

Dr hab. inż. Marek SITARZ
Profesor nadzwyczajny Politechniki Śląskiej
Wydział Transportu
Katedra Transportu Szynowego
w Katowicach

Katowice 15.07.2011r.



Recenzja

Pracy doktorskiej Pana Michała Szudygi pt.

**„Diagnozowanie metodą magnetyczną procesów zmęczeniowych stali
stosowanej do kół i obręczy kolejowych zestawów kołowych
” wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Zbigniewa Żurka Profesora
nadzwyczajnego Politechniki Śląskiej**

1. Uwagi wstępne i ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej dr hab. inż. Bogusława Łazarza Profesora Politechniki Śląskiej. Przedstawiona do opinii praca doktorska o objętości 118 stron, składa się z 10 rozdziałów, bibliografii (161 pozycji), wykazu ważniejszych oznaczeń oraz 2 załączników.

2. Miejsce tematyki pracy doktorskiej w kolejowych badaniach naukowych

Transport szynowy pomimo wzrastającej konkurencji ze strony transportu samochodowego jest nadal głównym systemem przewozu towarów i ludzi na duże odległości. W niektórych krajach (Francja, Anglia, Niemcy) transport szynowy przeżywa swój renesans w aglomeracjach miejskich (tramwaj, autobus szynowy, metro) oraz w połączeniach na dalsze odległości – pociągi szybkie. Zwiększone zadania eksploatacyjne, jakie stawia się współcześnie wytwarzanym pojazdom szynowym w większości państw europejskich przy wysokich wymaganiach dotyczących bezpieczeństwa ruchu i ochrony środowiska naturalnego, wiążą się z koniecznością wytwarzania nowoczesnego taboru szynowego spełniającego wysokie standardy jakości. Dlatego współczesne pociągi powinny jeździć szybciej, ekonomiczniej i bezpieczniej. Na korzyść powinny zmieniać się także warunki (komfort) jazdy koleją. Wszystkie te parametry zależą przede wszystkim od konstrukcji pojazdów szynowych – w tym od kolejowych zestawów kołowych.

W kolejowym procesie transportowym niezbędne jest przewidywanie i wykrywanie zagrożeń w celu realizacji właściwego przebiegu procesu eksploatacyjnego. Jego realizacja przy wzroście wymiany towarowej

planowanej według kolejowych ekspertów Unii Europejskiej nawet o 50% do 2020 roku będzie możliwa przy zastosowaniu odpowiednich systemów diagnozowania gwarantujących bezpieczeństwo pasażerów i towarów.

Mając na uwadze wyżej przedstawione rozważania można stwierdzić, że tematyka pracy doktorskiej mgr inż. Michała Szudygi wpisuje się w prowadzone w Polsce i zagranicą kolejowe badania naukowe, a jej wyniki mogą poprawić bezpieczeństwo, funkcjonalność i konkurencyjność transportu kolejowego.

3. Ocena pracy doktorskiej

Na początku pracy podano krótkie wprowadzenie w którym autor uzasadnia podjęcie badań dotyczących diagnozowania kolejowych zestawów kołowych metodami nieniszczącymi. W dalszej części wprowadzenia przedstawiono omówienie całej pracy zawierającej analizy teoretyczne i badania zmęczeniowe, badania własności magnetoindukcyjnych oraz badania jednorodności struktury materiału próbek

W pierwszej części rozdziału drugiego przedstawiono charakterystykę kolejowych zestawów kołowych ze szczególnym uwzględnieniem wymagań jakie muszą one spełniać podczas eksploatacji oraz stosowane materiały na koła kolejowe i ich własności.

W rozdziale trzecim pt. „Rodzaje wad oraz uszkodzeń kół i obręczy kolejowych” autor omówił krótko:

- naprężenia własne działające na koła zestawów kołowych;
- lokalizację i rozmiary typowych pęknięć kół kolejowych oraz
- uszkodzenia eksploatacyjne kół i obręczy kolejowych.

W rozdziale czwartym przedstawiono charakterystykę metod defektoskopowych stosowanych w kolejnictwie tj. ultradźwiękową, wiroprowadową i magnetyczną. Na podstawie badań literaturowych autor omówił ich wady i zalety oraz możliwości ich praktycznego wykorzystania na kolei.

