ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995
Seria: TRANSPORT z. 27 Nr kol. 1295

Ryszard Suwalski

ZESTAW KOŁOWY Z AUTOMATYCZNĄ ZMIANĄ ROZSTAWU KÓŁ

Streszczenie. Zestaw kołowy z automatyczną zmianą rozstawu kół zastosowany w wagonach może skutecznie rozwiązać problem pokonywania bariery różnych szerokości torów w transporcie kolejowym.

Realizacja zmiany szerokości rozstawu kół i dostosowanie do określonej szerokości toru odbywa się automatycznie podczas przejazdu wagonów przez torowe stanowisko przestawcze.

Zastosowanie zestawu likwiduje niedogodności obecnie stosowanych systemów przeładunku towarów lub wymiany układów biegowych oraz znacznie skraca czas przejazdu wagonów z torów normalnych na szerokie.

THE WHEEL SET WITH AUTOMATIC CHANGE OF THE DISTANCE BETWEEN WHEELS

Summary. The wheel set with automatic change of the distance between wheels used in the waggons can solve the problem of crossing the borders between various track gauges by railway traffic.

Changing o the distance between wheels to adjust them to new track gauge is done automatically in time of waggon run by special gauge changing station.

Operation of above described wheel set gets rid of inconveniences presently used systems i.e. goods reloading or boogies exchange,and significantly cuts time of waggons run from one gauge track to another.

1. WSTĘP

Koleje polskie leżące na styku dwóch szerokości torów, dysponując ośmioma stacjami przeładunkowymi na granicy wschodniej, mogłyby osiągnąć duże korzyści ekonomiczne z usprawnienia przewozów EUROPA - AZJA.

W odróżnieniu od linii kolejowych funkcjonujących w Europie [1] połączenia między Europą i Azją charakteryzują się:

- znacznymi długościami (8-10 tys. km),
- dwukrotną zmianą szerokości torów (1435/1520/1435 mm),

- prędkością 100/120 km/h,
- przekraczaniem różnych stref klimatycznych, w tym również strefy klimatu bardzo zimnego.

Zaistniałe w tej części świata przeobrażenia polityczno-społeczne oraz trwająca transformacja gospodarcza wyrażają się powstawaniem nowych, dotychczas nie istniejących granic i wprowadzeniem procedur granicznych, które powodują wydłużenie czasu przemieszczania ładunków.

Stacje graniczne państw mających różne szerokości toru zajmują duże powierzchnie, mają bardzo rozbudowany układ torowy, są wyposażone w znaczne ilości urządzeń i narzędzi, są obsługiwane przez liczny personel. Przy przeładunku występuje poważne niebezpieczeństwo ekologicznego skażenia terenu. Niemożliwy jest transport koleją towarów niebezpiecznych, których przeładunek jest zabroniony.

Wielkie znaczenie dla usprawnienia ruchu kolejowego miałoby wprowadzenie wagonów wyposażonych w zestawy kołowe o zmiennym rozstawie kół przejeżdżających bezpośrednio z toru normalnego na szeroki i odwrotnie przez torowe stanowisko przestawcze, wbudowane na styku obu torów, eliminując wszystkie wyżej wymienione utrudnienia.

Prace nad takimi konstrukcjami są prowadzone na kolejach rosyjskich (RZD), bułgarskich (BZD) a także na kolejach polskich (PKP).

Niniejszy referat przedstawia konstrukcję polskiego rozwiązania zestawu kołowego o zmiennym rozstawie kół, zarejestrowanego w Urzędzie Patentowym RP [5] i zgłoszonego do opatentowania w państwach zainteresowanych tym problemem.

2. KONSTRUKCJA ZESTAWU

Wychodząc naprzeciw problemom opisanym w p.1., zaproponowano opracowanie konstrukcji układu biegowego, który umożliwiałby bezobsługowy, samoczynny przejazd z toru o jednej szerokości na tor o innej szerokości, dokonywany na torowym stanowisku przestawczym z wykorzystaniem istniejących środków trakcyjnych.

