

Działalność naukowa i dydaktyczna Zakładu Pojazdów Szynowych Politechniki Poznańskiej

Omówiono główne kierunki badań naukowych prowadzonych w Zakładzie Pojazdów Szynowych oraz działalności dydaktycznej. Przedstawiono także krótką historię Zakładu.

1. Wprowadzenie

Rozwój każdej gospodarki krajowej, jak również światowej prowadzi do globalizacji procesów gospodarczych. Globalizacja wymusza tworzenie systemów logistycznych obejmujących regiony, państwa i kontynenty. Podstawą rozwoju globalnych procesów gospodarczych jest przemieszczanie surowców, wytworów oraz zasobów ludzkich.

Przyjęcie Polski do Unii Europejskiej spotęgowało rozwój dwóch głównych środków transportu: drogowego i szynowego. Najbardziej widoczny jest rozwój infrastruktury drogowej w naszym kraju, która po latach zaniedbania nadrabia stracony czas. W zakresie transportu szynowego główny kierunek rozwoju skierowany jest na przewozy pasażerskie z dużą prędkością. Pociągi z dużą prędkością w wielu krajach z powodzeniem konkurują z transportem lotniczym, oferując pasażerom komfort i wygodę podróżowania.

Przejście Polski do gospodarki rynkowej spowodowało głębokie zmiany w funkcjonowaniu polskiego transportu szynowego. Do najważniejszych zmian można zaliczyć:

- brak instytucji centralnego planowania przewozów,
- zmniejszenie dotacji z budżetu państwa,
- wprowadzenie nowej taryfy przewozowej,
- powstanie spółek z udziałem kapitału zagranicznego,
- postępującą restrukturyzację Polskich Kolei Państwowych.

Transport szynowy posiada wiele zalet w stosunku do innych środków transportu, czyniąc go bardziej konkurencyjnym. Główne zalety transportu szynowego to:

- zdolność do przewozów masowych,
- niewielki wpływ warunków atmosferycznych na regularność ruchu,
- łatwość automatyzacji załadunków i rozładunku towarów,
- mała energochłonność przewozów,
- najmniejszy ze wszystkich środków transportu ujemny wpływ na środowisko.

Wymienione zalety powodują, że kolejowy transport szynowy posiada szansę dalszego rozwoju i będzie z powodzeniem konkurował z innymi środkami transportu. Jednocześnie kolej jest podstawowym elementem strategicznym rozwoju gospodarki każdego kraju. Dlatego też istniejący od 50 lat Zakład Pojazdów Szynowych Politechniki Poznańskiej wychodzi naprzeciw wyzwaniom stawianym przez transport szynowy. Prowadzone badania naukowe oraz kształcenie nowej kadry przez pracowników Zakładu w znacznym stopniu przyczyniają się do rozwoju tej gałęzi

transportu.

2. Krótka historia Zakładu Pojazdów Szynowych

Zakład Pojazdów Szynowych wchodzi w skład Instytutu Silników Spalinowych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Wywodzi się wprost z Katedry Pojazdów Szynowych, utworzonej w 1956 roku na Wydziale Budowy Maszyn ówczesnej Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Poznaniu [52].

Organizatorem Katedry i jej pierwszym Kierownikiem był doc. dr inż. Franciszek Tatara, absolwent Politechniki Lwowskiej, od 1928 roku związany z Poznaniem, znakomity konstruktor i wieloletni pracownik Zakładów Hipolita Cegielskiego i Centralnego Biura Konstruktoryjnego Przemysłu Taboru Kolejowego w Poznaniu.

W początkowym okresie Katedra zatrudniała dwóch pracowników stałych: doc. dr inż. Franciszka Tatarę i mgr. inż. Stanisława Gieżyńskiego. Po dziesięciu latach było już siedmiu pracowników etatowych i pięciu dochodzących. Pracownikami stałymi byli: doc.dr. inż. Franciszek Tatara, mgr inż. Jerzy Nowicki, mgr inż. Magdalena Wolnowska, mgr inż. Jerzy Kwaśnikowski, mgr inż. Mieczysław Ofierzyński, mgr inż. Bogusław Kasprzak i mgr inż. Wiesław Sypka.

