego jednosilnikowego, która pozwoliłaby na przezwyciężenie tego problemu.

Można również sformułować inną ideę rozwiązania tego problemu. Ponieważ powodowane przez sieć przesunięcia czasowe i przeciążenie sieci wynikają z ograniczenia szerokości pasma przenoszenia i przeciążenia komunikacji w sieci CAN, problem mógłby być łatwo rozwiązany, gdyby w pojazdach mógł być zastosowany inny typ sieci pokładowej, taki jak Ethernet, charakteryzujący się dostateczną szerokością pasma przenoszenia i dużą prędkością przesyłu sygnałów. Wydaje się jednakże, iż zastąpienie w pojazdach sieci CAN przez Ethernet wymaga jeszcze czasu. Dlatego też, zanim sieć CAN zostanie zastąpiona, metoda opisana w pracy [H1] będzie bardzo obiecująca w zastosowaniach praktycznych.

4.2.3. Przyszłe cele naukowo-badawcze

Aktualnie pojazdy elektryczne i hybrydowe znajdują się dopiero na początku okresu produkcji masowej. W miarę wzrastania liczby wchodzących na rynek pojazdów elektrycznych i hybrydowych, będzie się pojawiać coraz więcej wyzwań natury technicznej. Moje plany przyszłej pracy badawczej koncentrują się w następujących obszarach (będąc w istocie kontynuacją moich poprzednich badań):

1) System zarządzania baterią akumulatorów uwzględniający zagadnienie jej aktualnego stopnia zużycia (SOH): Bateria jest ciągle jednym z bardzo ważnych komponentów, zarówno w pojazdach elektrycznych, jak i hybrydowych. Stopniowe pogarszanie się jej stanu energetycznego jest nieuniknione po rozpoczęciu użytkowania. Ocena samego stanu naładowania nie jest wystarczający do określenia rzeczywistego stanu baterii. Duże znaczenie ma więc monitorowanie i przewidywanie sytuacji starzenia się baterii, aby zapewnić jej pracę w odpowiednim zakresie oraz nie dopuścić do sytuacji niebezpiecznych. W Chinach w roku 2018 wydarzyło się ponad 10 pożarów pojazdów elektrycznych i eksperci podejrzewają, iż ich powodem była starzejąca się bateria, pozbawiona właściwego monitoringu i bez poprawnie określonego stanu technicznego w odniesieniu do problemu starzenia się. Z drugiej strony, bardzo interesującym i ważnym społecznie problemem jest zagadnienie wykorzystania w systemach magazynowania energii baterii wycofanych z użytkowania w pojazdach. Badania obu tych problemów będą wymagały zebrania dużych zasobów danych oraz czasu.
2) Efektywna konfiguracja i sterowanie układu napędowego pojazdów hybrydowych: Aktualnie na rynku jest dostępne niezbyt wiele modeli pojazdów hybrydowych. Moim zdaniem, czas pojazdów hybrydowych nadejdzie wkrótce, gdy używanie konwencjonalnych pojazdów, wyposażonych wyłącznie w silniki wewnętrznego spalania, zostanie zabronione, zaś problem obaw związanych z zasięgiem pojazdów elektrycznych nie będzie mógł zostać efektywnie rozwiązany. Układ napędowy pojazdów hybrydowych i sterowanie nim są znacznie bardziej złożone, niż w przypadku pojazdów elektrycznych, w wyniku czego pojawią się nowe wyzwania i cele badań.
3) Technologia magazynowania energii: Systemy magazynowania energii mają wiele aspektów wspólnych z pojazdami hybrydowymi, ale również odmienne wymagania. Ponadto, mogą one wiązać przyjazne środowisku źródła energii z użytkowaniem pojazdów elektrycznych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

5.1. Inne publikacje po uzyskaniu stopnia doktora, nie włączone do cyklu artykułów głównego osiągnięcia naukowego

[W1.] Antoni Szumanowski, Zhiyin Liu, **Yuhua Chang**, "Design of Planetary Plug-in Hybrid Powertrain and Its Control Strategy", *World Electric Vehicle Journal 4 (3),* ISSN: 2032-6653, pp.544-549, DOI: 10.3390/wevj4030544, 2010.
(Mój własny wkład w publikację oceniam na 25%. Byłam odpowiedzialna za strategię sterowania, analizę wyników symulacji i uzupełnienie oraz redakcję tekstu artykułu.)

