

ANALIZA POMIARÓW W UKŁADZIE NAPĘD ZWROTNICOWY – ROZJAZD

W artykule przedstawiono problematykę pomiarów w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd. W przypadku pomiarów przyrządami analogowymi, mikrometrami i siłomierzami problem interpretacji zniknął na drugim planie, ponieważ to od osoby mierzącej zależało stwierdzenie jaką siłę zmierzono. W przypadku zastosowania techniki komputerowej, gdzie pomiar wartości jest ciągły pojawia się problem interpretacji wyniku. Przedstawiono przykłady prawidłowych i złych interpretacji oraz problemów z którymi spotyka się współczesna diagnostyka układu napęd zwrotnicowy – rozjazd. Artykuł jest próbą usystematyzowania pojęć i definicji w tym zakresie.

ANALYSIS OF THE MEASUREMENTS IN THE SYSTEM OF SWITCH POINT MECHANISM - SWITCH POINT

The article presents measurement problems in the system of switch point mechanism - switch point. In the case of measurement by analog instruments, micrometer and dynamometer, problem of interpretation disappear into the background, because of the person who measure depended the finding of strength which was measured. In case of application of computer technology, where the measurement values are continuous there is a problem of interpreting the results. The examples of correct and wrong interpretations and problems encountered by modern diagnostics in the system of switch point mechanism - switch point was presented. The article is an attempt to systematize the concepts and definitions in this field.

1. WSTĘP

Napęd zwrotnicowy jest bardzo ważnym elementem wśród urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Ma on bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo przewożonych osób i towarów. Jego współpraca z rozjazdem kolejowym jest najważniejszym z elementów w procesie sterowania ruchem. Również diagnostyka napędu zwrotnicowego i jego współpracy z rozjazdem jest procesem bardzo ważnym. Niestety, proces diagnostyki i analizy stanu układu napęd zwrotnicowy – rozjazd nie jest stawiany na takim poziomie na jakim powinno się go stawiać. Mogłoby się wydawać, że rozwój techniki powinien powodować poprawę procesu diagnostycznego i analizy stanu urządzeń. Niestety, tak nie jest. Po

¹Zespół Automatyki w Transporcie, Wydział Transportu Politechniki Śląskiej, ul. Krasińskiego 8/201, 40-019 Katowice. Tel. 32 603 41 36, e-mail: jakub.mlynczak@polsl.pl

pierwsze, brakuje doprecyzowania definicji sił występujących w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd. Po drugie, brakuje jasnych wytycznych co do interpretacji wyników pomiarów.

2. BADANIE NAPĘDÓW ZWROTNICOWYCH

Badanie diagnostyczne urządzeń srk – zbieranie informacji o urządzeniach srk na podstawie oględzin, testów, prób funkcjonalnych i pomiarów parametrów bez rozbierania zespołów tych urządzeń, połączone z rozpoznaniem środowiska ich pracy, następnie porównaniem zebranych informacji z wymaganymi parametrami lub stanami dopuszczalnymi [2].

Celem badania diagnostycznego jest uzyskanie niezbędnych informacji dla formułowania diagnoz na podstawie aktualnego stopnia zużycia i rozpoznania środowiska pracy urządzeń srk, dla wnioskowania [2]:

- niezbędnych działań naprawczych,
- warunków technicznych dalszej eksploatacji urządzeń,
- zaleceń obsługi i obsługi technicznej.

Napędy zwrotnicowe jako urządzenia srk podlegają cyklicznym badaniom diagnostycznym. Badania należy przeprowadzać w czasookresach podanych w dokumentacji techniczno - ruchowej. Jeśli w dokumentacji techniczno - ruchowej nie podano czasookresów badań lub są one dłuższe niż 1 rok, należy wykonywać badania w cyklach ustalonych w instrukcji [2]. Wyniki pomiarów sił należy wpisać do „Karty elektrycznego napędu zwrotnicowego”.

