

Jakub MŁYŃCZAK

## BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE ROZJAZDÓW SZYNOWYCH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono sposób weryfikacji istniejących metod pomiarów sił nastawczych w układach napęd zwrotnicowy-rozjazd. Siła nastawcza jest parametrem najczęściej regulowanym przez personel obsługi oraz jest parametrem najczęściej mierzonym. W pracy zajęto się szerzej tą właśnie siłą.

### PRACTICAL AND THEORETICAL ANALYSIS OF RAILWAY SWITCHES

**Summary.** This article presents the way of verification of the existing methods of measurement of setting forces in the point mechanism-point switch arrangement. Setting force is the parameter most often regulated by the personnel as well as the most often measured one. This article deals with the subject of this setting force.

#### 1. WSTĘP

W artykule przedstawiono sposób weryfikacji istniejących metod pomiarów sił nastawczych w układach napęd zwrotnicowy-rozjazd. Siła nastawcza jest parametrem najczęściej regulowanym przez personel obsługi oraz jest parametrem najczęściej mierzonym. W pracy zajęto się szerzej tą właśnie siłą.

Napędy elektryczne przenoszą moment obrotowy na suwak nastawczy poprzez regulowane sprzęgła. Wielkość siły nastawczej zależy więc bezpośrednio od rodzaju użytego silnika i od regulacji sprzęgła. W przypadku przekroczenia przez opory przestawiania rozjazdu wartości siły nastawczej powinien nastąpić poślizg na sprzęgle. Lecz wyregulowanie sprzęgła na niedopuszczalną wartość siły nastawczej może mieć wpływ na bezpieczeństwo pasażerów oraz stan napędu zwrotnicowego. O szkodliwości przeregulowania sprzęgła można się przekonać na przykładzie zwrotnicy nastawianej napędem JEA29 w sytuacji opisanej poniżej.

Między iglicą a opornicą znajduje się przeszkoda. W tej sytuacji powinien nastąpić poślizg sprzęgła. Jeśli jednak siła nastawcza będzie wyregulowana na dużo większą wartość, to na napęd działa niezrównoważony moment obrotowy powodujący przemieszczenie napędu

po obwodzie koła i promieniu równym odległości środka ciężkości napędu od przegubu mocowania.

Kierunek przemieszczenia napędu zależy od kierunku ruchu suwaka nastawczego:

- przy wciąganiu suwaka napęd przemieszcza się ku górze,
- przy wypychaniu suwaka napęd przesuwa się ku dołowi.

Inna sytuacja zachodzi w napędzie zwrotnicowym typu EEA-4. Podobnie jak w napędzie JEA-29, przestawienie zwrotnicy możliwe jest, gdy opór przestawiania zwrotnicy jest mniejszy od siły nastawczej. Jednak w napędzie typu EEA-4 przeregulowanie sprzęgła niesie za sobą inne zagrożenie. Prawidłowy proces przestawiania układu napęd-rozjazd polega na tym, że po skasowaniu luzów silnik, już podczas rozruchu, wykonuje pracę przestawiania rozjazdu. W czasie tym szybko narastają prędkości kolejnych mas wirujących. Po zakończeniu przestawiania, mimo wyłączenia zasilania silnika, wirujące masy – dzięki swojej bezwładności – są jeszcze w ruchu. Ruch ten jest wytłumiony poprzez niewielki poślizg sprzęgła przeciążeniowego. Jeżeli sprzęgło jest nieprawidłowo wyregulowane (zwłaszcza gdy jest nastawione na większą od dopuszczalnej siłę nastawczą), to wytłumienie bezwładności wirujących mas poprzez poślizg na sprzęgle przeciążeniowym nie nastąpi. Przypadek taki może spowodować, że w napędzie powstanie zjawisko rewersu, polegające na tym, iż przekładnia wymusza pewien obrót silnika w przeciwną stronę. Konsekwencją tego jest zmiana położenia zestyków w urządzeniu sterująco-kontrolnym. Zmiana ta może zaistnieć natychmiast po procesie przestawiania rozjazdu, lub podczas przejazdu taboru. Druga sytuacja ma o wiele większe znaczenie, ponieważ zmiany te zachodzą podczas przejazdu taboru, uzewnętrzniają się zazwyczaj wystąpieniem zjawiska pozornego rozprucia rozjazdu, a rozprucia te znajdują odzwierciedlenie w książkach E1758. Ponadto w napędzie EEA-4 może zachodzić zjawisko niezakleszczenia się rolek w hamulcu zaporowym, a co za tym idzie – niezapewnienia odpowiedniej siły trzymania napędu. Zjawisko takie może być niebezpieczne, ponieważ może doprowadzić do samoczynnego przestawienia rozjazdu pod przejeżdżającym taborem na skutek dynamicznego oddziaływania rozjazdu na napęd zwrotnicowy.