Kolejne dwa rozdziały dotyczą teoretycznych analiz związanych ze zmęczeniem materiału tj.

- przeglądem technik wyznaczania stopnia zmęczenia materiału i
- uzasadnienia stosowania metod magnetycznych w badaniach zmęczenia materiału.

W tej części pracy szczególną uwagę zwrócono na poszukiwanie i analizę miar uszkodzenia materiału.

W rozdziale 7 na podstawie przeprowadzonej analizy literaturowej oraz wykonanych badań własnych i innych autorów mgr inż. Michał Szudyga zdefiniował – przy przyjętych czterech założeniach - tezę swojej pracy w następujący sposób:

„Wskazanie istotnego parametru magnetycznego, zależnego od obciążeń zmęczeniowych wahadłowych, w stalach obręczy zestawów kołowych oraz opracowanie sposobu jego pomiaru stworzy nową metodę wykrywania procesów zmęczeniowych, poprzedzających proces pękania”

W następnym rozdziale został przedstawiony cel pracy który brzmi następująco:

„Celem pracy jest opracowanie metody oceny zmęczeniowej stali wykorzystywanej w kolejnictwie metodą magnetyczną.”

a celem samych badań było

„...wskazanie parametru istotnego dla diagnostyki zmęczeniowej oraz opracowanie metodyki jego pomiaru”.

Rozdział 9 opisuje badania zmęczeniowe stali stosowanej na koła i obręcze kolejowe, Na Rys. 9.1 przedstawiono etapy realizacji tych badań.

Badania zmęczeniowe polegały na zadaniu obciążeń zmęczeniowych przy jednoczesnej rejestracji odkształceń plastycznych. Rejestracja odkształceń umożliwiła określenie sposobu oddziaływania materiału na zadane obciążenia oraz na opisanie tego procesu.

Uzupełnieniem badań zmęczeniowych były badania składu chemicznego, mikrostruktury, wtrąceń niemetalicznych, jednorodności oraz badania magnetyczne materiału. Analizę otrzymanych wyników przeprowadzono za pomocą narzędzi statystycznych tj: Statistica 9 firmy Statsoft, Origin 8.5 firmy Originlab oraz arkusza kalkulacyjnego Excel 2007 firmy Microsoft. W ostatnim podpunkcie tego rozdziału (9.3.5) podsumowano wyniki badań zmęczeniowych.

W kolejnym rozdziale związanym z badaniami eksperymentalnymi tj. 10, diagnozowano zmęczenie materiału metodą pomiaru parametrów magnetycznych. Analizę jednorodności materiału przeprowadzono wykorzystując metodę magnetyczną oraz metodę pomiaru indukcyjności. Pomiaru natężenia koercji przeprowadzono na próbkach przed zadaniem obciążeniem zmęczeniowym oraz na próbkach zerwanych. Badanie zależności parametrów magnetycznych od zmęczenia materiału, polegały na obserwacji trendu zmian własności magnetoindukcyjnych materiału w funkcji amplitudy naprężeń zmęczeniowych w cyklu wahadłowym. Przyjęte do badań amplitudy naprężeń wynosiły: 100, 200 i 300 [MPa]. Dla wszystkich próbek przyjęto stałą liczbę cykli obciążeniowych wynoszącą $N = 2 \cdot 10^5$ oraz częstotliwość $f = 20$ [Hz]. W rozdziale tym przedstawiono i opisano wykorzystaną aparaturę badawczą oraz programy wykorzystane przy symulacjach komputerowych.

W ostatnim rozdziale „ Podsumowanie i wnioski” autor analizuje przeprowadzone badania materiałowe i zmęczeniowe stali stosowanych na koła i obręcze kolejowe oraz potwierdza zrealizowanie założonego celu pracy. Przedstawia również propozycje dalszych badań związanych z tematyką pracy i możliwościami ich zastosowań w praktyce.