Załącznik Nr 8
do Instrukcji Ie-7

E

KARTA ELEKTRYCZNEGO NAPĘDU ZWROTNICOWEGO

Stacja (okręg nast.)
 Rodzaj toru Nr i typ zwrotnicy
 Typ napędu: Nr fabryczny /rok produkcji napędu:
 Data zabudowy: Napęd: bez kontroli / z kontrolą* iglic

Seksja Eksploatacji

Lp.	DATA SPRAWDZANIA	SIŁA ODDZIAŁYWANIA ROZJAZDU NA NAPĘD				NAPĘD				SKOK		NAPRAWY, WYMIANY CZĘŚCI ITP.	NAZWISKO SPRAWDZAJĄCEGO PODPIS
		W KOŃCOWYM POŁOŻENIU		W CZASIE PRZEKŁADANIA		SIŁA TRZYMANIA		SIŁA NASTAWCZA		SUWAKA NAST.	PRETA NAST.		
1	2	+	-	+/-	-/+	+	-	+/-	-/+	11	12	13	14
WART. GRANICZNA													
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Rys. 1 Karta elektrycznego napędu zwrotnicowego [2]

2.1. Siła nastawcza

Według [2] siła nastawcza to siła oporu statycznego, jaką stawia suwak nastawczy przy usiłowaniu rozprucia napędu zwrotnicowego.

Definicja ta błędnie opisuje siłę nastawczą pasuje bardziej do opisu siły trzymania, dla porównania definicja siły nastawczej podana w [1]:

Siła nastawcza jest to maksymalna siła, którą wywiera suwak nastawczy napędu w celu przestawienia zwrotnicy, wykolejnicy lub ruchomego dzioba [1].

Pomiary sił nastawczej należy wykonywać podczas komisijnego badania technicznego rozjazdów.

W celu dokonania pomiaru siły nastawczej napędu, należy w miejsce sworznia sprzęgającego suwak nastawczy napędu z prętem nastawczym zwrotnicy założyć trzpień pomiarowy przyrządu pomiarowego. Uruchomienie napędu lub jego korbowanie przy unieruchomione iglicy, spowoduje wystąpienie siły między suwakiem i prętem nastawczym, której wielkość wskazuje ww. przyrząd. Dla napędów pojedynczych ich przestawianie może być wykonane na drodze elektrycznej lub poprzez korbowanie. Dla układów wielonapędowych pomiar sił nastawczych powinien być wykonywany jednocześnie na wszystkich przy przestawianiu ich na drodze elektrycznej. Pomiar sił nastawczych należy wykonywać w taki sposób, aby nie występowało wyginanie iglic. Oznacza to, że unieruchomienie iglicy powinno być przeprowadzone wg następujących zasad:

- dla rozjazdów z napędem z zamknięciem nastawczym wewnętrznym należy wstawić między iglicę a opornicę jedną przeszkodę na wysokości pręta nastawczego napędu zwrotnicowego,

- dla rozjazdów z jednym zamknięciem nastawczym oraz z mechanicznymi sprzężeniami zamknięć nastawczych, należy wstawić między iglicę a opornicę jedną przeszkodę na wysokości pierwszego zamknięcia nastawczego,

- dla rozjazdu przestawianego kilkoma napędami zwrotnicowymi należy jednocześnie wstawić przeszkody o odpowiednich grubościach na wysokości prętów nastawczych wszystkich napędów zwrotnicowych pracujących w tym rozjeździe; powyższa metodyka dotyczy również pomiaru sił nastawczych napędów przestawiających ruchomy dziób krzyżownicy. [3]

2.2. Siła trzymania

Według [2] siła trzymania to największa wartość siły ciągu, jaką suwak nastawczy może rozwinąć przy pracującym silniku, ślizgającym się sprzęgle przeciążeniowym i zablokowanym suwaku nastawczym.

Podobnie jak w przypadku siły nastawczej, definicja ta jest błędna i pasuje bardziej do opisu siły nastawczej niż siły trzymania, pozwala to przypuszczać iż w instrukcji [2] wystąpiło błędne przyporządkowanie obu definicji. Dla porównania definicja siły trzymania według [1]:

Siła trzymania jest to maksymalna wartość siły, której oddziaływanie na suwak nastawczy elektrycznego napędu zwrotnicowego nie powoduje jego przestawiania [1].

Pomiar sił trzymania napędów rozpruwalnych należy wykonać dla każdego napędu co dwa lata. W przypadku napędu EEA-5 pomiar siły trzymania należy wykonać nie rzadziej niż raz na rok.

Dla napędów S700 K/KM, EBISwitch 700 nie są konieczne okresowe pomiary kontrolne siły trzymania. Użytkownik nie ma możliwości regulowania siły trzymania we własnym zakresie.

Przed właściwym pomiarem wymagane jest 2-3 krotne rozprucie napędu. Pokręcając dźwignią przyrządu do wymuszenia siły rozprucia należy spowodować przesuw suwaka, a następnie odczytać na mierniku największą wartość siły, która wystąpi do chwili wyraźnego przesuwu suwaka. Pomiar dla każdego położenia suwaka wykonuje się trzykrotnie, a jako wynik, ze względu na mniejszy błąd pomiarowy przyjmuje się najmniejszą wartość siły przy ciągnięciu suwaka nastawczego [3].

