

B61f 5/36



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 40196

Kl. 20 d, 5

Závody V. I. Lenina Plzen, národní podnik

Pilzno, Czechosłowacja

Miroslav Grolmus

Rokycany, Czechosłowacja

Sposób optymalnego wyrównywania nacisku na osie lokomotyw z indywidualnym napędem osi

Patent trwa od dnia 18 listopada 1955 r.

Pierwszeństwo: 23 listopada 1954 r.
(Czechosłowacja).

Przy projektowaniu nowoczesnych lokomotyw z indywidualnym napędem osi, przy których całkowity ciężar lokomotywy jest ciężarem napędowym, dąży się do uzyskania możliwie dużej siły pociągowej, jednak bez wywoływania poślizgu niektórych kół napędnych, co z jednej strony mogło by zaszkodzić silnikom, a z drugiej strony zmniejszyć znacznie siłę pociagową lokomotywy. Ponieważ siła pociągawa zależy od przyczepności i nacisku na osie, to jest od czynników, których w danym przypadku nie można regulować, należy więc dążyć do tego, aby zmiany dynamiczne nacisku na osie, spowodowane przez siłę pociagową lokomotywy, były jak najmniejsze.

Usiłowanie rozwiązania tego zagadnienia, to jest dążenie do lepszego wykorzystania przyczepności i zwiększenia przez to przylegania przy

danym ciężarze trakcyjnym lokomotywy, doprowadziły do licznych propozycji, według których siłę nacisku na osie wyrównuje się w ten sposób, że między poszczególnymi osiami lub podwoziami, lub też między podwoziami a ramą, wprowadza się działanie sił wywołanych przez specjalne urządzenie mechaniczne lub pneumatyczne, które kompensują działanie zewnętrznych sił dynamicznych, powstających na skutek działania siły pociagowej lokomotywy, przez odciążanie lub dodatkowe obciążanie odnośnych osi. Według innej propozycji zwiększa się wykorzystanie przyczepności przez to, że siłę pociagową poszczególnych kół dostosowuje się do ciśnienia na dane osie, co jednak prowadzi do nierównomiernego wykorzystania silników.

Zasadę działania istniejących mechanicznych urządzeń wyrównawczych i uzyskanych przez to odciążań, osi, przedstawia fig. 1, na której uwidoczniiono lokomotywę z podwoziami, połączonymi z ramą za pomocą kulistych czopów A i B. Siły pochodzące od ciężaru własnego lokomotywy nie są dalej rozpatrywane, gdyż zakłada się, że rozkładają się one równomiernie na poszczególne osie.

Jeżeli pominiemy wpływ oporów bezwładności i oporów biernych, wtedy siła wywarta przez silniki na obwodzie kół napędnych ($4V$) musi być równa sile pociągowej na haku, umieszczonym na wysokości h ponad wierzchołkami szyn. Jeżeli przez silniki przepływa jednakowy prąd, wtedy siła pociągowa rozdziela się równomiernie na wszystkie cztery osie. Koła napędne każdej osi wytwarzają w punktach styku z szynami siłę pociagową (V), przenoszoną na ramę za pośrednictwem kulistych czopów A i B, które działają na wysokości p ponad wierzchołkami szyn.

Na każdym podwoziu siły pociągowe wytwarzają moment napędowy ($2V \cdot p$), który w braku na lokomotywie urządzenia wyrównawczego, powoduje w kierunku jazdy odciążenie przedniej i dodatkowe obciążenie tylnej osi każdego podwozia. Wszystkie znane mechaniczne urządzenia wyrównawcze starają się osiągnąć jednakowy nacisk na osie danego podwozia w ten sposób, aby momenty wytworzone przez siły P urządzenia wyrównawczego kompensowały momenty siły pociągowej V . Siła pociągowa na haku ($4V$) działa wtedy na lokomotywę jako całość z momentem pociagowym ($4V \cdot h$), przejętym przez równy jemu moment reakcji wytworzony przez siły działające na kuliste czopy A i B rozmieszczone w odległości g i powodujące odciążenie przedniego i dodatkowe obciążenie tylnego podwozia. Przy stosowaniu mechanicznym urządzeń wyrównawczych jest zatem połowa wszystkich osi o tyle równo odciążona, o ile druga ich połowa jest dodatkowo obciążona. W przypadku lokomotywy według fig. 1, przy tego rodzaju wyrównaniu nacisków na osie i nie biorąc pod uwagę wpływu sprężynowania podwozi oraz ram skrzynkowych, odciążenie osi przedniego podwozia wynosi:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2 = 2V \frac{h}{g}$$