3 Uwagi do pracy

3.1 Uwagi merytoryczne

Tematy opisywanej pracy doktorskiej są aktualne i posiadają walory poznawcze związane z trwałością i niezawodnością kolejowych zestawów kolejowych. Walorem użytkowym pracy jest doprecyzowanie metody wykrywania zmian zmęczeniowych w materiale metodą magnetyczną (opracowaną przez szkołę warszawską (prof. L. Dietrich) i szkołę katowicką (Prof. Z. Żurek), co pośrednio może poprawić bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Na podkreślenie zasługuje zebrany materiał badawczy który pozwolił na tak duże badania diagnostyczne w kolejnictwie polskim. Uzyskane wyniki badań i ich interpretacja przedstawiona w pracy doktorskiej pozwalają na stwierdzenie, iż założone cele pracy zostały zrealizowane. Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska stanowi wartościową pracę, zarówno pod względem poznawczym jak i użytecznym.

3.2 Uwagi redakcyjne

- 3.2.1 W tytule pracy niefortunnie użyto określenia „...stali stosowanej **do** kół”
W literaturze technicznej i naukowej używa się „... stali stosowanej **na** koła ...”
- 3.2.2 Na stronie 4 wprowadzenia, zdanie „*W procesie produkcji i eksploatacji zestawy kołowe poddawane są szczegółowym badaniom defektoskopowym*” powinno być uzupełnione o badania podczas naprawy zgodnie z obowiązującą instrukcją.
- 3.2.3 W rozdziale 2 definicja „*Zestawem kołowym nazywa się oś trwale połączoną z dwoma kołami, przystosowanymi do toczenia się po szynach*”. Występują dwa błędy tj. prawidłowo powinno być kolejowy zestaw kołowy oraz kryteriów podziału kolejowych zestawów kołowych jest dużo więcej. Dalej nie jest jasne co autor miał na myśli pisząc warunki geograficzne (geometria tarczy, profil). Generalnie przy doborze materiału na kolejowe koła nie bierze się pod uwagę jak napisał autor temperatury ze względów klimatycznych a temperaturę ze względu na hamowanie pojazdu szynowego.
- 3.2.4 Na stronie 9 autor pisze „*Koła obręczowe charakteryzują się mniejszą trwałością w porównaniu z kołami bezobrzęczowymi. Dodatkowo koła obręczowane mają większą masę oraz generują większe koszty wytwarzania. Wady te są szczególnie istotne przy dużych prędkościach jazdy i zwiększonym obciążeniu kół [30].*” Nie jest jasne dlaczego koła obręczowane mają mieć mniejszą trwałość oraz „szczególnie” dla dużych prędkości jako że dla dużych prędkości nie są stosowane.

- 3.2.6 W kolejnym rozdziale 3 pt. „Rodzaje wad oraz uszkodzeń kół i obręczy kolejowych” są również nieścisłości. W tytule jest mowa o rodzajach wad a w tekście nie ma mowy o nich i ich podziale. Generalnie autor bardzo swobodnie w pracy używa na przemian słów wada, uszkodzenie i defekt.
- 3.2.7 W podrozdziale 3.1 pt. „Naprężenia własne działające na koła zestawów kołowych” można mieć następujące uwagi:
- naprężenia własne nie są obciążeniami zewnętrznymi;
 - naprężenia własne mogą występować w kole kolejowym, osi lub jako montażowe koło-oś czy koło bose-obręcz;
 - w pierwszym zdaniu „*W wieńcu nowego koła monoblokowego występują naprężenia ściskające o rozkładzie pokazanym na rys. 3.1a [102].* „ Autorowi chodziło chyba o naprężenia własne wywołane ściskaniem jak również brakuje określenia czy są to naprężenia podłużne, poprzeczne czy promieniowe.
- 3.2.8 W podrozdziale 3.3 nie jest jasne co autor miał na myśli pisząc „*Obciążenia przekraczające dopuszczalne zakresy dynamiczne wytrzymałości materiału*”].
- 3.2.9 W niektórych wzorach i objaśnieniach są opisane jednostki a w niektórych jest ich brak np. wzór 6.3, 6.6, 6.9.
- 3.2.10 Załącznik jeden jest chyba nie potrzebny bo nie wnosi nic dodatkowego co zrobił autor a jest przepisany z literatury.

3 Wniosek końcowy

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Michała Szudygi pod tytułem
„Diagnozowanie metodą magnetyczną procesów zmęczeniowych stali stosowanej do kół i obręczy kolejowych zestawów kołowych”
spełnia wymagania Ustawy z dnia 14.03 2003 roku o stopniach i tytule naukowym stawiane pracom doktorskim i wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Michała Szudygi do publicznej obrony w/w pracy doktorskiej.

15.07.2011