[W2.] Y Chang, A Szumanowski, "The method of hybrid drive design by modelling and simulation", *Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów*/Politechnika Warszawska, pp. 25-34, 2010.
(**Mój własny wkład w publikację oceniam na 80%.** Byłam odpowiedzialna za metodę, modelowanie, symulację, weryfikację wyników symulacji i napisanie tekstu artykułu)

[W3.] Antoni Szumanowski, **Yuhua Chang,** "The design analyze of new hybrid drive concept", *High Technology Letters*, DOI: 10.3772/j.issn.1006-6748.2010.01. 009, 2010.
(**Mój własny wkład w publikację oceniam na 75%.** Byłam odpowiedzialna za modelowanie, optymalizację parametrów i określenie układu napędowego oraz napisanie tekstu artykułu.)

[W4.] Antoni Szumanowski, Zhiyin Liu, **Yuhua Chang, "** Electromechanical components and its energy saving design strategy in PHEV powertrain", World Electric Vehicle Journal 5(2), ISSN: 2032-6653, pp. 501-509, DOI: 10.3390/ wevj5020501, 2012.
(**Mój własny wkład w publikację oceniam na 25%.** Byłam odpowiedzialna za strategię projektową i weryfikację wyników symulacji)

[W5.] Antoni Szumanowski, **Yuhua Chang**, Zhiyin Liu, Pawel Krawczyk, "Hybrid Power Train with Planetary Transmission Equipped with Clutch-Brake Systems", 2014 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), ISBN 9781479967841, 891 p. DOI DOI:10.1109/VPPC.2014.7007078, 2015
(**Mój własny wkład w publikację oceniam na 30%.** Byłam odpowiedzialna za strategię sterowania, analizę i weryfikację wyników symulacji oraz ostateczną redakcję tekstu.)

[W6.] Chang Yuhua, Liu Zhiyin, "Clutch-brake System Control Method in Hybrid Power Train with Planetary Transmission", Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, vol. 5, no. 109, pp. 17-30, 2016.
(**Mój własny wkład w publikację oceniam na 50%**. Byłam odpowiedzialna za metodę sterowania, stworzenie modelu baterii i analizę wyników symulacji oraz napisanie tekstu artykułu.)

5.2. Patenty

1. Szumanowski Antoni, **Chang Yuhua**, Piórkowski Piotr, Hajduga Arkadiusz: Hybrydowy układ napędowy, Wynalazek, Zaakceptowany, Numer zgłoszenia: 380718, Numer patentu/prawa: 207072, Data zgłoszenia: 29-09-2006, Data udzielenia (decyzji): 29-10-2010
   (**Mój własny wkład oceniam na 30%.** Byłam odpowiedzialna za optymalizację parametrów komponentów układu napędowego oraz za strategię sterowania przy użyciu modelowania i symulacji.)

2. Szumanowski Antoni, Hajduga Arkadiusz, **Chang Yuhua**: Hybrydowy układ napędowy, Wynalazek, Chroniony, Numer zgłoszenia: 382457, Numer patentu/prawa: P210004, Data zgłoszenia: 18-05-2007, Data udzielenia (decyzji): 30-11-2011
   (**Mój własny wkład oceniam na 30%.** Byłam odpowiedzialna za określenie przez modelowanie i symulację parametrów hybrydowego układu napędowego z przekładnią planetarną oraz za strategię sterowania.)

3. Szumanowski Antoni, Hajduga Arkadiusz, Piórkowski Piotr, **Chang Yuhua**: Hybrydowy elektryczny układ napędowy pojazdu wspomagany przez zespół silnik spalinowy-generator, Wynalazek, Chroniony, Numer zgłoszenia: PL 378822, Numer patentu/prawa: 378822, Data zgłoszenia: 26-01-2006, Data udzielenia (decyzji): 30-09-2011
   (**Mój własny wkład oceniam na 20%.** Byłam odpowiedzialna za optymalizację przy użyciu symulacji parametrów hybrydowego układu napędowego.)