Rozpruwanie napędu przed właściwym pomiarem wydaje się kwestią dyskusyjną, pomiary bowiem mają na celu wykazać siłę z którą napęd trzyma zwrotnicę podczas normalnej jej pracy, zaś 2-3 krotne rozprucie napędu spowoduje jej zmianę przez co pomiary nie będą pokazywać siły trzymania napędu występującej na co dzień.

2.3. Siła rozprucia

Według [1] siła rozprucia napędu rozpruwalnego jest to najmniejsza wartość siły która oddziałując na suwak nastawczy powoduje jego przestawianie z położenia krańcowego.

Pomiary siły rozprucia wykonuje się wraz z pomiarami siły trzymania.

2.4. Opory przestawiania, naprężenia iglic

Według [2] opory przestawiania to maksymalna wartość obciążenia działającego na suwak nastawczy przy przestawianiu iglic zwrotnicy (mierzona do momentu uzyskania kontroli położenia iglic).

Według [2] napięcie iglic to wartość obciążenia działającego na suwak nastawczy w końcowym położeniu (mierzona po uzyskaniu kontroli położenia iglic).

Pomiary oporów przestawiania oraz napięcia iglic należy wykonywać podczas badania technicznego rozjazdów. Maksymalne wartości oporów przestawiania muszą być zawsze niższe od siły nastawczej, zależą więc one od typu napędu zabudowanego w rozjeździe.

3. DEFINICJE SIŁ

Jak pokazano w rozdziale 2 istnieją błędy w określeniu definicji sił występujących w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd. Poniżej podano opracowane przez autora definicje tychże sił:

- siła nastawcza – wartość siły występującej na suwaku napędu zwrotnicowego przy przestawianiu zwrotnicy wygenerowana przez napęd zwrotnicowy. Jej maksymalna wartość występuje przy poślizgu sprzęgła przeciążeniowego.
- opór przestawiania rozjazdu - wartość siły występującej na suwaku napędu zwrotnicowego przy przestawianiu zwrotnicy pochodząca od rozjazdu. Jeśli maksymalna wartość oporu przestawiania przekroczy wartość maksymalnej siły nastawczej wówczas wystąpi poślizg sprzęgła przeciążeniowego.

- napięcie iglic (siła sprężynowania iglic) – wartość siły pochodzącej od iglic rozjazdu działającej na suwak nastawczy w krańcowym położeniu (mierzona po uzyskaniu kontroli położenia iglic).
- siła trzymania – siła pochodząca od strony rozjazdu, która oddziałuje na suwak nastawczy napędu zwrotnicowego nie powodując rozprucia.
- siła rozprucia - siła pochodząca od strony rozjazdu, która oddziałuje na suwak nastawczy napędu zwrotnicowego i powoduje rozprucie.

Można zauważyć, że dla napędu zwrotnicowego zabudowanego do rozjazdu siła nastawcza jest równa oporowi przestawiania. Ze względów diagnostycznych istotnym jest pomiar maksymalnej siły nastawczej, czyli tej siły przy której następuje poślizg sprzęgła przeciążeniowego (nastawczego). Dlatego w niektórych krajach, oprócz pojęcia siły nastawczej wprowadzono pojęcie siły poślizgu sprzęgła. Dla większości napędów zwrotnicowych producenci przyjęli założenie, że opór przestawiania rozjazdu nie powinien przekroczyć 80% (maksymalnej) siły nastawczej.

Podobny związek istnieje w przypadku siły trzymania i siły rozprucia. Siła rozprucia to maksymalna wartość siły trzymania. Siła trzymania jest siłą która nie powoduje poślizgu sprzęgła siły trzymania.