Po przeanalizowaniu stanu techniki światowej dotyczącej tego zagadnienia [2] [4] [9], przedstawieniu na tym tle własnych propozycji [6] [7] [8] oraz opisaniu możliwości technologicznych przemysłu ustalono znanymi metodami [3], że zadanie takie można wykonać.

Zadanie techniczne opisano następującymi warunkami brzegowymi :

- rozwiązanie konstrukcyjne nie może zmieniać dotychczasowego charakteru typowego zestawu kołowego przed i po dokonaniu przestawienia,
- rozwiązanie konstrukcyjne nie może zmieniać charakteru typowego układu biegowego (jedno- lub wieloosiowego),
- układ hamulcowy nie powinien podlegać przestawianiu.

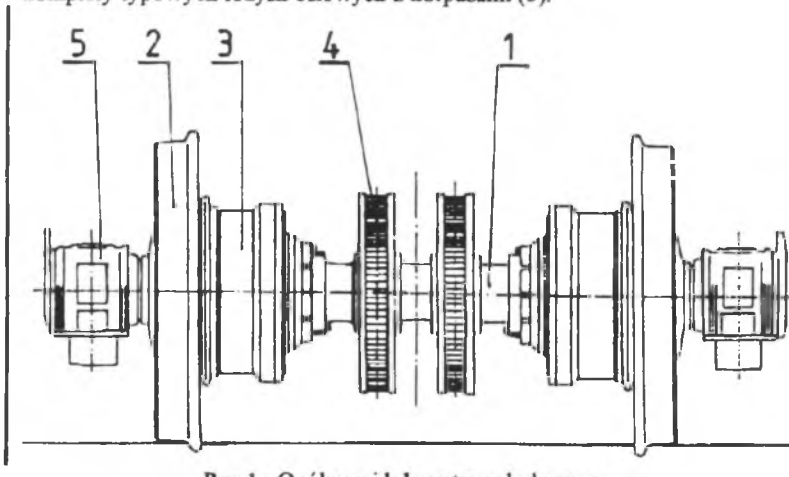
W świetle tak postawionych wymagań zaproponowano rozwiązanie przedstawione na rys.1.

2.1.Opis budowy

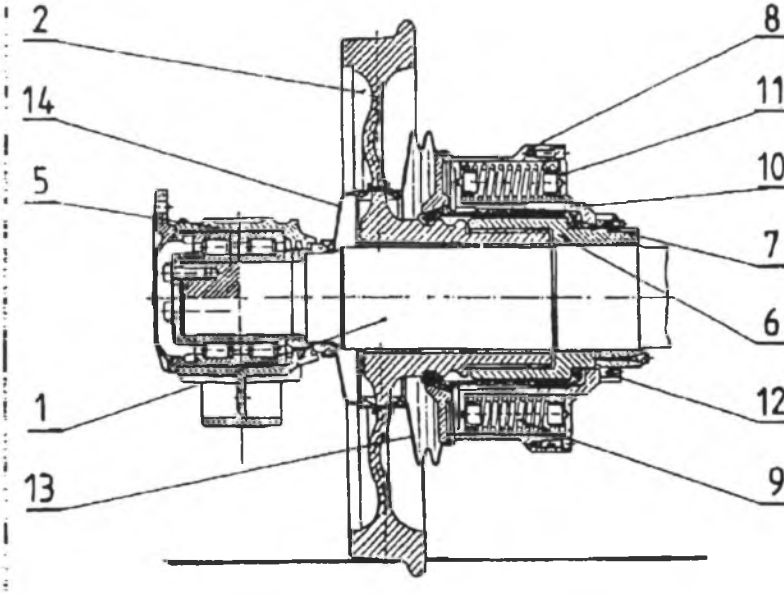
Podstawowymi elementami zestawu kołowego pokazanymi na rys.1 są:

- oś zestawu kołowego (1),

- dwa koła przemieszczające się po osi zestawu (2),
- dwa mechanizmy ryglujące (3),
- dwie lub trzy tarcze hamulcowe (4),
- komplety typowych łożysk osiowych z korpusami (5).