5.3. Dorobek dydaktyczny

1. Od lipca 1992 roku do sierpnia 2000 roku pracowałam jako wykładowca w Wyższej Szkole Technicznej firmy DongFeng Motor Corp. (miasto Shiyan, prowincja Hubei, Chiny). We wrześniu 1994 roku szkoła ta rozpoczęła rekrutację studentów na nowy kierunek studiów: Naprawa i obsługa techniczna samochodów. Byłam odpowiedzialna za przygotowanie jego programu studiów w części dotyczącej wiedzy teoretycznej (studia w wyższych szkołach technicznych w Chinach obejmują zarówno część teoretyczną, jak i praktyczną).
2. Dorobek dydaktyczny w okresie zatrudnienia na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej:
   - Przygotowanie programu przedmiotu *Magazynowanie energii w pojazdach (Energy Storage in Vehicles)* na prowadzonych w języku angielskim studiach pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych (Electric & Hybrid Vehicles Engineering);
   - Przygotowanie programu przedmiotu *Inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych (Electric and Hybrid Vehicles Engineering)* na prowadzonych w języku angielskim studiach pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych (Electric & Hybrid Vehicles Engineering);
   - Przygotowanie, wspólnie ze współpracownikami, instrukcji w języku angielskim do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu *Inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych (Electric and Hybrid Vehicles Engineering)* na

prowadzonych w języku angielskim studiach pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych (Electric & Hybrid Vehicles Engineering);

- Przygotowanie, wspólnie ze współpracownikami, instrukcji w języku angielskim do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu *Elektrotechnika i elektronika I (Electrical Engineering and Electronics I)* na prowadzonych w języku angielskim studiach pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych (Electric & Hybrid Vehicles Engineering);
- Prowadzenie od października 2017 r. wykładów w języku angielskim z przedmiotów *Magazynowanie energii w pojazdach (Energy Storage in Vehicles)* oraz *Inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych (Electric and Hybrid Vehicles Engineering)* na prowadzonych w języku angielskim studiach pierwszego stopnia na kierunku Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych (Electric & Hybrid Vehicles Engineering);
- Prowadzenie od roku 2007 ćwiczeń laboratoryjnych w językach polskim i angielskim z przedmiotów *Elektrotechnika i elektronika I/II* oraz *Inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych*.

5.4. Opieka naukowa nad studentami i doktorantami

- Promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim mgr. inż. Michała Sekreckiego, uczestnika studiów doktoranckich na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Tematem jego rozprawy doktorskiej, napisanej w języku angielskim, było: “Comparative Analysis of Electromechanical Driver for Light Electrical Vehicles Application”. Rada Wydziału SiMR PW nadała stopień naukowy doktora uchwałą z dnia 22 lutego 2017 r. oraz wyróżniła rozprawę.
- Promotor 5 prac dyplomowych inżynierskich, w tym trzech napisanych w języku angielskim:
  - Rutkowski Kajetan: The hybrid powertrain design for bus with roof-photovoltanics system and baterry, 2019
  - Grzeliński Michał: The influence of proper transmission ratio adjustment on the driving range of an electric bus, 2018
  - Dudek Alicja: Dobór parametrów energetycznych napędu hybrydowego szeregowego, 2017
  - Furczak Krystian: Dobór parametrów baterii elektrochemicznej napędu hybrydowego szeregowego z uwzględnieniem wybranego rzeczywistego silnika spalinowego, 2017
  - Xu Wei: Electric vehicle driving range analyze for different batteries, 2010

5.5. Działalność w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych

- Redaktor gościnny specjalnego wydania czasopisma Energies (ISSN 1996-1073): Special Issue "2nd Young Scholar’s Symposium on Battery Design and Management (BDM 2017)"
- Członek Naukowego Komitetu Doradczego konferencji ISEV2017, 26-29 czerwca 2017, Stockholm, Szwecja;