W 1967 roku Katedra Pojazdów Szynowych została przeniesiona na nowo powstały Wydział Maszyn Roboczych i Pojazdów, utworzony z dawnego Wydziału Mechanizacji Rolnictwa, a w 1970 roku w wyniku zmian strukturalnych w Politechnice Poznańskiej – przekształcona w Zakład Pojazdów Szynowych, funkcjonujący w strukturze Instytutu Wysokoprężnych Silników Okrętowych i Kolejowych Politechniki Poznańskiej. Kierownikiem Zakładu był nieprzerwanie doc dr inż. Franciszek Tatara. Po jego przejściu na emeryturę, od 1 października 1973 do 31 sierpnia 1991 roku Zakładem kierował doc. dr inż. Jerzy Nowicki. W tym czasie Zakład rozwinął się jakościowo i ilościowo. W szczytowym okresie pracowało w nim 19 osób, w tym dwóch profesorów zwyczajnych: prof. dr hab. inż. Włodzimierz Gąsowski i prof. dr hab. inż. Jan Gronowicz [52].

Od 1 września 1991 do 31 sierpnia 1993 roku Zakładem kierował prof. dr hab. inż. Włodzimierz Gąsowski, od 1 września 1993 do 31 sierpnia 2001 – prof. dr hab. inż. Jan Gronowicz, a po jego przejściu na emeryturę – ponownie do 30.09.2002 prof. dr hab. inż. Włodzimierz Gąsowski.

Od 01.10.2002 kierownikiem Zakładu jest dr hab. inż. Franciszek Tomaszewski, profesor Politechniki Poznańskiej. Zakład zatrudnia siedmiu pracowników naukowo-dydaktycznych i dydaktycznych oraz dwóch pracowników inżynieryjno-technicznych. W ramach działających na wydziale studiów doktoranckich, siedmiu doktorantów

Zakładu Pojazdów Szynowych realizuje prace doktorskie, których opiekunami naukowymi są pracownicy Zakładu. Doktoranci oprócz realizacji prac doktorskich prowadzą zajęcia dydaktyczne i uczestniczą w bieżących pracach Zakładu.

3. Działalność naukowa i badawcza Zakładu

Zakład Pojazdów Szynowych mimo nielicznej kadry naukowej, wspieranej doktorantami oraz współpracą z przemysłem skutecznie wychodzi naprzeciw problemom współczesnego kolejowego transportu szynowego. Tematyka prac naukowych i badawczych realizowanych przez pracowników Zakładu jest bardzo szeroka. Zajmują się Oni następującymi zagadnieniami:

- badaniami właściwości dynamicznych oraz aerodynamiką pociągów,
- badaniami procesów hamowania pociągów,
- racjonalizacją i optymalizacją systemów eksploatacji kolejowych pojazdów szynowych,
- optymalizacją pracy lokomotyw spalinowych w aspekcie ekonomicznym,
- modelowaniami i badaniami symulacyjnymi ruchu pociągów,
- modelowaniem oraz analizą systemów i procesów transportowych,
- badaniami i analizami bezpieczeństwa systemów transportowych,
- badaniami diagnostycznymi pojazdów szynowych oraz budową modeli diagnostycznych,
- badaniem i oceną poziomu drgań zespołów kolejowych pojazdów szynowych,
- badaniami poziomu hałasu generowanego przez kolejowe pojazdy transportu szynowego oraz ich wpływu na otoczenie,
- oceną i ochroną środowiska w transporcie szynowym,

Pracownicy Zakładu zajmują się również tworzeniem podstaw teoretycznych z zakresu dynamiki i aerodynamiki pojazdów, bezpieczeństwa systemów transportowych, teorii hamowania i procesów transportowych oraz związków diagnostyki z niezawodnością obiektów transportu szynowego. W tym zakresie podjęto i zrealizowano w Zakładzie kilka tematów prac badawczych [13].

4. Prace naukowe i badawcze Zakładu

W Zakładzie Pojazdów Szynowych realizowane są w roku średnio 2÷3 granty KBN, kilka prac badawczych finansowanych z środków działalności statutowej i badania własne. Ponadto dzięki ścisłej współpracy z Instytutem Pojazdów Szynowych TABOR i Zakładem Taboru w Poznaniu oraz innymi jednostkami gospodarczymi pracownicy Zakładu mają możliwość dostępu do bazy laboratoryjnej, korzystania z obiektów badań oraz pozyskania danych do analiz i ocen kolejowych systemów transportowych i ich elementów.

Badania z zakresu dynamiki, wytrzymałości oraz badania układów hamulcowych pojazdów szynowych

W ramach badania właściwości dynamicznych konstrukcji zawieszek, stworzono narzędzie dla projektantów w postaci metod oraz zasad doboru i optymalizacji parametrów zawieszek pojazdów szynowych już na etapie projektowania [1, 2, 7].

Badania oporów aerodynamicznych pojazdów szynowych i pociągów pozwoliły na ustalenie zależności zachodzącej pomiędzy parametrami geometrycznymi pojazdu szynowego i grupy pojazdów w różnych warunkach otoczenia a ich oporami aerodynamicznymi. Przedstawiono analityczne i eksperymentalne sposoby obliczeń oporów tarcia powietrza i oporów ciśnienia [6, 8, 11, 12].

