

Jakub MŁYŃCZAK

ANALIZA WSPÓŁPRACY KONTAKTOWEJ UKŁADU SUWAK NASTAWWCZY – TRZPIEŃ POMIAROWY – PRĘT NASTAWWCZY

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analizy geometrycznej rozkładu sił w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd oraz analizy kontaktowej układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy. Określono procentowe parametry zmian wartości siły nastawczej w zależności od odchylenia w położeniu napędu zwrotnicowego względem rozjazdu.

ANALYSIS OF CONTACT MATING OF POINT ROD – PLUNGER GAUGE – COUPLING BAR SYSTEM

Summary. This paper presents results of geometric analysis of forces distribution in the system of switch point mechanism – switch point, and contact analysis of the system coupling bar – plunger gauge – point rod. There has been defined the percentage parameters of force value changes depending on the deflection between the switch point mechanism orientation and the switch point.

1. WSTĘP

Elektryczny napęd zwrotnicowy jest mechanizmem, którego głównym zadaniem jest przestawianie iglic zwrotnicy w położenia krańcowe. Położenia te ustalają kierunek jazdy pojazdu przez rozjazd w przypadku zbliżania się pojazdu od strony ostrzy iglic lub zapewniają prawidłowy przejazd pojazdu w przypadku zbliżania się go od strony krzyżownicy. Elektryczny napęd zwrotnicowy stanowi najpopularniejszą odmianę mechanizmu do przestawiania iglic, napędzanego silnikiem elektrycznym. Oprócz napędu elektrycznego stosowane są również inne rodzaje napędu (ręczne, napędzane pędniami, pneumatyczne, napędzane elektromagnesem, hydrauliczne).

Napęd elektryczny jest stosowany powszechnie, ponieważ zastępuje siłę obsługującego i zapewnia łatwe powiązania na drodze elektrycznej z układami automatyki zabezpieczenia ruchu pociągów. Spełnia on przy tym wszystkie wymogi — zarówno podstawowe, jak i dodatkowe — jakim powinno odpowiadać tego rodzaju urządzenie.

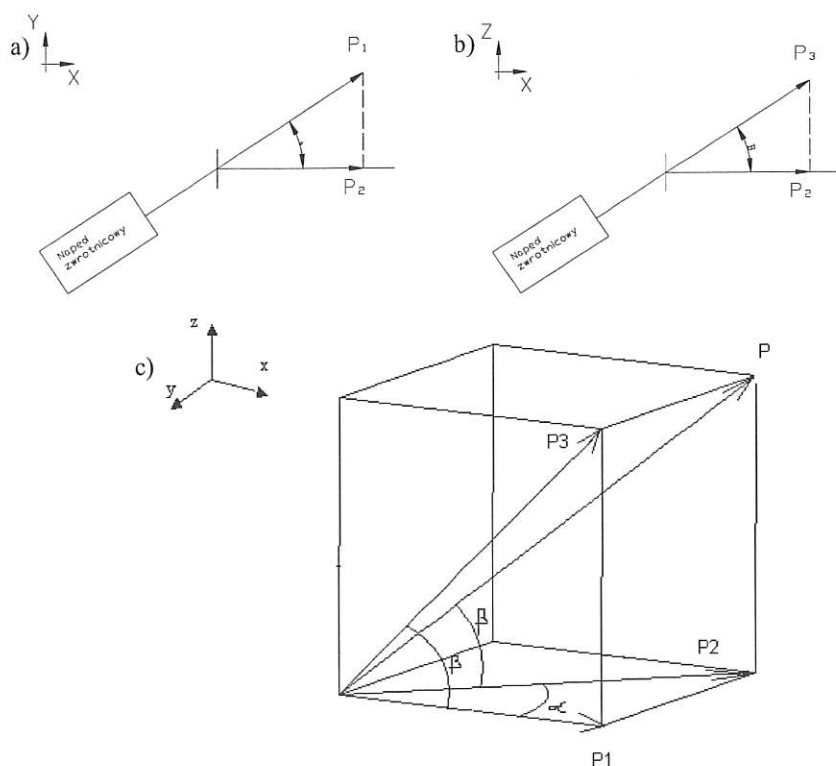
Dodatkowe zadania wynikają ze stosowania napędu do przestawiania iglic rozjazdów, znajdujących się w różnego rodzaju torach i spełniających w procesie technologicznym stacji różne odpowiedzialne funkcje.