- Członek Komitetu Organizacyjnego konferencji ISEV2013, 26-28 sierpnia 2013, Beijing, Chiny
- Członek Komitetu Organizacyjnego konferencji ISEV2012, 9-10 czerwca 2012, Warszawa, Polska
- Członek Komitetu Organizacyjnego konferencji ISEV2011, wrzesień, Beijing, Chiny
- Członek Komitetu Organizacyjnego konferencji ISEV2010, 10-11 czerwca, Warszawa, Polska
- Członek Komitetu Organizacyjnego konferencji ISEV2009, wrzesień, Beijing, Chiny

Międzynarowe Sympozjum nt. Pojazdów Elektrycznych (International Symposium on Electric Vehicles, ISEV) było elementem jednego z programów współpracy pomiędzy Politechniką Warszawską (koordynatorem z ramienia PW był prof. Antoni Szumanowski) i Beijing Institute of Technology (z ramienia BIT koordynatorem był prof. Sun Fengchun). Byłam jednym z głównych organizatorów sympozjum ISEV, współtworzyłam jego profil, tworzyłam wytyczne i wybierałam wiodące tematy sympozjum, recenzowałam niektóre referaty przeznaczone do wygłoszenia na sympozjum, brałam udział w przygotowywaniu programu i współprzewodniczyłam niektórym sesjom. Sympozja odbywały się corocznie, na przemian w Pekinie i w Warszawie, i gromadziły uczestników z ponad 10 krajów, którzy nawiązywali ścisłą współpracę. Sympozjum nie jest obecnie kontynuowane w Polsce z uwagi na problemy z pozyskaniem dofinansowania, zgromadzeniem odpowiedniej liczby referatów o wysokim poziomie naukowym i wyszukaniem właściwego czasopisma ze strony polskiej w celu publikowania wybranych referatów. Strona chińska (BIT) kontynuowała organizację sympozjum ISEV we współpracy z innymi krajami.

5.6. Udział w projektach

- Główny wykonawca, jako polski partner, w dwóch projektach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej (EU 7FP):
  - 2011.11-2014.10, SAGE (Safe and green road vehicles). Call: FP7-REGIONS-2011-1, No. REGIONS-CT-2011-285833-SAGE;
  - 2012.10-2014.09, INTRASME (Innovative Transport SME Support Action). Call: FP7-TPT.2012.3-2, No. TCS2-GA-2012-314587-INTRASME;
- Uczestniczka trzech projektów Unii Europejskiej:
  - 2010.12-2014.05, WIDE-MOB (Building blocks concepts for efficient and safe multiuse urban electrical vehicles). Call: FP7-SST-2010-RTD-1, No. SCP0-GA-2011-266129
  - 2012.05-2015.04, AVTR (Optimal Electrical Powertrain via Adaptable Voltage and Transmission Ratio). Call: FP7-2012-ICT-GC, No. 314128-AVTR
  - 2012.06-2015.10, IDEAS (Interactive power devices for efficiency in automotive with increased reliability and safety). EU project in ENIAC platform, Call: ENIAC-2011-2/12012/K
- Uczestniczka polskiego projektu badawczego:
  - 2016.01-2017.12, Bateria samochodu elektrycznego jako magazyn energii, No. 504/02832/1151

5.7. Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych po uzyskaniu stopnia doktora

- ISEV2017 (International Symposium on Electric Vehicles), 26-29 czerwca 2017, Stockholm, Szwecja
- XXIX Konferencja Naukowa Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych (XXIX PRMR), 25-27 stycznia 2016, Zakopane, Polska
- EVS 28-2015, 28th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 3-6 maja 2015, Goyang, Korea
- 2014 IEEE Transportaion Electrifcation Conference and Expo Asia-Pacifc, 2014, Beijing, Chiny
- TRA2014, Transport Research Arena, 14-17 kwietnia 2014, Paris, Francja
- EVS 27-2013, 27th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 17-20 listopada 2013, Barcelona, Hiszpania.
- EVS 26-2012, 26th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 6-9 maja 2012, Los Angeles, USA.
- EVS 25-2010, 25th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 7-9 listopada 2010, Shenzhen, Chiny.
- EVS 24-2009, 24th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 13-16 maja 2009, Stavanger, Norwegia.
- EET-2007 European Ele-Drive Conference, "Hybrid drive for ultralight city cars", 30 maja - 1 czerwca 2007, Brussels, Belgia.