Prowadzone są badania, których celem jest ustalenie kryteriów wyboru, a także oceny fizycznych i matematycznych modeli układów nośnych oraz zawieszek dla realizacji badań eksperymentalnych prowadzonych na trasie i na stanowisku, ze szczególnym uwzględnieniem weryfikacji modeli tłumienia wewnętrznego w układzie [2, 4].

Kontynuowane są także prace w zakresie określania stanów obciążeń i wyężenia układów nośnych pojazdów szynowych, wykonuje się analizy w zakresie statycznej i dynamicznej pracy konstrukcji nośnych pojazdów szynowych [3, 5].

W ramach prac z zakresu pneumatycznych i mechanicznych układów hamulcowych przeprowadzono badania laboratoryjne materiałów ciernych przeznaczonych na klocki i okładziny hamulcowe [41]. Opracowano modele analityczne i symulacyjne pracy urządzeń i układów hamulcowych oraz procesów hamowania pociągów w celu poprawy ich skuteczności [14, 43, 44]. Prace na ten temat przyczyniły się do poznania procesów zachodzących w pneumatycznych urządzeniach hamulcowych pojazdów szynowych i układach całopociagowych [39, 40, 42]. Wykorzystując symulacyjne metody obliczeń w ramach współpracy z Instytutem Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu, opracowano koncepcję i prototypowe modele badawcze następujących nowych urządzeń i systemów hamulcowych:

- ujednoczonego zaworu rozrządczego dla pneumatycznych hamulców wagonowych,
- sterującego zespołu lokomotywowego hamulca elektropneumatycznego,
- zespołu mikroprocesorowego sterowania układem przeciwpoślizgowym dla hamulców wagonowych, spełniającego wymagania UIC.

Badania z zakresu eksploatacji pojazdów szynowych

Jednym z istotnych kierunków działalności naukowej Zakładu Pojazdów Szynowych są zagadnienia szeroko pojętej eksploatacji pojazdów szynowych i nie tylko. Ten kierunek działalności związany jest z badaniami niezawodnościowymi, diagnostycznymi, ocenami bezpieczeństwa oraz poziomu drgań i hałasu spalinowych pojazdów szynowych.

W ramach badań niezawodnościowych dokonano oceny niezawodności pojazdów szynowych i systemów transportu kolejowego [23, 34, 50]. Korzystając z wyników badań własnych oraz innych autorów, opracowano charakterystyki liczbowe i funkcyjne wybranych zmiennych losowych. Stworzono wielostanowe modele niezawodnościowe lokomotyw spalinowych i ich systemów eksploatacji oraz wyznaczono charakterystyki różnych frakcji czasów eksploatacji pojazdów szynowych oraz charakterystyki bezpieczeństwa systemów pojazdów lądowych [24, 27, 30, 33, 35].

Badania diagnostyczne silników spalinowych pojazdów szynowych realizowane są w rzeczywistych warunkach ich eksploatacji. W efekcie tych badań wyznaczono

stany graniczne i dopuszczalne parametrów diagnostycznych, wyznaczono relacje pomiędzy parametrami sygnału wibroakustycznego a wartościami luzów elementów wybranych zespołów silnika spalinowego [51, 53, 58]. Zbadano i wyznaczono wpływ procesu uszkodzeń zachodzący w silniku spalinowym na zmiany parametrów sygnału wibroakustycznego oraz przeprowadzono analizę możliwości prognozowania przyszłych stanów technicznych silników spalinowych na podstawie zarejestrowanych w eksploatacji parametrów diagnostycznych [54, 56, 59].

Efektem prowadzonych od kilku lat badań diagnostycznych jest opracowany ogólny model diagnostyczno-niezawodnościowy silnika spalinowego lokomotywy. Model ten umożliwi ocenę ogólnego stanu niezawodnościowego silnika na poziomie głównych jego układów oraz zespołów, przy znanym wektorze parametrów sygnału diagnostycznego [55]. Jednocześnie model ten może być wykorzystany do badań symulacyjnych stanów niezawodnościowych układów silnika spalinowego. Na podstawie wyników badań opracowano ogólną metodę diagnozowania w eksploatacji silnika spalinowego typu 2112SSF na podstawie procesów wibroakustycznych, która jest obecnie stosowana w Zakładzie Taboru w Poznaniu.