Rys.1. Ogólny widok zestawu kołowego
Fig.1. General view of the wheel set



Rys. 2. Przekrój przez mechanizm ryglujący
Fig.2. Locking device cross-section

Koło (2) o wydłużonej piaście, zakończonej elementem zabierakowym, współpracuje z piastą ustalającą (6), mocowaną na osi (1) za pomocą połączenia wtłaczanego. Koło (2) ma

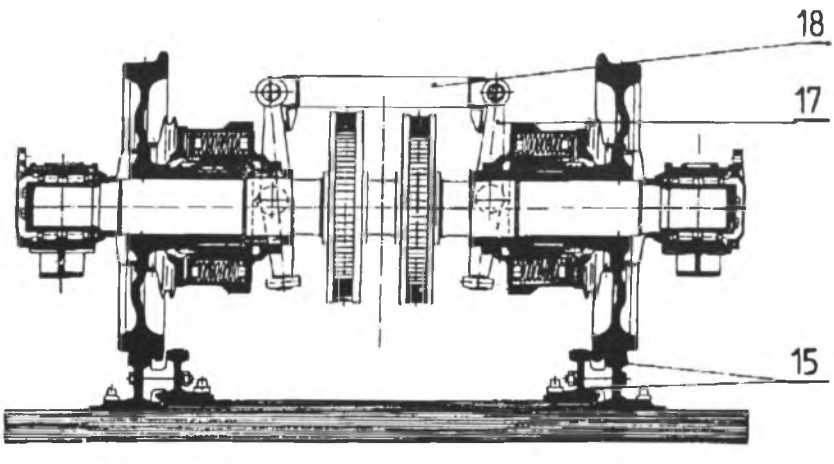
możliwość przemieszczania się wzdłuż osi (1) w czasie, kiedy wagon przejeżdża z toru o jednej szerokości na tor o innej szerokości.

Mechanizm ryglujący (3) składa się z tulei rozprężnej (7), której trapezowe zakończenia współpracują z rowkami w piaście koła (2), odpowiadającymi dwom różnym szerokościom toru. Tuleja rozprężna (7) jest zaciskana tuleją blokującą (8), wywierającą nacisk wzdłużny za pomocą sprężyn (9), umieszczonych pomiędzy tuleją wewnętrzną (10) i kołnierzem (11) mocowanym śrubami do tulei blokującej (8).

Tuleja rozprężna (7) i tuleja wewnętrzna (10) są dociskane do oporowej powierzchni piasty ustalającej (6) za pomocą nakrętki (12) z podkładką zabezpieczającą. Części przesuwne mechanizmu ryglującego są zabezpieczone przed zabrudzeniem osłonami (13) i (14).

2.2. Opis działania

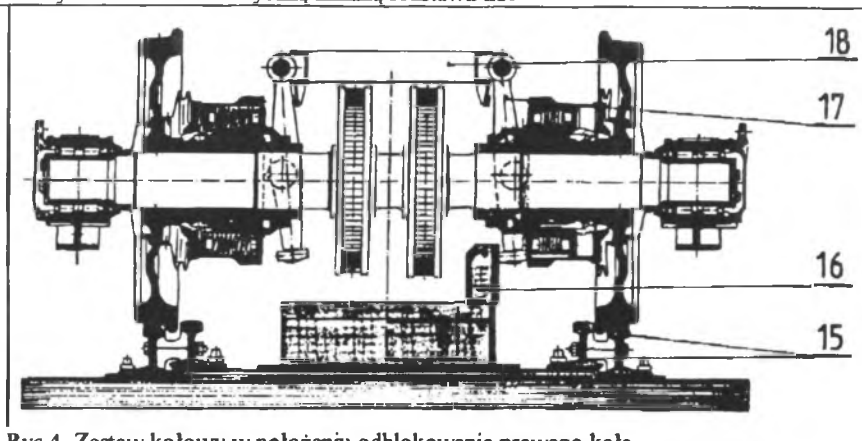
Zmiana szerokości rozstawu polega na przejeździe wagonu przez torowe stanowisko przestawcze, wbudowane w istniejący odcinek toru - rys 3 i 4.