5.8. Współpraca międzynarodowa

- Od roku 2005 byłam organizatorką współpracy pomiędzy Politechniką Warszawską i Beijing Institute of Technology. Byłam odpowiedzialna za organizację wzajemnych wizyt, wymianę wiedzy oraz nowe tematy badań, wymianę młodych naukowców, organizację wspólnych konferencji naukowych, itp. w dziedzinie pojazdów elektrycznych i hybrydowych.
- Byłam zaangażowana w naukową i przemysłową współpracę pomiędzy Chinami i Polską w dziedzinie pojazdów elektrycznych i hybrydowych przez wspomaganie polskich badaczy przy poszukiwaniu chińskich partnerów do przemysłowego wdrażania ich osiągnięć lub wspomaganie badaczy chińskich przy poszukiwaniu polskich przedsiębiorstw w celu komercjalizacji ich osiągnięć. Organizowałam i byłam zaangażowana w różne chińsko-polskie projekty dwustronne od roku 2005.
- Podczas prowadzenia przeze mnie dwóch projektów 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej (EU FP 7, projekty SAGE i INTRASME), z powodzeniem stworzyłam platformę współpracy i powiązania pomiędzy partnerem polskim oraz partnerami z regionu Göteborga (Chalmers University), regionu Ratyzbony (Hochschule Regensburg), regionu Piemontu (Politecnico di Torino) i regionu Paryża (różne instytucje badawcze). Zasadnicza idea platformy współpracy polega na udostępnianiu wyposażenia badawczego i wymianie młodych badaczy z dziedziny bezpiecznych i przyjaznych środowisku pojazdów drogowych. W czasie realizacji projektów byłam odpowiedzialna za organizację spotkań projektowych i warsztatów w Warszawie, mających na celu wspieranie polskich małych i średnich przedsiębiorstw, a także za organizację polskich grup odwiedzających w celach szkoleniowych regiony partnerskie.

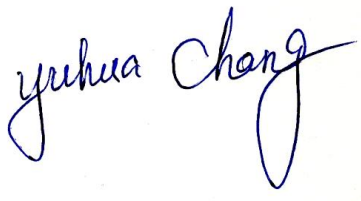
6. Podsumowanie dorobku naukowego

Pełne zestawienie moich publikacji oraz statystyka cytowań są pokazane w tabelach 1 i 2. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikowałam **8** artykułów w czasopismach notowanych w bazie danych **Journal Citation Reports (JCR)**. Ogólny **5-letni Impact Factor** dla tych czasopism wynosi **22,27**, zaś **całkowity Impact Factor dla roku** opublikowania artykułów wynosi **21,06**.

Ogólna liczba cytowań moich publikacji (na dzień 8 marca 2019 r.) według bazy **Web of Science** wynosi **203**, podczas gdy **indeks Hirscha (H-index)** wynosi **5**; odpowiednie wartości według bazy Google Scholar to **426** (cytowania) i **8** (indeks Hirscha). **Suma punktów** przypisanych moim publikacjom **po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (zgodnie z wykazem opublikowanym przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego)** wynosi **313**, podczas gdy **wynikiem „indywidualnym" jest wartość 168,17 punktów**.

Tabela 1. Wykaz osiągnięć naukowych

Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Monografie	*1 (Współautorstwo)*	*1 (Monografia habilitacyjna)*	***2***
Publikacje w czasopismach z bazy JCR	*0*	*8*	***8***
Publikacje w czasopismach z części B wykazu MNiSW	*1*	*1*	***2***
Opublikowane referaty z konferencji międzynarodowych	*5*	*7*	***12***
Patenty	*0*	*3*	***3***
Razem	**7**	**20**	**27**

Tabela 2. Statystyka cytowań (stan na dzień 8.03.2019 r.)

Baza danych	Liczba cytowań	Indeks Hirscha
Web of Science	*203*	*5*
Google Scholar	*426 (od roku 2007: 418)*	*8*