

prof.dr hab. inż. Jerzy Madej
dr hab. inż. Marian Medwid prof. nadzw.
mgr inż. Jarosław Czerwiński
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”

Mechanizm pozycjonowania i blokowania rozstawu okręgów tocznych w rozsuwnym zestawie kół pojazdu szynowego dla torów 1435 i 1520 mm

Przedmiotem artykułu jest prezentacja mechanizmu przestawiania i blokowania rozstawu okręgów tocznych w zestawie pojazdu szynowego przeznaczonego do przestawczego ruchu w dwóch zarządach kolejowych UIC oraz ОСЖД. Oryginalne rozwiązanie mechanizmu biegowego ma nieobracającą się oś. Jednak dla sterowania odległości okręgów tocznych stosownie do rozstawu szyn specjalnie został umożliwiony sterujący obrotowy ruch oscylacyjny osi. Ten mechanizm precyzyjnie sterujący rozstawem kół oraz blokujący jego nastawiony wymiar stanowi kluczowy element biernego bezpieczeństwa w obszarze dwóch rozstawów szyn oraz pomiędzy nimi. W pracy omówiono działanie tego złożonego mechanizmu oraz skrupulatnie zilustrowano poszczególne fazy jego pracy.

Uwagi wstępne

Znane są liczne odmiany konstrukcyjne kolejowych układów biegowych z rozsuwanymi okręgami tocznymi zestawów kół. Zestawy rozsuwane mają zarówno oś wirującą, jak też niewirującą. W tym ostatnim przypadku oś jest sztywno przyłączona do prowadników osi. Ze względu na bezpieczeństwo ruchu w torze, we wszystkich odmianach rozsuwanych zestawów kół, podstawowym problemem technicznym jest trwałe zapewnienie niezmienności nastawionego rozstawu kół zestawów (ryglowanie) na czas eksploatacji w obszarze zarządu kolejowego o określonym rozstawie szyn. We wszystkich znanych konstrukcjach zestawów rozsuwanych, tak z osią wirującą, jak też z niewirującą, stosowane są specjalne zatrzaski ryglujące koła względem tej osi [1]:

Rozwiązania z osią wirującą: O.G.I. (Hiszpania); TG 14 (dawny ZSRR); DR AG/RAFIL V (Niemcy); SUW 2000 (Polska),

Rozwiązania z osią niewirującą, w których niezależne koła, jako kinematycznie obrotowo niesprężone lecz pod względem rozstawu ryglowane, obracają się luźno: Vevey (Szwajcaria); BDZ (Bułgaria); RTRI (Japonia).

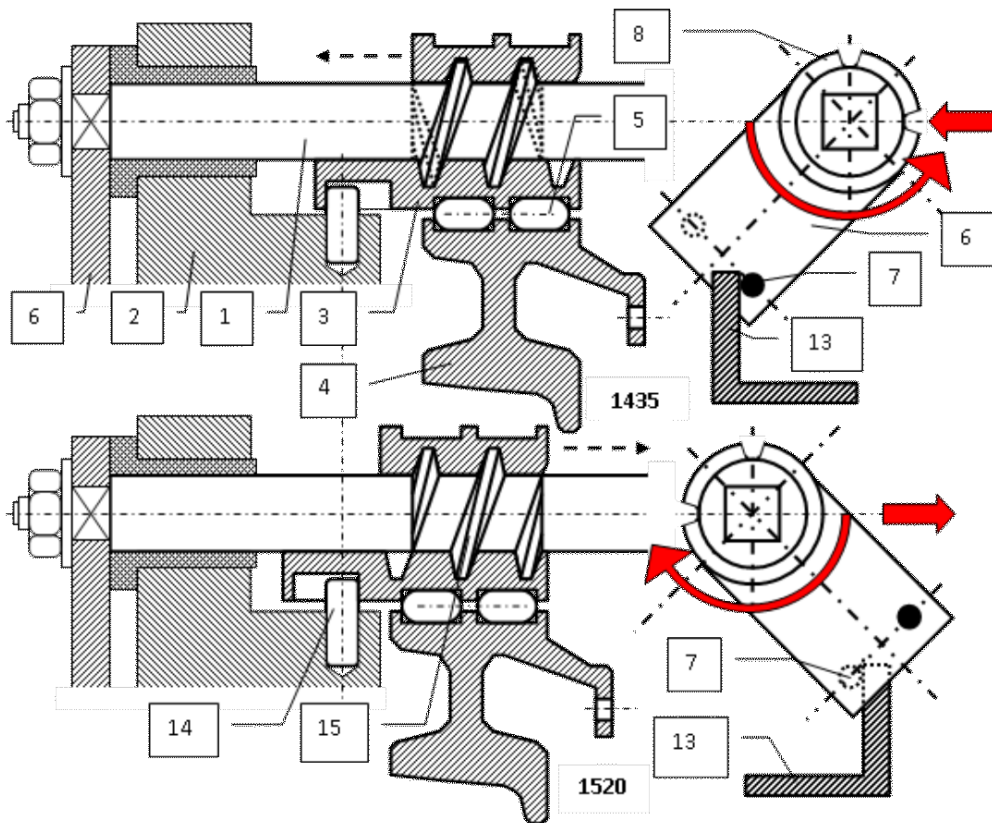
W ostatnich latach pojawił się projekt rozwiązania konstrukcyjnego z osią niewirującą, w którym rozsuwane koła zestawu, będąc w sztywnym kinematycznym sprzężeniu wzajemnym, obracają się ruchem ściśle zsynchronizowanym (patent B1 202614), dzięki czemu zapewnione jest klasyczne kolejowe prowadzenie zestawu w torze za pomocą sił podłużnych. Jest to projekt chroniony patentami B1 201613 [2] oraz 202614 [3]. W projekcie tym niezmienny, zaprogramowany rozstaw kół zestawu jest zapewniony dzięki specjalnym mechanizmom ryglującym w obrębie prowadników osi.