Przedstawione powyżej aspekty wymusiły potrzebę stworzenia nowej metody pomiaru sił nastawczych. Metoda ta musi być niewrażliwa na błędy systematyczne, które występują przy obecnie stosowanych metodach pomiaru.

## 2. CHARAKTERYSTYKA POMIARÓW

W celu uniknięcia zagrożeń opisanych we wstępie przeprowadzono serie pomiarów za pomocą przyrządu trzpieniowego  $\mu$ MOZ-a aktualnie wykorzystywanego do pomiaru sił nastawczych oraz prototypem opracowywanego przyrządu MS 450.

Pomiarów dokonano na stacji Górki-Ściernie. Wykonano po dwa pomiary w danym kierunku przestawiania jednocześnie, mierząc dwoma przyrządami. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Wartości sił wstępnych i sił nastawczych w rozjazdach nr 7 i 106 stacji Górki-Ściernie

Nr rozjazdu		Rodzaj pomiaru			
		pomiar trzpieniem		pomiar MS450	
		+/-		+/-	
		1	2	1	2
Rozjazd nr 106	Wartość początkowa	-162	-162	0	0
	Wartość końcowa	640	645	940	911
		-/+		-/+	
		1	2	1	2
	Wartość początkowa	144	144	0	0
	Wartość końcowa	-290	-333	-790	-840
		+/-		+/-	
		1	2	1	2
Rozjazd nr 7	Wartość początkowa	-88	-88	0	0
	Wartość końcowa	266	347	526	655
		-/+		-/+	
		1	2	1	2
	Wartość początkowa	103	103	0	0
	Wartość końcowa	-629	-970	-655	-738

Źródło: Badania własne

Tabela 2

Wartości sił wstępnych i sił nastawczych w rozjazdach nr 7 i 106 stacji Górki-Ściernie - arkusz zbiorczy

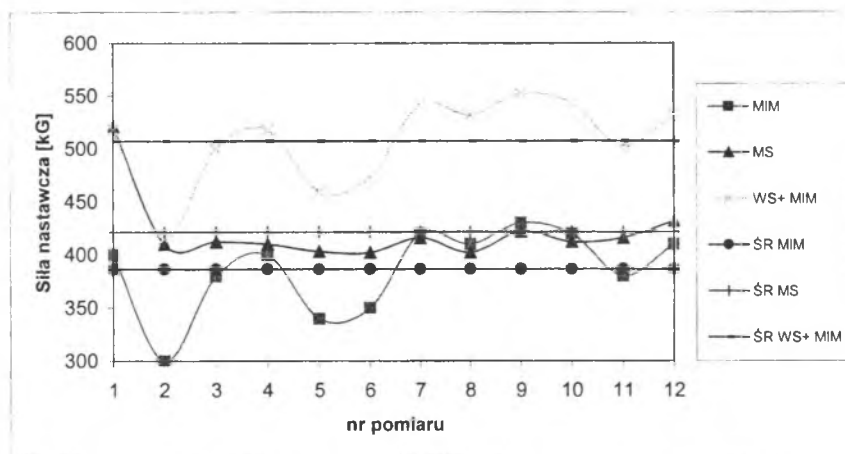
	Pomiar trzpieniem				Pomiar MS450			
Wartość początkowa	-162	-162	-144	-144	0	0	0	0
Wartość końcowa	640	645	290	333	911	940	790	840
Wartość początkowa	-88	-88	-103	-103	0	0	0	0
Wartość końcowa	266	347	629	970	655	526	655	738