Rys. 3. Zestaw kołowy w położeniu centrowania na torowym stanowisku przestawczym
Fig.3. The wheel set on TSP in centering position

Prowadnice prowadzą koła na całym odcinku przestawczym, zaś krzywki sterują dźwigniami naciskowymi zawieszonymi na ramie i współpracują z tulejami blokującymi. Zmiana szerokości rozstawu kół obejmuje:

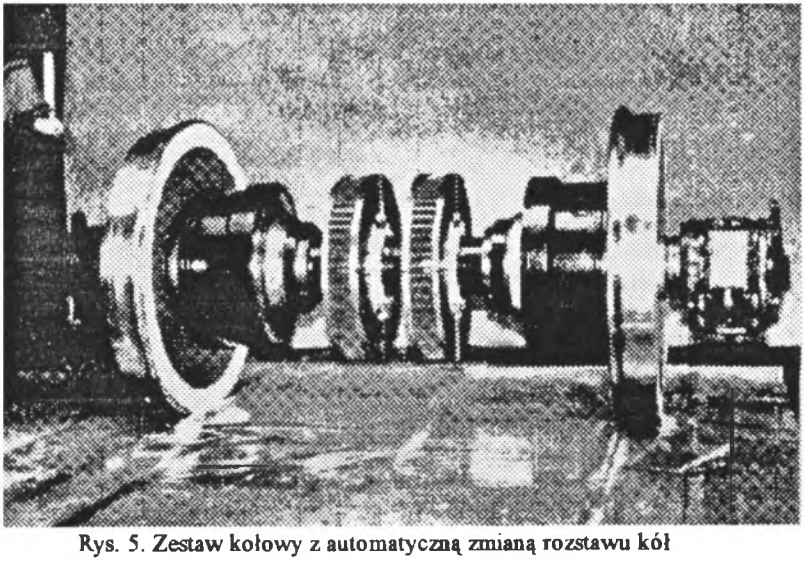
- wjazd zestawu kołowego na torowe stanowisko przestawcze, prowadnice kół (15) ustawiają zestaw kołowy w położenie środkowe - rys. 3,
- najazd prawej dźwigni naciskowej (17) zawieszonej na ramie (13) na krzywkę (16), przemieszczenie dźwigni naciskowej (17), przemieszczenie tulei blokującej uwalniającej tuleję rozprężną z rowka trapezowego, co powoduje odblokowanie koła - rys. 4,
- jazda zestawu z odblokowanym kołem prowadzonym prowadnicami (15) ułożonymi zbieżnie lub rozbieżnie, co powoduje przesunięcie koła w nowe położenie,
- zjazd zestawu kołowego z torowego stanowiska przestawczego, przemieszczenie kątowe dźwigni naciskowych (17) w położenie wyjściowe, przesunięcie tulei blokującej za pomocą sprężyn w kierunku powodującym zaciśnięcie tulei rozprężnej w drugim rowku trapezowym piasty koła w położeniu odpowiadającym zmianie szerokości toru.



Rys.4. Zestaw kołowy w położeniu odblokowania prawego koła
Fig.4. The wheel set on TSP in position of loosing of the right wheel locking device

Przestawione na przemian i zablokowane koła realizują wszystkie funkcje klasycznego zestawu kołowego, nie zmieniając charakteru pracy układu biegowego.

Egzemplifikacją przedstawionej konstrukcji jest wykonanie rzeczowe zestawu kołowego pokazane na rys. 5.



Rys. 5. Zestaw kołowy z automatyczną zmianą rozstawu kół
Fig.5. General view of the wheel set

Tak wykonany zestaw kołowy ze zmiennym rozstawem kół można montować w modernizowane lub nowo produkowane, odpowiednio przygotowane, układy biegowe wagonów, w zależności od potrzeb przewozowych.

3. OBLICZENIA ZESTAWU KOŁOWEGO

3.1. Analiza statyczna mechanizmu ryglującego

Celem analizy [6] było wyrażenie wzajemnych oddziaływań pomiędzy poszczególnymi elementami mechanizmu w zależności od wszystkich parametrów konstrukcyjnych, od których te oddziaływania zależą w istotny sposób.