Nowe rozwiązanie konstrukcyjne [5] charakteryzuje się między innymi tym, że oś zestawu, która jest roboczo niewirująca, ma jednak możliwości określonych, programowanych obrotowo-wahliwych ruchów sterujących, przez co dokonuje się zmiana rozstawu kół zestawu. W przedmiocie omawianego rozwiązania kluczowym problemem jest konstrukcja rygła zapewniającego niezmiennie końcowe położenie kątowe obrotowo wahliwej osi nastawczej, dzięki czemu także rozstaw kół zestawu zostaje bezpiecznie zablokowany w nastawionym położeniu.

Mechanizm zmiany rozstawu kół

Nowe rozwiązanie [5] zostało kolejno uwidocznione na rysunkach, na którym Rysunek 1 przedstawia szczegóły dotyczące zasad odpowiedniego skojarzenia przesuwu („rozsuwu”) pojedynczego koła przy współpracy z dźwignią przestawczą 6 w zależności od kierunku zwojów śruby w połączeniu osi 1 z piastą 3 koła biegowego. Natomiast rysunki Nr. 2, 3, 4 i 5, przedstawiają kolejne fazy pracy mechanizmu przestawczego wraz z zasadami ryglowania jego zaprogramowanych położenia.

Roboczo niewirująca (lecz przestawczo wahliwa) oś zestawu 1 została osadzona w korpusach 2 prowadników osi w taki sposób, że ma możliwość dokonywania jedynie wahliwych sterujących przemieszczeń obrotowych. Na osi 1, pomiędzy korpusami prowadników osi, znajdują się śrubowo osadzone piasty 3 kół biegowych 4 zestawu. Piasty 3 względem prowadników osi 2 mogą się przemieszczać jedynie poosiowo, bez możliwości obrotu.



Rysunek 1. Schemat i zasada pracy mechanizmu zmiany rozstawu kół zestawu z roboczo niewirującą osią 1.

Zmiana rozstawu piast 3 wraz z kołami 4 dokonuje się za pomocą wahliwych sterujących przemieszczeń obrotowych osi 1, wymuszonych przez korbową pracę dźwigni 6 podczas ruchu pojazdu w obrębie stanowiska przestawczego wyposażonego w torowy zaczep 13.

Koła biegowe 4 zostały ułożyskowane obrotowo na piastach 3 za pomocą łożysk 5. Podczas ruchu zestawu w obrębie przestawczego stanowiska torowego oś 1 doznaje wymuszonego wahliwego sterującego przemieszczenia obrotowego dzięki obrotowi osadzonej na jej końcu dźwigni przestawczej 6, wyposażonej obustronnie w czopy 7, które to czopy, zaczepiając o odpowiednio usytuowane torowe zaczepy przestawcze 13, wymuszają obrót dźwigni 6 o ściśle określony kąt, dzięki czemu rozstaw kół biegowych 4 zmienia się w zaprogramowanym kierunku. Obydwie piasty 3 kół biegowych 4 są na osi 1 osadzone najkorzystniej w dwóch skojarzeniach śrubowych 15, o przeciwnych kierunkach zwojów. Technicznie możliwe jest jednak zaledwie pojedyncze skojarzenie śrubowe.