Badania związane z pomiarem i oceną poziomu hałasu wewnątrz spalinowych pojazdów szynowych oraz w ich otoczeniu zapoczątkowano w 1997 roku. Przeprowadzono pomiary hałasu podczas postoju wewnątrz oraz w otoczeniu spalinowych i elektrycznych pojazdów szynowych w przedziałach pracy urządzeń zainstalowanych w pojazdach ze szczególnym uwzględnieniem kabiny maszynisty. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów hałasu dokonano oceny poziomu hałasu panującego w otoczeniu oraz wewnątrz pojazdu z uwzględnieniem dopuszczalnych poziomów podanych w normach [49, 57].

Jednocześnie wraz z realizowanymi badaniami naukowymi dotyczącymi diagnostyki silników spalinowych pojazdów szynowych zbudowano stanowisko laboratoryjno-badawcze znajdujące się w Zakładzie Taboru w Poznaniu oraz w Politechnice Poznańskiej, które jest wykorzystywane w badaniach oraz w procesie dydaktycznym.

Wiele prac poświęcono zagadnieniom ekologii w transporcie lądowym i zagadnieniom związanych z zagrożeniami środowiska przez kolejowy transport szynowy [18, 19, 21, 22].

Badania z zakresu racjonalizacji i optymalizacji systemów eksploatacji kolejowych pojazdów szynowych

W nurcie problematyki badawczej związanej z racjonalizacją i optymalizacją systemów eksploatacji kolejowych pojazdów szynowych dokonano oceny stanu systemów eksploatacji lokomotyw spalinowych i elektrycznych oraz wagonów osobowych i towarowych.

Dokonano przeglądu możliwości opisu modeli systemów obsługowych z operacjami technologicznymi demontażu i montażu obiektów technicznych. Złożoność systemów kolejowych pojazdów szynowych sprawia, że jedyną efektywną metodą ich badań jest metoda modelowania cyfrowego. Opracowano i oprogramowano szereg modeli systemów obsługowych pojazdów szynowych, a w tym modeli systemów obsługi wagonów towarowych w wagonowniach z potokową linią obsługową i pracujących metodą stanowiskową [25, 26, 28, 29]. Stworzono model systemu eksploatacji wagonów osobowych. Podjęto prace

nad problematyką modelowania zakłóceń działania systemów obsługi i użytkowania obiektów technicznych. Opracowano koncepcję optymalizacji systemów kolejowych pojazdów szynowych [31, 32].

Prowadzono także prace dotyczące trakcji spalinowej, w tym związane z optymalizacją pracy lokomotyw spalinowych w aspekcie energetycznym [16, 17]. Szczególną uwagę zwrócono na pracę maszyn pomocniczych w tych lokomotywach oraz racjonalny dobór układu napędowego. Z przeprowadzonych analiz wynika, że realizacja proponowanych rozwiązań prowadzi do znacznego zmniejszenia zużycia oleju napędowego [20, 45].

W celu analizy podstawowego ruchu pociągu opracowano pakiet programów symulacyjnych, wg różnych sposobów prowadzenia pociągów, zależnie od przyjętego kryterium oceny przejazdu [36, 37]. Uwzględniono sterowanie minimalno-czasowe (forsowne), sterowanie quasi-forsowne z regulacją czasu jazdy przez obniżenie prędkości dopuszczalnej, sterowanie energooptymalne, umożliwiające regulację czasu przejazdu przez wymuszenie odcinków jazdy wybiegiem. Zaletą opracowanych programów jest przestrzeganie rzeczywistych warunków ruchu. Modele symulacyjne mogą być wykorzystane do symulacji energooptymalnego prowadzenia pociągów, obliczania czasów jazdy, oceny prawidłowości rozkładu jazdy pod względem możliwości realizacji z zadanym składem, równomierności rozłożenia rezerw czasowych, a także do doboru składu pociągu, do oceny kosztów zakłóceń ruchu, szczególnie nieplanowych zatrzymań, do obliczeń trakcyjnych pojazdów napędnych w dowolnej fazie istnienia pojazdu, do wariantowania przewidywanych do projektowania pojazdów lub do oceny właściwości pojazdu przed i po ewentualnej modernizacji [31, 48].

Opracowane modele symulacyjne były wykorzystane w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu do analizy właściwości trakcyjnych lokomotyw dużej mocy w fazie projektowania wstępnego i wyboru wersji. Wykorzystano je również w budowie elektrycznej lokomotywy EP09. Wyniki badań wykorzystano na PKP do opracowania instrukcji energooszczędnego prowadzenia pociągów dla maszynistów.

Innym istotnym problemem w transporcie kolejowym jest właściwy dobór pojazdu trakcyjnego do określonych zadań przewozowych. Opracowane modele symulacyjne ruchu pociągów pozwalają na wybór konkretnej lokomotywy do zadań ze zbioru istniejących pojazdów albo wybór lokomotywy ze zbioru pojazdów hipotetycznych [36, 48]. Do rozwiązania takich zagadnień zastosowano symulację cyfrową jazdy pociągów i bayesowską teorię decyzji.