Bardzo istotne jest, aby napęd zwrotnicowy był usytuowany tak, aby jego suwak nastawczy był równoległy w obu płaszczyznach (poziomej i pionowej) do drążka suwakowego zamknięcia rozjazdu.

Ponieważ warunek ten jest nagminnie nieprzestrzegany, w pracy wykonano analizę wpływu złego ustawienia napędu zwrotnicowego na wartość sił przenoszonych pomiędzy elementami układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy, a także zbadano rozkład sił w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd. W tym celu wykonano analizę geometryczną rozkładu sił w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd oraz analizę kontaktową układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy.

2. ANALIZA GEOMETRYCZNA ROZKŁADU SIŁ W UKŁADZIE NAPĘD ZWROTNICOWY – ROZJAZD

W celu określenia zmian wartości siły nastawczej, która występuje pomiędzy iglicą a opornicą, w stosunku do wartości nastawianej na sprzęgle przeciążeniowym napędu zwrotnicowego, wykonano analizę geometryczną układu. Na rys. 1 przedstawiono różne warianty złego ustawienia. Rys. 1a przedstawia złe ustawienie napędu zwrotnicowego w poziomie, rys. 1b w pionie, natomiast rys. 1c pokazuje możliwe warianty złego ustawienia w pionie i poziomie.



Rys. 1. Warianty złego ustawienia napędu zwrotnicowego: a) w poziomie, b) w pionie, c) pionie i poziomie
 Fig. 1. Options of the wrong switch point orientation: a) horizontal, b) vertical, c) vertical and horizontal

Rys. 1c posłużył do określenia formuły pozwalającej obliczyć procentowy i liczbowy stosunek zmiany siły nastawczej, występującej pomiędzy iglicą a opornicą rozjazdu, a wartością zadaną przez napęd zwrotnicowy.

Korzystając z zależności trygonometrycznych $\cos \beta = \frac{P_2}{P}$ oraz $\cos \alpha = \frac{P_1}{P_2}$ określono zależność:

$$\frac{P_1}{P} = \cos \alpha \cdot \cos \beta * 100\%$$

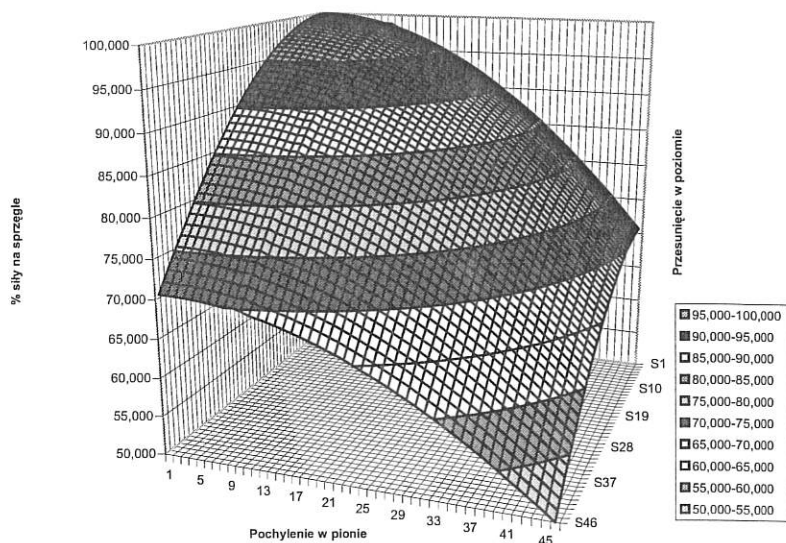
gdzie:

P_1 -siła jaka działa między iglicą a opornicą

P -siła wywołana przez napęd zwrotnicowy

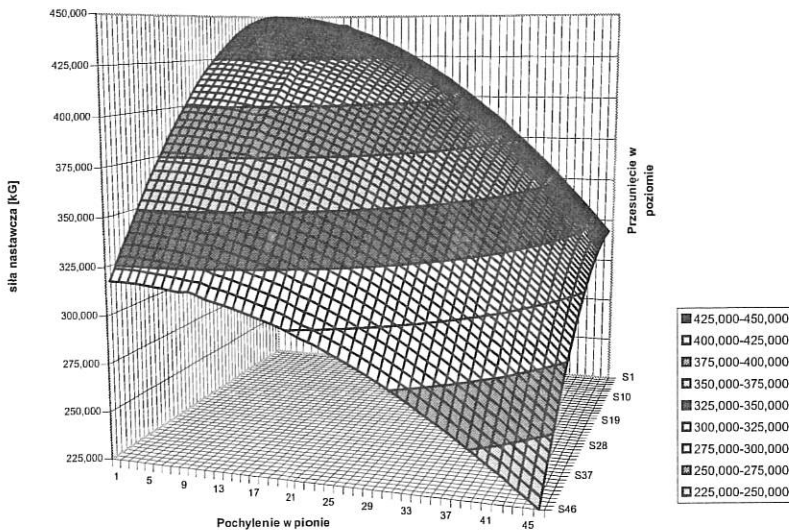
Zależność ta określa procentowe określenie zmiany siły pod wpływem nierównoległego ustawienia napędu względem zwrotnicy.

Na podstawie tej zależności wykonana została charakterystyka procentowej zmiany wartości siły nastawczej w zależności od ustawienia napędu zwrotnicowego (rys.2).



Rys. 2. Procentowe zmiany wartości siły nastawczej w zależności od ustawienia napędu zwrotnicowego
Fig. 2. Percentage variations of setting force value depending on orientation of switch point mechanism

Jak widać na rys. 2, w zależności od kąta przemieszczenia napędu zwrotnicowego względem rozjazdu tak w pionie jak i poziomie, siła nastawcza może się zmienić w znacznym stopniu. Oczywiście, nie można zakładać zmiany tejże siły na poziomie 50 %, ale zmiany na poziomie 25% już są możliwe.



Rys. 3. Zmiany wartości siły nastawczej w zależności od ustawienia napędu zwrotnicowego dla siły nastawczej 450 kG.

Fig. 3. Variation of setting force value depending on orientation of switch point mechanism for 450 kG settings force

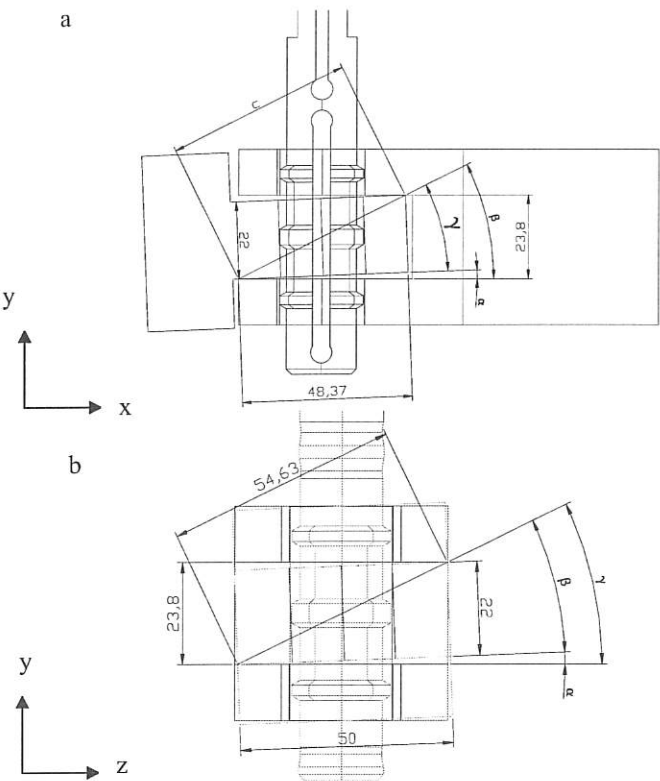
Na rys. 3 przedstawiono przedmiotową charakterystykę dla wartości siły nastawczej 450 kG. Jak można zauważyć na wykresie, spadek wartości siły nastawczej pomiędzy iglicą a opornicą poniżej wartości określonej tolerancją (420 kG) następuje np. przy przemieszczeniu 18° w pionie i 11° w poziomie.

3. ANALIZA KONTAKTOWA UKŁADU PRĘT NASTAWCZY – TRZPIEŃ POMIAROWY – SUWAK NASTAWCZY

Równie ważnym problemem jest wzajemne położenie pręta nastawczego, trzpienia pomiarowego i suwaka nastawczego. Na rys. 4 przedstawiono schemat tego układu.