Źródło: Badania własne

W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów siły nastawczej dla rozjazdu nr 7 i 106 na stacji Górki-Ściernie, tabela 2 przedstawia zbiorcze zestawienie wszystkich pomiarów (pod uwagę wzięto wartości bezwzględne sił).

Po zastosowaniu obróbki wyników pomiarów można zauważyć, że uzyskane wyniki cechują się pewnym rozrzutem wartości. Spowodowało to przeprowadzenie eksperymentu

polegającego na wykonaniu serii 12 pomiarów w jednym rozjeździe w celu uzyskania większej populacji wyników. Wykres przedstawiający te pomiary pokazano na rys. 1. Można zauważyć, że wyniki uzyskane prototypem przyrządu MS450 charakteryzują się mniejszym rozrzutem. Pozwala to na stwierdzenie (poparte kilkudziesięcioma pomiarami), iż zaproponowany sposób pomiarów jest lepszy od metod trzpieniowych i należy prowadzić dalsze prace nad rozwojem przyrządu i metody pomiarowej. Można zauważyć, iż wyniki uzyskane przyrządem MS450 charakteryzują się małym rozrzutem i oscylują wokół średniej.

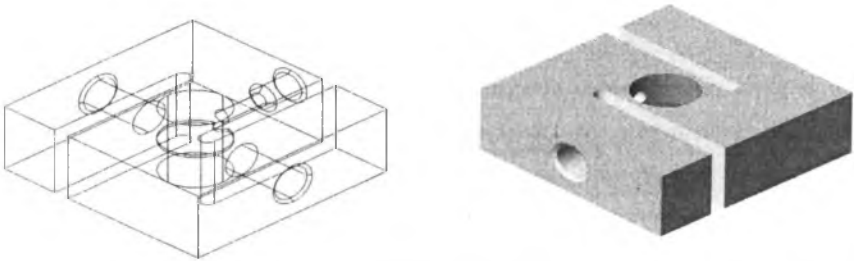


Rys. 1. Wyniki serii pomiarów na przykładowym rozjeździe na stacji Tychy. Oznaczenia serii: MIM – wyniki uzyskane przyrządem  $\mu$ MOZ-a; MS – przyrządem MS450; WS+MIM – przyrządem  $\mu$ MOZ-a z uwzględnieniem sił wstępnych. Serie z oznaczeniem ŚR to odpowiednie średnie wyników

Fig. 1. Results of measurements for a switch at the station of Tychy. Description of series: MIM – findings received by the  $\mu$ MOZ-a device; MS - by the MS450 device; WS+MIM – by the  $\mu$ MOZ-a device including initial forces. Series described by SR mean average findings