Dla celów diagnostycznych należy przyjąć następujące założenia:

- 1) pomiar oporu przestawiania jest tożsamy z pomiarem siły nastawczej dla przypadku niewystąpienia poślizgu sprzęgła przeciążeniowego i w diagnostyce należy używać nazwy pomiar oporu przestawiania;
- 2) pomiar siły nastawczej z wymuszonym poślizgiem sprzęgła (siły poślizgu sprzęgła) należy nazywać pomiarem siły nastawczej;
- 3) pomiar siły trzymania i rozprucia przeprowadza się jednocześnie (dla napędów rozpruwalnych). Podczas pomiaru w napędach rozpruwalnych dąży się do powstania poślizgu sprzęgła siły trzymania. Wartość siły przy której nastąpił poślizg sprzęgła siły trzymania to siła rozprucia. W napędach nierozpruwanych podczas pomiaru siły trzymania mierzy się wytrzymałość składu sprzęgła siły trzymania. Podczas tego pomiaru nie powinien nastąpić poślizg sprzęgła siły trzymania. W diagnostyce powinno używać się określenia siła rozprucia. Dla napędów rozpruwalnych maksymalna siła trzymania jest równa sile rozprucia. Każda siła poniżej tej siły będzie miała zapewnione trzymania, każda powyżej zapewni rozprucie. W napędach rozpruwalnych pomiar tej siły powinien być przeprowadzany w zakresie jak dla rozpruwalnego a sprzęgło powinno zapewnić w tym zakresie trzymanie.

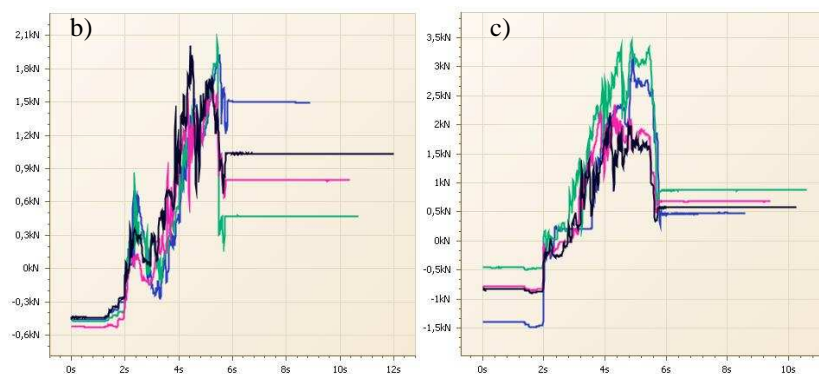
4. INTERPRETACJA WYNIKÓW POMIARÓW.

Po przeprowadzeniu pomiaru uzyskuje się wynik, a wynik ten podlega interpretacji. Jeśli w przypadku niektórych pomiarów interpretacja jest prosta, to w przypadku innych pomiarów już nie jest to jednoznaczne. Jeśli do pomiaru używa się urządzenia pomiarowego niewyposażonego w opcję rejestracji przebiegu to osoba dokonująca pomiaru określa zmierzone wartości na podstawie tego, co zaobserwowała na wskaźniku wartość zmierzonego parametru. Dla takich urządzeń pomiar przy przestawianiu rozjazdu na drodze elektrycznej jest problematyczny. Natomiast pomiar podczas ręcznego przestawiania rozjazdu jest nie miarodajny. Charakterystyka siły mierzonej ręcznie jest inna niż podczas

elektrycznego pomiaru. A należy pamiętać, że zasadniczym stanem pracy dla napędu zwrotnicowego jest elektryczne przestawianie. Natomiast podczas okresowych pomiarów wskazane jest również dokonanie pomiaru podczas ręcznego pomiaru, tak aby sprawdzić, czy przy ręcznym przestawianiu nie ma przeszkód do przełożenia rozjazdu. W przypadku tego typu przyrządów pomiarowych wartość siły jest subiektywnym wynikiem rejestracji wzrokowej wartości siły.

Inaczej wygląda sytuacja gdy pomiar dokonywany jest urządzeniem komputerowym z opcją rejestracji zmierzonego przebiegu. W tym przypadku niektóre parametry są jednoznaczne. Mierząc opór przestawiania i rejestrując go ma się jednoznaczny zapis parametrów. Maksymalna zmierzona siła jest uważana za miarodajną. W przypadku siły rozprucia również interpretacja jest jednoznaczna. W przypadku napędów rozpruwalnych maksymalna siła trzymania, przy której nastąpi poślizg sprzęgła siły trzymania (wsunięcie lub wysunięcie suwaka nastawczego pod wpływem przyłożonej siły) jest równoważna sile rozprucia. Znając tę siłę należy przyjąć, że siły poniżej tej wartości nie spowodują rozprucia, natomiast siła większa lub równa zmierzonej sile spowoduje rozprucie.

4.1 Opór przestawiania.



Rys. 2 Rozjazd zwyczajny lewy (a), wartości oporu przestawiania przy przestawianiu w lewo (b) i w prawo (c).