Podczas powrotnego ruchu zestawu w obrębie stanowiska przestawczego dźwignia przestawcza 6 zaczepia o „powrotny” zaczep torowy 13 i rozstaw kół biegowych zostaje odpowiednio zmieniony w kierunku odwrotnym, według planowego programu pracy układu.

Sterowanie rozstawu kół zestawu z osią roboczo niewirującą za pomocą ściśle narzuconych, wymuszonych wahliwych przemieszczeń obrotowych tej osi w

obrębie stanowiska przestawczego dokonuje się samoczynnie podczas przejazdu zestawu przy torowym zaczepie 13 dźwigni 6. Jak wyżej wspomniano, dźwignia 6 jest wyposażona w dwa czopy 7 które zostały osadzone po obydwóch jej stronach. Każdy z tych czopów odpowiednio pracuje tylko przy ściśle określonym kierunku ruchu zestawu „tam” lub „z powrotem”.

Nieosiągalna samohamowność połączenia śrubowego w układzie

Omówiony w opracowaniu [5] nowy mechanizm zmiany rozstawu kół w praktycznym wykonaniu może realizować łączny nastawny obrót (roboczo nieruchomej) osi zestawu o wartości $\leq \pi/2$. Ponieważ w systemie przestawczym UIC – OCЖД на przesunięcie jednego koła zestawu przypada $\Delta=42,5\text{mm}$, przeto tangens kąta γ pochylenia linii śrubowej może wynosić co najmniej:

$$\operatorname{tg} \gamma \geq \frac{4\Delta}{\pi \cdot d_{cz}}$$

gdzie d_{cz} - średnica śrubowego czopa osi. Ponieważ nie należy liczyć się z wartościami d większymi od 180 mm, to możemy napisać:

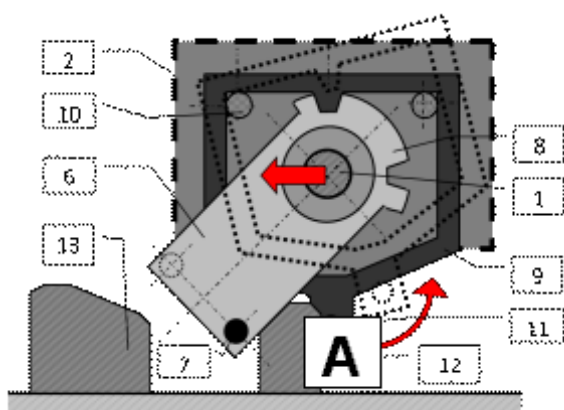
$$\operatorname{tg} \gamma \geq \frac{4 \cdot 42,5}{180\pi}$$

W praktyce więc $\operatorname{tg} \gamma \geq 0,3$; co odpowiada wartości $\gamma \geq 17^\circ$. Zatem widzimy, że w żadnym technicznym przypadku nie należy liczyć na pełną samohamowność

smarowanego złącza śrubowego. Nastawiona krańcowa pozycja położenia wahliwej osi musi być ryglowana za pomocą specjalnego mechanizmu ryglującego.

Mechanizm kątownego pozycjonowania wahliwej osi i jego działanie

Przedmiotem niniejszego opracowania szczegółowego jest mechanizm ryglowania rozstawu kół zestawu przez kątowne unieruchomienie dźwigni przestawczej 6 za pomocą zaczepu (występu) klamerki 9 wprowadzanego w odpowiednie zagłębienie gwiazdki 8 będącej integralną częścią dźwigni 6. Zaczep klamerki 9 powinien mieć zarys zbieżny, najkorzystniej ewolwentowy, lub trapezowy.