5. Działalność dydaktyczna Zakładu

Zakład Pojazdów Szynowych zatrudnia siedmiu nauczycieli akademickich w tym dwóch ze stopniem doktora habilitowanego, jednego profesora zwyczajnego i jednego doktora w ramach umowy o dzieło. Ponadto proces dydaktyczny wspierany jest przez doktorantów Zakładu.

Działalność naukowa i badawcza pracowników Zakładu jest zbieżna z tematyką przedmiotów dydaktycznych przez nich prowadzonych w ramach dwóch specjalności: transport szynowy oraz pojazdy transportu masowego.

Zakład Pojazdów Szynowych posiada trzy laboratoria:

- laboratorium do badań diagnostycznych i wibroakustycznych pojazdów szynowych,
- laboratorium związane z budową pojazdów szynowych oraz ich urządzeń pomocniczych,
- laboratorium komputerowe przeznaczone do modelowania cyfrowego i badań symulacyjnych w transporcie.

Ponadto studenci w ramach zajęć dydaktycznych programowych oraz dla realizacji prac dyplomowych korzystają z bardzo dobrze wyposażonej bazy laboratoryjnej i badawczej Instytutu Pojazdów Szynowych TABOR oraz stanowiska diagnostycznego (wibroakustycznego) znajdującego się w Zakładzie Taboru w Poznaniu, które zostało utworzone wspólnie z Zakładem Pojazdów Szynowych. Do badań diagnostycznych zespołów pojazdów szynowych studenci mają do dyspozycji następujące stanowiska badawcze:

- stanowisko do oceny stanu technicznego łożysk tocznych,
- stanowisko do oceny stanu technicznego przekładni zębatej, pozwalające na zmianę parametrów pracy przekładni,
- stanowisko do oceny stanu niewyrównoważenia elementów obrotowych,
- stanowisko do oceny stanu technicznego sprężarki powietrza lokomotyw, pozwalające na symulowanie różnych uszkodzeń sprężarki.

Laboratorium naukowe i badawcze związane z wibroakustyką wykorzystywane jest do badań diagnostycznych pojazdów szynowych oraz oceny poziomu drgań i hałasu pojazdów szynowych i ich otoczenia. Wyposażone jest w nowoczesną aparaturę pomiarowo-badawczą, spełniającą normy międzynarodowe.

Laboratorium związane z budową pojazdów szynowych oraz urządzeń pomocniczych wyposażone jest w szereg zespołów i urządzeń pojazdów szynowych, na których studenci mają możliwość zapoznania się z ich budową i działaniem. Możliwe jest wyznaczanie i sprawdzanie podstawowych ich charakterystyk. Na uwagę zasługują zbudowane stanowiska do:

- badania zaworów rozrządzących i zaworów maszynisty,
- oceny pracy układów hamulcowych,
- badania materiałów ściernych stosowanych na klocki hamulcowe oraz okładziny cierne hamulców tarczowych pojazdów szynowych.

Laboratorium komputerowe przeznaczone do modelowania cyfrowego i badań symulacyjnych wykorzystywane jest do badań systemów i procesów transportowych oraz systemów eksploatacji środków transportu. Wyposażone jest ono w specjalistyczne oprogramowanie.

Wymienione laboratoria wykorzystywane są do badań naukowych przez pracowników Zakładu, studentów realizujących prace dyplomowe i przejściowe oraz w ramach ćwiczeń laboratoryjnych.

6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono w ogólnym zarysie problematykę prac naukowych i badawczych realizowanych w Zakładzie Pojazdów Szynowych Politechniki Poznańskiej. Osiągnięcia naukowe i badawcze pracowników Zakładu Pojazdów Szynowych są w ścisłym związku z realizowa-

nym procesem dydaktycznym i zainteresowaniami naukowymi pracowników. W ostatnim okresie do głównych osiągnięć pracowników Zakładu można zaliczyć:

- wykorzystywanie wyników badań i analiz dynamicznych w projektowaniu pojazdów szynowych w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu,
- opracowanie modeli symulacyjnych ruchu pociągów,
- wykorzystanie modeli symulacyjnych w budowie lokomotywy elektrycznej EP09,
- opracowanie modeli systemów i procesów transportowych,
- opracowanie wielostanowych modeli systemów eksploatacji środków transportu,
- opracowanie i oprogramowanie modeli systemów obsługowych pojazdów szynowych,
- opracowanie modeli oraz charakterystyk bezpieczeństwa systemów kolejowych pojazdów szynowych,
- opracowanie modeli analitycznych i symulacyjnych pracy urządzeń i układów hamulcowych oraz procesów hamowania pociągów,
- opracowanie i wykonanie prototypu sterującego zespołu lokomotywowego hamulca elektropneumatycznego (wersja mikroprocesorowa i analogowa) do badań stanowiskowych,
- opracowanie koncepcji mikroprocesorowego układu przeciwpoślizgowego dla wagonów osobowych,
- opracowanie wibroakustycznej metody diagnozowania silników spalinowych lokomotyw stosowanej w Zakładzie Taboru w Poznaniu,
- ocenę poziomu drgań i hałasu lokomotyw spalinowych i elektrycznych oraz poziomu hałasu w ich otoczeniu i podczas jazdy pociągów,
- ocenę zanieczyszczenia środowiska przez kolejowy transport szynowy.

Artykuł opracowano przy współdziałaniu pracowników Zakładu Pojazdów Szynowych.

Literatura

- [1] Barczak A., Gąsowski W., *Wrażliwość parametryczna częstości drgań własnych modeli zawieszonych pojazdów szynowych. Materiały X Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”*, Wrocław 1994.
- [2] Barczak A., *Macierz tłumienia modalnego w modelowaniu układów nośnych pojazdów szynowych. Pojazdy Szynowe, nr 3, 1999.*
- [3] Barczak A., *Wpływ tłumienia wewnętrznego konstrukcji nośnej na charakterystyki dynamiczne układu z punktowym tłumikiem wiskotycznym. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Maszyny Robocze i Transport. 2003, nr 56.*
- [4] Barczak A., *Zastosowanie modalnych kryteriów sterowalności i obserwowalności w tworzeniu modelu dynamiki pojazdu. Pojazdy Szynowe, nr 4/2003.*
- [5] Barczak A., *Zastosowanie miar obserwowalności układu do oceny wyboru wektora wielkości mierzo-nych w modelu pojazdu. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Maszyny Robocze i Transport, 2004, nr 57.*