Na rys. 2 b, c przedstawiono wyniki pomiarów oporów przestawiania dla napędu zwrotnicowego. Analizując wykresy można zauważyć, że pewne części charakterystyk są symetryczne. Wartości sił pomiędzy 0s a 2s z wykresów b) są zbliżone do wartości od 6s z wykresu c). Jest to wartość napięcia iglic w położeniu lewym rozjazdu. Ze względu na to, że rozjazd jest lewy to wartość sprężynowania w tym położeniu jest mniejsza niż w położeniu przeciwnym, bo odlegająca iglica jest iglicą prostą. Natomiast wartości napięcia iglic z rysunku c) od 0 do 2 s są zbliżone do tych po 6 s z rys. b). Te wartości są dużo większe niż w poprzednim przypadku. Spowodowane jest to faktem, że tutaj odlegającą jest iglica łukowa, jest ona w większym odkształceniu niż uprzednio odlegająca. Można również zauważyć, że wartość oporu przestawiania jest większa dla przestawiania w prawo (do położenia lewego). Jest to spowodowane faktem, że suwak nastawczy jest tutaj wypychany z napędu, dodatkowo pojawiają się siły potrzebne do pokonania oporów tarcia w układzie suwak nastawczy – pręt nastawczy. Oczywiście, takie rozważania są możliwe do przeprowadzenia wtedy, gdy jest do dyspozycji duża liczba pomiarów. Ale przeglądając wynik pomiaru oporu przestawiania można na pewno odczytać takie parametry jak napięcie iglic w obu położeniach i wartość oporu przestawiania (dla większości analiz wystarczy wartość maksymalna z charakterystyki).

4.2 Siła nastawcza

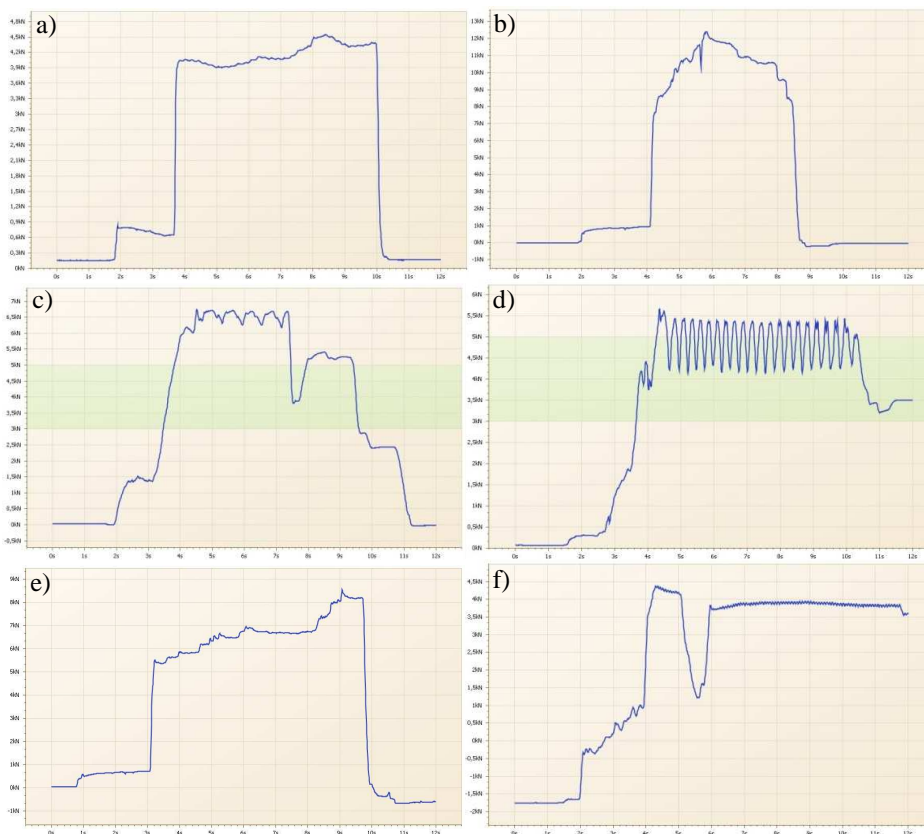
W interpretacji wyników pomiarów największym problemem jest interpretacja wartości siły nastawczej. Jak już wspomniano, w przyrządach bez rejestracji danych wartość siły nastawczej była wynikiem podjęcia przez osobę mierzącą decyzji, że to ta wartość, a nie inna. W przyrządach elektronicznych, często błędnie utożsamia się wartość siły nastawczej z wartością maksymalną zmierzonej siły.