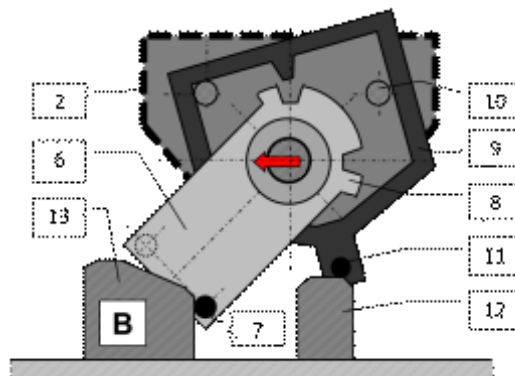


Rysunek 2. Mechanizm ryglujący rozstaw kół w początkowej fazie A wejścia w obręb torowego stanowiska przestawczego (kierunek ruchu „w lewo”). Czop 11 klamerki 9 właśnie wszedł w stykowy kontakt z torowym zaczepem 12.

Dźwignia 6, zgodnie z rysunkiem 2, dzięki wprowadzeniu zbieżnego zęba klamerki 9 do wycięcia w wieńcu 8, pozostaje w zaryglowanym położeniu aż do chwili, gdy czop roboczy 11 klamerki 9, zaczepiając podczas ruchu zestawu o torowy zaczep 12, wywoła obrót klamerki 9 wokół czopa 10 (osadzonego - podobnie jak oś 1 zestawu - w korpusie prowadnika osi 2). Linia przerywaną pokazano nowe położenie klamerki 9, gdy ząb klamerki już został wyczepiony, w następstwie czego blokada dźwigni 6 została uwolniona i dźwignia ta może doznać obrotu. Obrót dźwigni 6 rozpoczyna się, gdy czop 7 tej dźwigni, wchodząc w kontakt z torowym zaczepem 13, odpowiednio wymusi jej obrót wraz z osią zestawu 1.

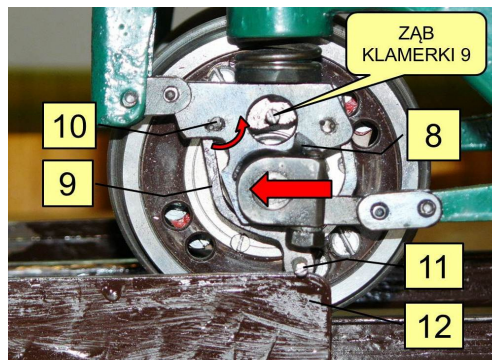
Ryglująca klamerka 9, pod względem strukturalnym jest w istocie dwuramienną, wygiętą dźwignią ze zdwojonym punktem obrotu. Co najmniej jedno ramię klamerki 9 z niezbywalnym luzem musi obejmować oś 1 od góry aż ku dołowi. Dzięki takiej konstrukcji klamerka 9 spełnia swą rolę w obydwóch kierunkach ruchu przestawczego. Klamerka 9, dla spełnienia swego zadania ryglującego, musi być dociskana ku dołowi co najmniej grawitacyjnie lub (na przykład) za pomo-

cą specjalnej dodatkowej sprężyny umieszczonej pomiędzy korpusem 2 prowadnika osi a jej górnym grzbietem. Rysunek 2 ilustruje wzajemne położenie elementów 2, 9 i 6 „w planie”, rozmieszczonych w różnych płaszczyznach. Najgłębiej według rysunku jest osadzona płaszczyzna prowadnika 2 osi; płaszczyzna klamerki 9 jest już bliższa wobec obserwatora, zaś dźwignia 6 jest względem obserwatora usytuowana „na samym wierzchu”.

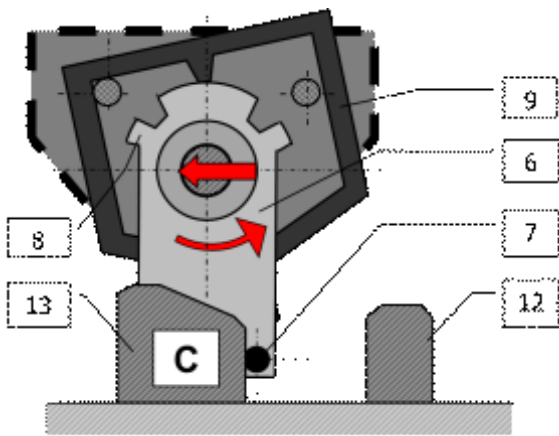


Rysunek 3. Faza pełnego odryglowania mechanizmu.