- [6] Gąsowski W., *Zarys badań aerodynamicznych pojazdów szynowych. Przegląd Mechaniczny*, 1992, nr 19, 23–24, s. 14 i 19÷20.
- [7] Gąsowski W., Marciniak Z., *Konstrukcje oraz modele wózków i układów zawieszonych wagonów i lokomotyw przeznaczonych do jazdy z dużymi prędkościami. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1993*, s. 137.
- [8] Gąsowski W., *Znaczenie badań aerodynamicznych pojazdów szynowych. Przegląd Kolejowy*, 1994, nr 12, s. 7÷10.
- [9] Gąsowski W., Marciniak Z., Sobaś J., *Zawieszania aktywne pojazdów szynowych. Problemy Kolejnictwa*, 1994, nr 117.
- [10] Gąsowski W., *Osobienności aerodynamicznych resce-tow wysokoskorostnych poezdov. Dokład na zasedanii Akademii Transporta Rossijskiej Federacji, St. Petersburg 1996*.
- [11] Gąsowski W., *Obliczanie aerodynamicznych oporów ruchu pociągów pasażerskich. Technika Transportu Szynowego*, 1997, nr 7–8.
- [12] Gąsowski W., *Aerodynamika pociągu. Wyd. ITE, Radom 1998*, s. 192.
- [13] Gąsowski W., *Działalność Zakładu Pojazdów Szynowych. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy*, 2000, nr 50, s.51÷68.
- [14] Gąsowski W., Piechowiak T., *Matematyczny opis zjawisk zachodzących w układzie pneumatycznym hamulca pociągu. Pojazdy Szynowe. – nr 1,2004, s. 1÷14*.
- [15] Gronowicz J., *Energochłonność transportu kolejowego – trakcja spalinowa. WKiŁ, Warszawa 1990*.
- [16] Gronowicz J., Kasprzak B., Tomaszewski F., *Estymaty pracy silnika spalinowego lokomotyw w warunkach biegu jałowego. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1992*.
- [17] Gronowicz J., *Racjonalizacja pracy urządzeń pomocniczych lokomotyw spalinowych. Materiały IX Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, grudzień 1992*.
- [18] Gronowicz J., *Ekologia a drogi kolejowe. ZNPP, Budownictwo Lądowe*, 1995, nr 41.
- [19] Gronowicz J., *Ochrona środowiska w transporcie lądowym. Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1996*.
- [20] Gronowicz W., *Oszczędność energii w transporcie kombinowanym. Materiały III Międzynarodowego Sympozjum Ukraińskich Inżynierów Mechaników, Lwów 1997*.
- [21] Gronowicz J., *Ochrona środowiska w transporcie szynowym – niezbędne kierunki działań. Mat. XIII Konf. Naukowej „Pojazdy Szynowe’98”, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej w Gliwicach*, 1998, nr 32.
- [22] Gronowicz J., *Ochrona środowiska w transporcie lądowym. Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2003*.
- [23] Kadziński A., *Badania niezawodności pojazdów szynowych w świetle problematyki z wybranych konferencji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport*, 1998, z. 32, s. 103÷113.
- [24] Kadziński A., *Koncepcje planowania i optymalizacji eksploatacji pojazdów z uwzględnieniem ich niezawodności na przykładzie pojazdów szynowych. Czasopismo Techniczne, Mechanika,Z. 2-M/1991, Wyd. Politechniki Krakowskiej*, s. 108÷122.
- [25] Kadziński A., *Modele systemów obsługi wagonów towarowych w wagonowniach. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy*, 1993, nr 36, s. 79÷95.
- [26] Kadziński A., *Wielostanowe modele lokomotyw spalinowych i ich systemów eksploatacji. Materiały X Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, Wrocław 1994*, s. 89÷105.
- [27] Kadziński A., *Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa systemów kolejowych pojazdów szynowych. Materiały XII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, Poznań-Rydzyna 1996*, s. 132÷138.
- [28] Kadziński A., *Wykorzystanie koncepcji sieci ewaluacyjnych w modelowaniu systemów obsługowych obiektów technicznych. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, kwartalnik PAN*, 1991, z. 4, s. 509÷522.
- [29] Kadziński A., Kasprzak B., *Optymalizacja elementarnych systemów obsługowych obiektów technicznych metodą Powella. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, kwartalnik PAN*, 1993, z. 4, s. 517÷530.
- [30] Kadziński A., Mierzejewski E., *Ilościowa analiza stanów bezpieczeństwa systemu człowiek – technika kolejowa – środowisko. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy*, 1997, nr 47, s. 45÷62.
- [31] Kadziński A., Woźniak A., *Modelowanie i symulacja procesów obsługi w sekwencyjnych systemach obsługowych zakłócanych dodatkowymi fazami obsługi. Materiały I Konferencji Naukowej KONBiN’99, Zakopane-Kościelisko 1999*, s. 97÷104.
- [32] Kadziński A., Tomaszewski F., *Badanie wpływu fazy diagnozowania spalinowych silników trakcyjnych na charakterystyki efektywnościowe systemów eksploatacji lokomotyw. Materiały X Konferencji Naukowej „Diagnostyka Maszyn Roboczych i Pojazdów”, Bydgoszcz-Borówno 1999, cz. 1, s. 267÷275*.
- [33] Kadziński A., Gill A., *Metoda badania ryzyka utraty zdrowia u ludzi w wyniku zderzeń samochodów. Problemy Eksploatacji. 2002, nr 1, s. 121÷131*.
- [34] Kadziński A., *O modelach i badaniach symulacyjnych systemów kolejowych pojazdów szynowych w aspekcie ich niezawodności. Niezawodność systemów, XXX Zimowa Szkoła Niezawodności, Szczyrk 2002 / Sekcja Podstaw Eksploatacji Komitetu Budowy Maszyn PAN*, 2002, s. 158÷170.
- [35] Kadziński A., *Klasa sześciostanowych niezawodnościowych markowskich modeli pojazdów szynowych. Pojazdy Szynowe / Instytut Pojazdów Szynowych "TABOR" w Poznaniu. 2003, nr 1*.
- [36] Kwaśnikowski J., *Modelowanie i symulacja komputerowa procesu ruchu pociągu. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1992*.
- [37] Kwaśnikowski J., Voss G., Sanfleben D., *Simulation of energy saving high speed train operation. Modeling and Simulation 1995. Proc. 1995 European Simulation Multiconf., Prague 1995*, s. 370÷373.