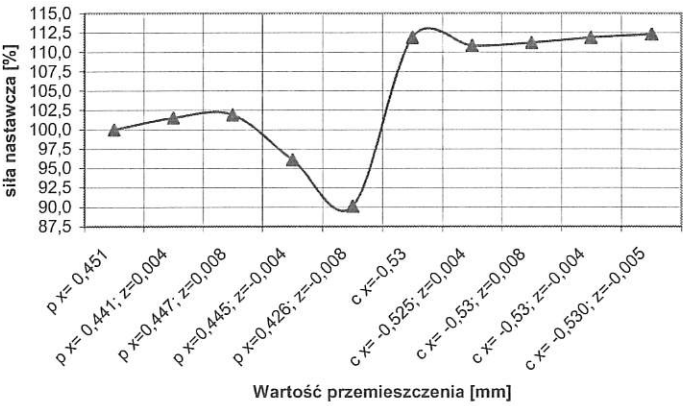
W układzie jak na rys. 4 dokonano analizy geometrycznej możliwego obrotu suwaka nastawczego względem pręta nastawczego przy połączeniu tych elementów trzpieniem pomiarowym EZK. Z analizy wynika, iż części te mogą się swobodnie obrócić o $2,15^\circ$ względem płaszczyzny XY oraz $2,08^\circ$ względem płaszczyzny YZ. Są to wartości możliwe do uzyskania bez wywołania siły odkształcającej w trzpieniu EZK. Wyniki analizy geometrycznej potwierdzono analizą trygonometryczną.

W pierwszym etapie badań wykonano obliczenia zjawiska kontaktowego z wykorzystaniem oprogramowania MSC MARC dla idealnie wykonanych elementów układu. Procentowe zmiany siły nastawczej mierzone na trzpieniu EZK przedstawia rys.5. Wszystkie przemieszczenia odpowiadają przemieszczeniu wywołanemu siłą $10 \text{ kN} \pm 2\%$.



Rys. 4. Geometryczna analiza układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy: a) płaszczyzna XY, b) płaszczyzna YZ

Fig. 4. Geometric analysis point rod – plunger gauge – coupling bar system: a) plane XY, b) plane YZ



Rys. 5. Procentowa zmiana wartości siły nastawczej na trzpieniu EZK

Fig. 5. Percentage variation of setting force value on the EZK gauge plunger

Jak wynika z rys. 5, wartości mierzone przez trzpień EZK różnią się od wartości wymuszenia. Zmiany te nie mają charakteru uporządkowanego, dlatego trudno określić parametr korygujący dla pomiarów w terenie.

Jak widać na rys. 5, zmiana wartości siły nastawczej zależy od kierunku przemieszczenia suwaka nastawczego (p – pchanie, c – ciągnięcie) jak również składowej pionowej (przemieszczenie z).

4. PODSUMOWANIE

W wyniku analiz geometrycznej i kontaktowej określono wpływ złego ustawienia elementów układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy oraz układu napęd zwrotnicowy – rozjazd. W przypadku układu pręt nastawczy – trzpień pomiarowy – suwak nastawczy rozbieżności pomiędzy ustawieniem neutralnym a założonymi przemieszczeniami sięgają 12,5%, natomiast w przypadku układu napęd zwrotnicowy – rozjazd mogą sięgać kilkudziesięciu procent w przypadku napędów zwrotnicowych mocowanych przegubowo do rozjazdu (w momencie gdy źle wyregulowany napęd przemieszcza się w górę lub w dół - przypadek opisany w [4]. Dalszym etapem badań będzie przeprowadzenie analizy kontaktowej dla modelu wykonanego z rzeczywistymi wymiarami geometrycznymi (nie idealnymi).

Literatura

1. Kalicińska K., Olendrzyński W., Zajączkowski A.: Elektryczne urządzenia zabezpieczania ruchu kolejowego. Urządzenia stacyjne. WKiŁ, Warszawa 1982.
2. Bajon W., Osiński Z., Szafrński W.: Elektryczne napędy zwrotnicowe. WKiŁ, Warszawa 1979.
3. Śladkowski A., Młyńczak J.: Charakterystyka metod pomiaru sił nastawczych w napędach zwrotnicowych. Telekomunikacja i Sterowanie Ruchem 2004, nr 2.
4. Góras S.: Wpływ utrzymania urządzeń srk i zwrotnic na pracę układu „napęd-zwrotnica”. „Automatyka kolejowa”. 1989, nr 1.

Recenzent: Doc. dr inż. Zbigniew Ginalski