Podczas obliczeń rozważano przypadki:

- blokowania mechanizmu przez sprężyny bez udziału sił zewnętrznych,
- blokowania mechanizmu z udziałem sił bocznych wynikających ze współpracy koła z szyną,
- przesuwania kół na stanowisku przestawczym.

Zapisanie zależności w postaci jawnej ułatwiło racjonalne zwymiarowanie części mechanizmu ryglującego.

3.2. Obliczenia numeryczne

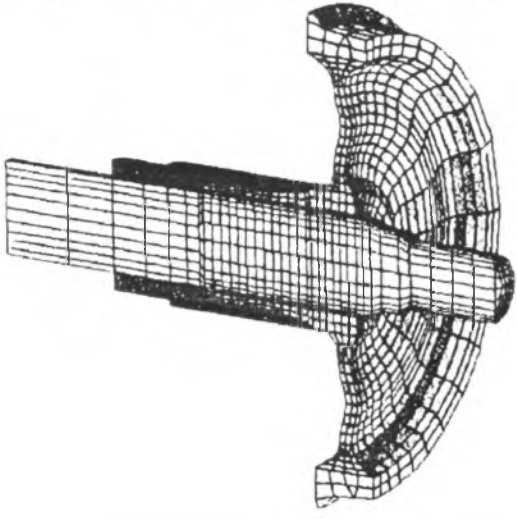
Celem obliczeń [10] było określenie wzajemnych oddziaływań pomiędzy osią a tuleją wciśniętą w koło charakteryzujących się wzajemnymi przemieszczeniami oraz naprężeniami w strefie kontaktu.

Analizę oddziaływań przeprowadzono metodą elementów skończonych (MES). Ze względu na specyfikę pracy zestawu (gabaryty, obciążenia, charakter współpracy części składowych) wybrano do analizy system MSC/NASTRAN współpracujący z pre/postprocesorem MSC/PATRAN. System ten umożliwił rozwiązanie zagadnienia kontaktowego z uwzględnieniem tarcia.

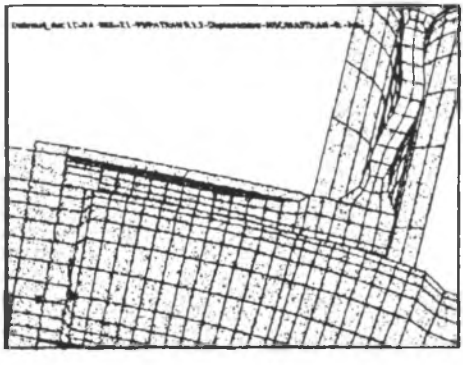
Do zamodelowania struktury użyto elementów bryłowych oraz funkcji tzw. „3-D slideline". Dyskretyzacji poddano 1/4 zestawu w ustawieniu na torze normalnym. Składający się z trzech podstawowych części (koła, mechanizmu ryglującego i osi), model numeryczny tworzyło łącznie około 8000 elementów bryłowych (głównie 8-węzłowych HEXA i niewielka liczba 6-węzłowy PENTA) oraz około 19000 stopni swobody. Model MES zespołu wraz z mechanizmem ryglującym pokazano na rys. 6

Przeprowadzona analiza numeryczna MES wykazała, że:

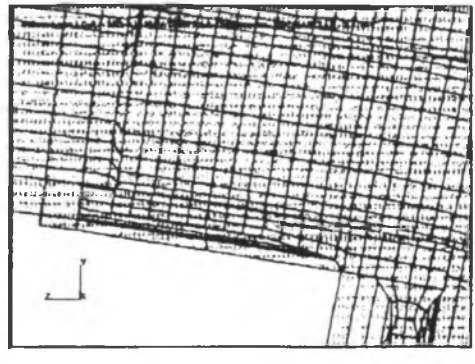
- strefy kontaktu przy rozpatrywanych obciążeniach są zlokoalizowane w trzech obszarach, dwóch w częściach końcowych tulei
- na dolnej powierzchni kontaktu oraz jednej, centralnej
- na górnej powierzchni kontaktu - rys. 7a i 7b. Jest to spowodowane postacią ugięcia zestawu pokazaną na rys. 8,