### 3. EWOLUCJA METODY I PRZYRZĄDU

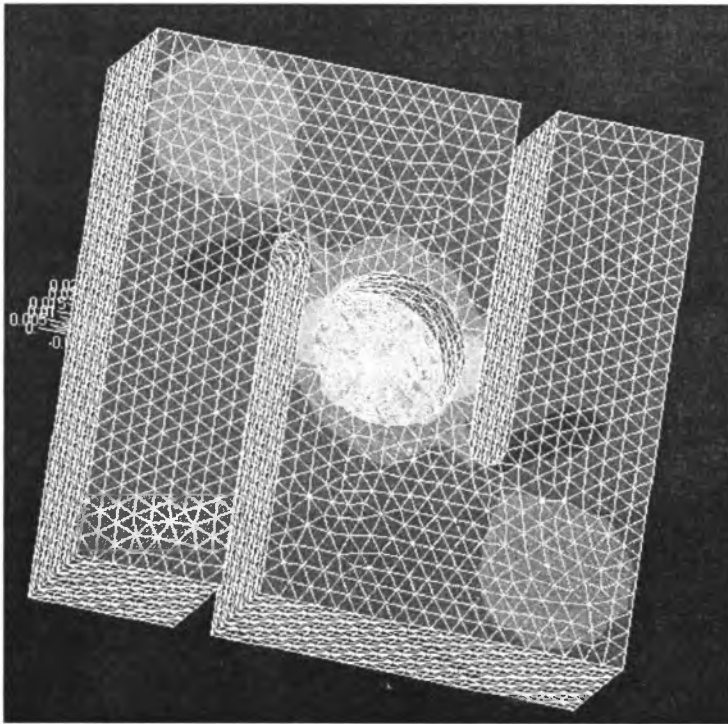
W celu rozwoju metody i podniesienia jej wiarygodności aktualnie zostaną przeprowadzone analizy z wykorzystaniem MES przy pomocy programu MSC/NASTRAN. Uzyskane wyniki analiz pozwolą na optymalizację parametrów głowicy pomiarowej oraz pozwolą na określenie wartości błędów pomiarowych wynikających ze złego ustawienia przyrządu.



Rys. 2. Model 3D głowicy pomiarowej przyrządu MS450 wykonany przy pomocy programu AutoCAD

Fig. 2. 3D model of measuring head of the MS450 device made in the AutoCAD program

Na rys. 2 przedstawiono model 3D głowicy pomiarowej wykonanej w programie AutoCAD, natomiast rys. 3 przedstawia przykładową siatkę elementów skończonych wraz z przykładową mapą naprężeń wykonanych w programie MSC/NASTRAN.



Rys. 3. Siatka elementów skończonych wraz z przykładową mapą naprężeń wykonane w programie MSC/NASTRAN

Fig. 3. FEM grid with a sample map of strain made in the MSC/NASTRAN program

#### 4. WNIOSKI

W artykule przedstawiono koncepcję nowego przyrządu do pomiaru sił nastawczych w rozjazdach kolejowych. W dalszym ciągu prowadzonych badań, po dokonaniu optymalizacji kształtu głowicy pomiarowej i określeniu wpływu złego ustawienia głowicy podczas pomiarów na wyniki, powstanie ostateczny kształt głowicy pomiarowej i przyrządu. Dopracowanie przyrządu pomiarowego pozwoli na przeprowadzenie weryfikacji jego dokładności oraz na dopracowanie szczegółów metody pomiarowej. Dalszym etapem będzie walidacja metody pomiarowej i przyrządu.

#### Literatura

1. Kalicińska K., Olendrzyński W., Zajączkowski A.: Elektryczne urządzenia zabezpieczania ruchu kolejowego. Urządzenia stacyjne. WKiŁ, Warszawa, 1982.
2. Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, 1998.
3. Pikoń A.: AutoCAD 2000&2000PL. Wydawnictwo HELION, 2000.
4. E 24 Instrukcja utrzymania urządzeń sterowania ruchem kolejowym na działce. Warszawa: Biuletyn PKP, 1996.
5. Bajon W., Osiński Z., Szafrąński W.: Elektryczne napędy zwrotnicowe, WKiŁ, Warszawa 1979.
6. Szafrąński W.: Problemy techniczno-eksploatacyjne układu napęd-rozjazd kolejowy. „Problemy Kolejnictwa”, 1995, nr 21.

Recenzent: Prof. dr hab. inż Zinowij Stocko

#### Abstract

The article focuses on the concept on the measurement of setting forces at railroad switch-points. The research is aimed at making the head of the machine more preferable and deals with the investigation of the influence caused by poor installation of the head to identify the desirable shape of the head and to do appropriate measurements. The further working out of the measurements allows to apply it precisely to work out details of measuring method. The next step will be validation of the measuring method.