Rys. 3 Przykładowe charakterystyki siły nastawczej.

W przypadku wyników pomiarów przedstawionych na rys. 3 można zauważyć ewidentny wzrost wartości siły na początku (a) lub na końcu (b) poślizgu sprzęgła. Uznanie tych wartości za siłę nastawczą jest błędem. W przedstawionych przykładach określenie siły nastawczej wydaje się stosunkowo łatwe. Siłą nastawczą jest pogrubiony przebieg. Problem zaczyna się tam, gdzie przebieg nie jest idealny. Na rys. 4 przedstawiono sześć przypadków wyników pomiarów siły nastawczej gdzie interpretacja nie jest już tak oczywista. Ciekawym jest przypadek d), gdzie podczas poślizgu sprzęgła na przemian zasprzęgłało i odsprzęgłało silnik od napędu, oraz przypadek f), gdzie podczas pomiaru, po

poślizgu sprzęgła następuje spadek wartości siły, następnie wzrost i pozostanie w stanie poślizgu. Zresztą, ktoś mógłby zadać pytanie, dlaczego na rys. 3a zaznaczono ten odcinek a nie inny? I odpowiedź, że po tym odcinku następuje spadek wartości siły, a więc napęd został pozbawiony zasilania elektrycznego (3b) lub jak w przypadku (3a) skończył się zadeklarowany w urządzeniu czas pomiaru mogła by być niesatysfakcjonująca.



Rys. 4 Charakterystyki przebiegu siły nastawczej dla różnych przypadków pracy sprzęgła.

Jak wynika z rys. 4 określenie wartości siły nastawczej nie jest proste. Zgodnie z powołaną wcześniej definicją „siła nastawcza jest to maksymalna siła, którą wywiera suwak nastawczy napędu w celu przestawienia zwrotnicy, wykolejnicy lub ruchomego dzioba”. Aby ją zmierzyć należy doprowadzić do uniemożliwienia przestawienia iglic rozjazdu przez napęd, powodując poślizg sprzęgła przeciążeniowego. Wydaje się, że przyjęcie wartości maksymalnej siły jest błędne. Na rys. 3 a i b uznanie za siłę nastawczą wartości maksymalnej spowoduje potrzebę regulacji i obniżenia tej wartości. Tak więc dalej wartość siły nastawczej pozostaje w kwestii nieudomówień. O ile można sprawdzać dokładnie w warunkach laboratoryjnych jaką maksymalnie siłę jest w stanie wygenerować napęd, to w terenie wydaje się to prawie niemożliwe. Rozsądnym wydaje się podejście kolei niemieckich (nieoficjalne), które mówi, że siła nastawcza równa jest średniej

z jednosekundowego odcinka czasu, który następuje 1 sekundę od wystąpienia poślizgu sprzęgła przeciążeniowego. Pozostaje jeszcze kwestia określenia kiedy wystąpił poślizg sprzęgła. Oficjalnie, za siłę nastawczą w Niemczech uznaje się siłę, która występuje 1 s po poślizgu sprzęgła.

5. WNIOSKI

Przedstawiona w artykule problematyka jest wstępem do analizy zjawisk występujących przy pomiarze sił w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd. Jak można zauważyć, wiele definicji i interpretacji wyników pomiarów musi zostać zestandaryzowanych. Bez tego rozważania o zjawiskach i wynikach pomiarów w układzie napęd zwrotnicowy – rozjazd wydają się mocno ograniczone. Zawsze pojawi się konflikt na drodze producent – użytkownik, ponieważ każdy z nich może inaczej interpretować uzyskany wynik pomiaru. Wszystko jest w porządku, dopóki w wyniku złej interpretacji wyniku nie powstaje zagrożenie bezpieczeństwa.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Dokumentacja techniczno – ruchowa nr DTR-2006/EBISwitch 700, Bombardier, Katowice, 2006.
- [2] Instrukcja Ie7 (E14) – *Instrukcja diagnostyki technicznej i kontroli okresowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*, Warszawa, 2005.
- [3] Instrukcja Ie12 (E24) – *Instrukcja konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym*, Warszawa, 2005.
- [4] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa nr PAMAR-MS/DTR/001, Przyrząd pomiarowy PAMAR-MS, PAMAR, Jastrzębie Zdrój, 2009
- [5] INSTRUKCJA OBSŁUGI nr PMSSystem/INS/001, Obsługa oprogramowania diagnostycznego „PMSSystem”, PAMAR, Jastrzębie Zdrój, 2009