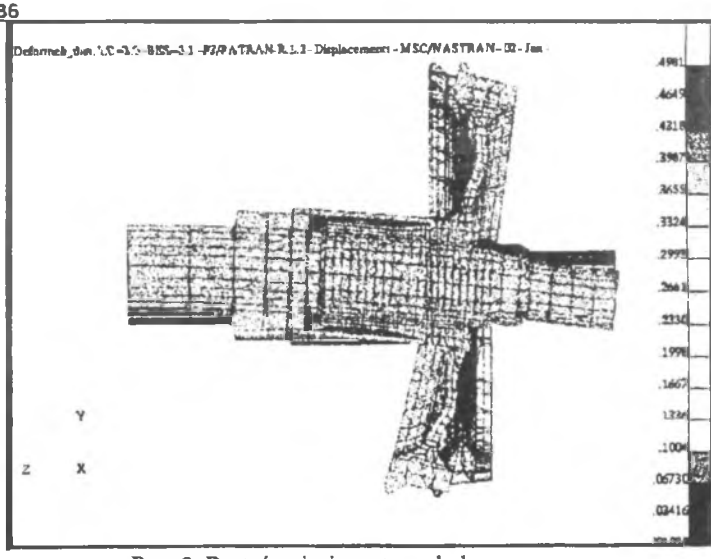
Rys. 6. Model MES wraz z mechanizmem ryglującym
Fig. 6 Complete model of the MES unit together with locking device



Rys.7a. Strefy kontaktu na górnej powierzchni
Fig.7a. The wheel - axle faying face upper surface

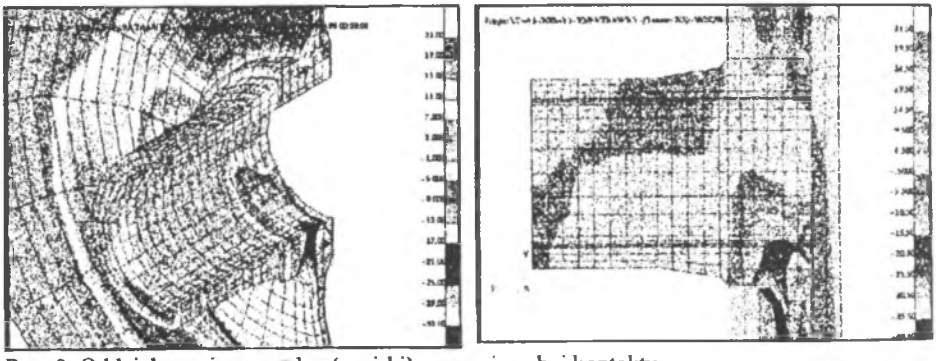


Rys.7b. Strefy kontaktu na dolnej powierzchni
Fig.7b. The wheel - axle faying face lower surface



Rys. 8. Postać ugięcia zestawu kołowego
Fig.8. Bending shape of the wheel set

- sposób pracy konstrukcji prowadzi do stosunkowo niewielkich, ale **wyraźnych ruchów względnych** na powierzchni kontaktu, zarówno w kierunku stycznym, jak i obwodowym w stosunku do osi. Wobec harmonicznego (cyklicznego) charakteru tych ruchów należy liczyć się ze **zużyciem** połączenia oś/tuleja koła,
- wielkości naprężeń normalnych (nacisków w kontakcie) nie są wysokie i wynoszą 30-40 MPa. Zwraca uwagę rozmieszczenie nacisków w trzech obszarach, jak pokazano na rys. 9.