Odryglowanie mechanizmu zachodzi w początkowej fazie B wahliwego obrotu dźwigni 6, gdy podczas ruchu zestawu w torze („kierunek w lewo”) czop roboczy 11 klamerki 9 rygla, po zaczepieniu o torowy zaczep 12, obracając i unosząc klamerkę spowodował wyzębienie rygla klamerki 9 z rowkowego wycięcia „gwiazdki” 8 strukturalnie przyłączonej do dźwigni przestawczej 6, przy czym czop 7 dźwigni 6 w tej fazie nawiązał już stykowy kontakt z torowym zaczepem 13. W rzeczywistym wykonaniu mechanizmu nie ma praktycznego znaczenia, czy „gwiazdka” 8 stanowi integralny fragment dźwigni przestawczej 6, czy też jest elementem umieszczonym na drugim końcu wahliwej osi. Ten ostatni przypadek zilustrowano dodatkowo na fotografii 1, która przedstawia fazę odryglowania mechanizmu według rysunku 3 w modelu redukcyjnym (~1:12) wykonanym w metalu.

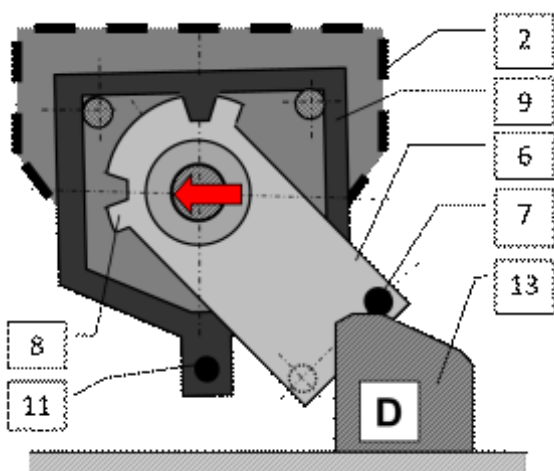


Fot. 1. Faza odryglowania mechanizmu: Czop 11 klamerki 9, po najechaniu na torowy zaczep 12, został uniesiony tak, że klamerka 9 obróciła się wokół czopa 10 (osadzonego w prowadniku osi), zaś ząb klamerki 9 został uniesiony ponad widoczny zaostriżony zaczep „gwiazdki” 8, umożliwiając rozpoczęcie procesu jednostronnie wahliwego obrotu osi a tym samym rozsuwanie kół zestawu.



Rysunek 4. Mechanizm zmiany rozstawu kół w środkowej fazie C wahliwego obrotu dźwigni 6 wraz z osią 1, gdy podczas ruchu zestawu w torze zaczepek torowy 13 pracuje w ślizgowym kontakcie z czopem 7 dźwigni 6.

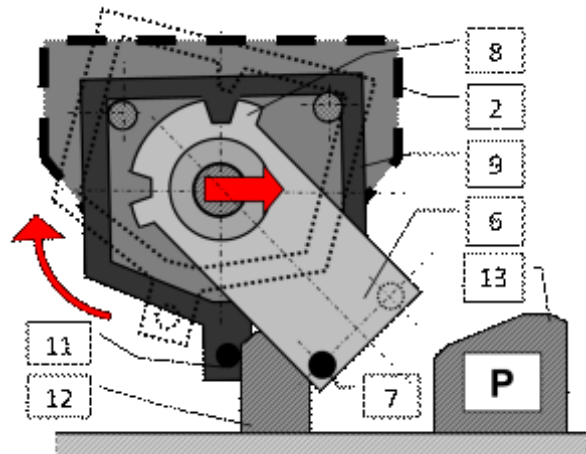
W fazie ruchu zilustrowanej rysunkiem 4, wpadnięcie zbieżnego zęba klamerki 9 w gwiazdkowe wycięcie 8 jest niemożliwe. Nie ma więc funkcjonalnego znaczenia, czy klamerka 9 pozostaje w tej fazie uniesiona przez wydłużony grzbiet torowego zaczepek 12, jak pokazano na fotografii Nr.1, czy też przez grzbiet kształtu gwiazdkowego 8 nieruchomo skojarzonego z dźwignią 6. Umowny zarys prowadnika 2 osi pokazano pogrubioną linią przerywaną.



Rysunek 5. Mechanizm zmiany rozstawu kół w końcowej fazie D wahadłowego przestawczego ruchu dźwigni 6 w obrębie torowego stanowiska przestawczego (przy kontynuowanym kierunku ruchu „w lewo”).