- [38] Kwaśnikowski J., *Wiarygodność danych do symulacji przejazdu pociągu. Materiały X Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”*, Wrocław 1994, t. 2, s. 150 ÷ 160.
- [39] Nowicki J., Piechowiak T., *Simulation Computations of Pneumatic Braking System of Railway vehicles. Archives of Transport, Polish Academy of Sciences, 1990, Vol. 2, s. 99 ÷ 115.*
- [40] Nowicki J., Piechowiak T., *Wykorzystanie symulacyjnych metod obliczeń procesu hamowania pociągu przy projektowaniu automatycznego hamulca elektropneumatycznego. Materiały VIII Konferencji „Pojazdy Szynowe”*, Warszawa 1990, s. 205 ÷ 214.
- [41] Nowicki J., *Badania materiałów ciernych dla hamulca tarczowego pojazdów szynowych. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, kwartalnik PAN, 1990 z. 2 i 3, s. 82 ÷ 83, s. 247 ÷ 264.*
- [42] Nowicki J., Piechowiak T., *Modelowanie pracy pneumatycznego układu hamulca pociągu podczas hamowania. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy, 1992, nr 37, s. 99 ÷ 117.*
- [43] Nowicki J., *Analityczne możliwości oceny skuteczności hamowania pociągów. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji, Wilno 1996.*
- [44] Nowicki J., *Wpływ wybranych parametrów hamulca i pociągu na skuteczność hamowania. Materiały XII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, Poznań-Rydzyna 1996.*
- [45] Kaprzak B., Kwaśnikowski J., *Wpływ zmieniających się warunków wykonania zadania przewozowego na zużycie energii przez pojazd trakcyjny. Materiały IX Krajowej Konferencji „Pojazdy Szynowe”, Kraków 1992, s. 421 ÷ 427.*
- [46] Kaprzak B., *Dobór mocy lokomotywy elektrycznej do ruchu pasażerskiego. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy, 1994, nr 41, s. 187 ÷ 205.*
- [47] Kasprzak B., *Optymalne parametry lokomotywy elektrycznej do prowadzenia pociągów pasażerskich. Materiały X Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, t. 2, s. 115 ÷ 123, Wrocław 1994.*
- [48] Kasprzak B., *Dobór mocy lokomotywy elektrycznej do ruchu towarowego. Z.N.PP., seria Maszyny Robocze i Pojazdy, nr 43/1995, s. 39 ÷ 46.*
- [49] Kasprzak B., Tomaszewski F., *Wpływ zmniejszenia prędkości obrotowej biegu jałowego na poziom drgań i hałasu silnika 14D40, ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy, 1990, nr 35, s. 101 ÷ 119.*
- [50] Kasprzak B., Tomaszewski F., *Badania niezawodności kolejowych silników spalinowych. ZNPP, Maszyny Robocze i Pojazdy, 1990, nr 35, s. 87 ÷ 99.*
- [51] Kasprzak B., Tomaszewski F., *Badanie związków pomiędzy luzami elementów silnika a poziomami w pasmach widm sygnałów WA. X Konferencja Naukowa „Pojazdy Szynowe” Wrocław 14 ÷ 16 września 1994, s. 124 ÷ 133.*
- [52] Kasprzak B., *Historia Zakładu Pojazdów Szynowych. Maszynopis niepublikowany, 2002.*
- [53] Tomaszewski F., Cempel C., *An Attempt to Diagnose a Locomotive Combustion Engine by Utilizing Vibroacoustic Processes. Archives of Transport, 1991, Vol. 3, nr 1, s. 373 ÷ 287.*
- [54] Tomaszewski F., *Badanie związków pomiędzy luzami elementów silnika a wybranymi estymatami sygnału WA. Konferencja Naukowa nt.: Diagnostyka Maszyn Roboczych i Pojazdów '94. Bydgoszcz 5-8.09.94, s. 337 ÷ 343.*
- [55] Tomaszewski F., *Wyznaczanie stanów niezawodnościowych silnika spalinowego przy znanym wektorze sygnału diagnostycznego. I Kongres Diagnostyki Technicznej KDT'96, Gdańsk 17 ÷ 20 września 1996, s. 295 ÷ 300.*
- [56] Tomaszewski F., *Możliwości prognozowania stanu technicznego silnika spalinowego lokomotywy. XII Konferencja Naukowa „Pojazdy Szynowe '96”, Rydzyna 21-24 października 1996, s. 287 ÷ 292.*
- [57] Tomaszewski F., *Wybrane zagadnienia oceny poziomu hałasu spalinowych pojazdów szynowych. Międzynarodowa Konferencja nt.: Jakość, Bezpieczeństwo i Ekologia w Pojazdach, Kraków, 29-30.11.1999, s. 247 ÷ 256.*
- [58] Tomaszewski F., *Szacowanie wartości granicznej drganiowego symptomu diagnostycznego. XV Konferencja Naukowo-Techniczna Pojazdy Szynowe 2002 nt.: Nowe wyzwania i technologie dla logistyki. Szklarska Poręba 4-7 września 2002. Prace Naukowe Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, Seria Konferencje nr 26. Tom II, str. 315 ÷ 324.*
- [59] Czechyra B., Szymański G., Tomaszewski F., *Ocena luzu zaworów silnika spalinowego w oparciu o parametry drgań – założenia metodyczne. Silniki Spalinowe, Nr 1/2004 (118), str. 51 ÷ 59.*