Rys. 9. Oddziaływania normalne (naciski) na powierzchni kontaktu
Fig. 9. Standard interaction (load) on the faying face

4. BADANIA

W Centrum Naukowo - Technicznym Kolejnictwa we współpracy z ZNTK Poznań i ZNTK Piła przeprowadzono następujące badania:

- badania modelu tulei rozprężnej mechanizmu ryglującego na stanowisku próbnym do oceny trwałości geometrycznej kształtu i wytrzymałości zmęczeniowej,
- badanie modelu zestawu kołowego i zestawu kołowego przestawnego z mechanizmami ryglującymi na stanowisku próbnym symulującym przejazd zestawu przez stanowisko przestawcze do oceny prawidłowości działania wszystkich mechanizmów w okresie ok. 25 lat eksploatacji,
- badania funkcjonalne prawidłowości działania i ryglowania kół w położeniach toru „normalnego" 1435 mm i „szerokiego" 1520 mm podczas przejazdów przez torowe stanowisko przestawcze wagonu na wózkach z zestawami przestawnymi,
- badania bezpieczeństwa ruchu i własności biegowych wagonu na wózkach z zestawami przestawnymi w ruchu na torach PKP,
- badania hamulcowe wagonów.

Wszystkie badania przeprowadzono w takiej kolejności, aby pozytywny wynik wcześniejszego eksperymentu dawał podstawę do wykonywania bardziej rozwiniętych układów.

Uzyskano pozytywne wyniki badań potwierdzające prawidłowość rozwiązania konstrukcyjnego, spełniającego założoną funkcję automatycznej zmiany rozstawu kół i blokowania w skrajnych położeniach oraz przydatność w wózkach kolejowych.

Literatura

[1] Gołaszewski A.: Działalność OSŻD w zakresie unowocześnienia połączen kolejowych między Europą i Azją. Przegląd Kolejowy , nr 1, 1995, s. 26-30.

[2] Kuhlmann B.: Der Anfang und das Ende der Spurwechselradsätze der DR. Die Deutsche Bahn, nr 10, 1992, s.1127-1134.

[3] Pahl G., Beitz W.: Konstruktionslehre. Handbuch für Studium und Praxis. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 1977.

[4] Sanchez Gonzalez I.L.: Essieux á écartement variable. Rail International, nr 4, 1982, s. 119-128

[5] Suwalski R.: Zestaw kołowy z automatyczną zmianą rozstawu kół. Opis zgłoszeniowy w UP RP nr W. 97238

[6] Suwalski R.: Zestaw kołowy przestawny 161 BK o zmiennym rozstawie kół. CBK PKP Poznań, 1994, do użytku służbowego.

[7] Suwalski R.: Koncepcje rozwiązań torowego stanowiska przestawczego. CBK PKP, 993, do użytku służbowego.

[8] Suwalski R.: Konstrukcja wózka typu 25 TN/161 BK do automatycznego ruchu przestawczego. CBK PKP Poznań, 1993, do użytku służbowego.

[9] TALGO. Anwendung des Systems TALGO zum Spurbreitenwechsel an Drehgestellen Konwentionaller Güterwagen (RUSO/UIC). Patents TALGO S.A., Montralban 14, 28014-Madrid, Espana.

[10] Wójtowicz A., Legat A.: Numeryczna analiza oddziaływań pomiędzy osią a tuleją koła w przestawnym zestawie kołowym. Praca CNTK, styczeń 1995, Warszawa.

Recenzent: dr hab. inż prof. Pol.Śl. Andrzej Wilk

Wpłynęło do redakcji: 10.07.1995 r.

Abstract

The border depots of the states with differing track gauges take up a lot of space, their track system is extensive, they are equipped with a diversity of tools and devices and their personnel is abundant. While shifting the freight, there exists a serious danger of ecological contamination of the whole area. The freight of dangerous goods by train is, therefore, forbidden.

In order to facilitate the rail transport, it would be useful to introduce the cars outfitted with the wheelsets with automatic change of the distance between wheels. In this case the cars would travel from the standard gauge track into wide gauge track and reversely through the track shifter, built in the contact zone of both tracks and all the above mentioned difficulties would be eliminated. The paper presents the design of the Polish wheelset with varying distance between wheels. The design is registered in the Patent Office of the Polish Republic and currently undergoing the registration procedure in other countries.

The wheelset discussed here has been tested in the Railway Scientific and Technical Centre in cooperation with ZNTK Piła and ZNTK Poznań. The test results are encouraging, proving the correctness of the design striving to achieve the automatic change in the distance between wheels of the wheelset and blocking the wheels in extreme positions as well as its usability in the wheelsets.