W końcowej fazie D ruchu przestawczego, zilustrowanej rysunkiem 5, aktywny czop 7 dźwigni 6, w ruchowym kontakcie z krzywkowym grzbietem torowego zaczepek 13, wywołał na tyle znaczny wahliwy obrót tej dźwigni, że klamerka 9 rygła już opadła (z położenia zaznaczonego na rysunku 2 linią przerywaną) tak, że jej ząb został wprowadzony następnie wycięcie wykonane na gwiazdkowym grzbiecie pierścienia ściśle sprzężonego z dźwignią 8, ryglując tę dźwignię w nowym przestawczym położeniu, odpowiednio zaprogramowanym dla toru, w obręb którego pojazd

szynowy jest aktualnie wprowadzany. Torowy zaczepek 12 pozostał już daleko w tyle za zaczepek 13 i znajduje się poza rysunkiem. Umowny zarys prowadnika 2 osi pokazano pogrubioną linią przerywaną.



Rysunek 6. Mechanizm ryglowania rozstawu kół w początkowej fazie P powrotu pojazdu w obręb toru uprzednio przezeń opuszczonego (kierunek jazdy „w prawo”), w chwili powrotnego wejścia w obręb stanowiska przestawczego.

Podczas powrotnego przejazdu w obrębie stanowiska przestawczego, według rysunku 6 jest realizowany proces roboczy odwrotny w stosunku do zilustrowanego rysunkami 1 ÷ 5. Jednak w tym przypadku torowy zaczepek 13 został uprzednio przestawiony w położenie kierunkowe odwrócone o 180° a także poprzecznie odpowiednio odsunięty (lub dosunięty) w stosunku do osi toru, według zaplanowanej odległości płaszczyzny ruchu ramienia dźwigni 6, w odpowiednim podłużnym skojarzeniu z torowym zaczepek 12. Do aktywnej współpracy z torowym zaczepek 13 wszedł teraz drugi z czopów 7 osadzonych w ramieniu dźwigni 6, po drugiej stronie jej roboczej ołaszczyny. Podobnie jak na poprzednich rysunkach, umowny zarys prowadnika 2 osi zestawu pokazano pogrubioną linią przerywaną.

Podsumowanie

Z powyższego przeglądu przestawczych faz mechanizmu wynikają **dwie fundamentalne zasady operacyjne**:

I - Każdy pojazd, wyposażony w zestawy rozsuwane, operujący w obrębie zarządu kolejowego o określonej szerokości toru, może wejść w obręb stanowiska przestawczego tylko od ściśle określonej strony, co organizacyjnie oznacza, że wszystkie pojazdy szynowe, wyposażone w zestawy rozsuwane i przeznaczone do przestawienia na zmieniony rozstaw szyn, muszą być zorientowane w jednym, wspólnym, ściśle określonym kierunku.

II - Stanowisko przestawcze powinno być tak zbudowane, że:

- albo zespół zaczepów 13 i 12 znajduje się w jednej nitce torowej i jest każdorazowo przestawiany odpowiednio dla kierunku przestawczego „tam” i „z powrotem”,
- albo powrót pojazdu odbywa się (najbezpieczniej) po drugiej nitce torowej, specjalnie zbudowanej dla ruchu dwukierunkowego.

Literatura

- [1] *Kostro Janusz: Analiza porównawcza istniejących konstrukcji zestawów kół o zmiennym rozstawie kół. Warszawa, 2001.*
- [2] *Patent B1 Nr. 201613 z dnia 30.04.2009 WUP 04/09. Zestaw kołowy do pojazdów szynowych o zmiennym rozstawie kół. Madej J., Medwid M., Stawecki Wł., Pawlak Z.*
- [3] *Patent B1 Nr. 202614 z dnia 31.07.2009 WUP 07/09. Zestaw kołowy do pojazdów szynowych o zmiennym rozstawie kół. Madej J., Medwid M., Stawecki Wł., Pawlak Z.*
- [4] *Madej J., Medwid M.: Nowy mechanizm zmiany rozstawu kół w pojazdach szynowych dla szerokości toru 1435 – 1520; Pojazdy Szynowe (2/2013)*
- [5] *Zgłoszenie Patentowe Instytutu Pojazdów Szynowych Nr.P-402515 z dnia 22-01-2013: Madej Jerzy, Medwid Marian, Stawecki Włodzimierz, Czerwiński Jarosław: Mechanizm ryglowania zaprogramowanego rozstawu kół w rozsuwnym zestawie kół pojazdu szynowego*