a dodatkowe obciążenie tylnego podwozia

$$\Delta Q_3 = \Delta Q_4 = -2V \frac{h}{g}$$

Dynamiczne zmiany nacisku na osie oraz siły niezbędne do całkowitego wyrównania urządzeń

wyrównawczych są zmienne i zależne od siły pociągowej. Pomimo tego, często stosuje się pneumatyczne urządzenia wyrównawcze ze stałym lub ręcznie nastawianym ciśnieniem powietrza w cylindrach wyrównawczych, przez co osiąga się odpowiednie wyrównanie nacisków na osie tylko w ograniczonym i stosunkowo wąskim zakresie sił pociagowych. W celu właściwego wyrównania nacisków na osie w pełnym zakresie sił pociagowych, ciśnienie powietrza w cylindrach wyrównawczych winno być regulowane w zależności od siły pociągowej lokomotywy. Dla lokomotyw z indywidualnym elektrycznym napędem osi, przy których wielkość siły pociągowej zależy od natężenia prądu, wymaganie to może być spełnione najłatwiej przez wstawienie zaworu wyrównawczego, który w cylindrze wyrównawczym ustala ciśnienie, które odpowiada określonemu prądowi, a więc odpowiedniej sile pociągowej lokomotywy. Takie urządzenie wyrównawcze, które samoczynnie reguluje ciśnienie powietrza w cylindrach wyrównawczych odpowiednio do siły pociągowej, stanowi samoczynne pneumatyczne urządzenie wyrównawcze.

Wszystkie znane samoczynne urządzenia wyrównawcze pracują na wyżej opisanej zasadzie, to jest dążą do wyrównania nacisków na osie tego samego podwozia tak, że osie (fig. 1) przedniego podwozia są w takim stopniu odciążane, w jakim tylne podwozia są dodatkowo obciążane. Jest zatem bez znaczenia, czy siły wyrównawcze są przenoszone między poszczególne osie, między podwozia, czy też między podwozia i ramę, za pomocą narzędzi mechanicznych lub również pneumatycznych. Odciążanie osi, osiągnięte za pomocą tych wszystkich urządzeń wyrównawczych, odpowiada mniej lub więcej wynikom, które osiąga się za pomocą samoczynnego urządzenia wyrównawczego, działającego z jednakowymi momentami wyrównawczymi ($2V \cdot p$) na wszystkie podwozia. Ten sam wynik otrzymuje się nawet wtedy, gdy działanie kulistych czopów A i B przeniesione zostanie na wysokość wierzchołków szyn, a więc, gdy $p=0$. W podobnym przypadku, który zupełnie błędnie jest określany w literaturze jako mechaniczne optimum, wszystkie osie danego podwozia są jednakowo obciążone, bez żadnych dodatkowych urządzeń, gdyż moment siły pociągowej podwozia zanika, gdy $2Vp=0$. Całkowity moment ($4V \cdot h$) działający na lokomotywę, powoduje jednak odciążenie przedniego i dodatkowe obciążenie tylnego podwozia tak, że osiągnięte odciążenie są takie same, jak w przypadkach poprzednich.

Wszystkie powyższe urządzenia wyrównawcze mają tę główną wadę że nie pozwalają na optymalne wyrównanie nacisku na osie tak, że pomimo ich dość znacznego czasem skomplikowania, odciażenie osi przy ich zastosowaniu jest większe niż tego wymaga optimum. Ciężar napędny lokomotywy nie jest więc całkowicie wykorzystany, a lokomotywa może dać tylko taką siłę pociągową, jaka odpowiada najwięcej odciażonej osi. Jeżeli lokomotywa rozwinie dużą siłę pociągową, np. przy ciągnięciu ciężkiego pociągu pod górę, wtedy odciażone osie pracują na granicy przyczepności i koła mogą łatwo ulec poślizgowi. Gdy zaczną się ślizgać koła jakiegokolwiek mniej obciążonej osi, daje się to natychmiast we znaki, gdyż z jednej strony silnie spada całkowita siła pociągowa lokomotywy, co przeszkadza w transporcie i zwalnia go, z drugiej zaś strony silnik ślizgającej się osi osiąga dużo większe obroty niż to jest dopuszczalne przy normalnej eksploatacji, przez co powstaje niebezpieczeństwo jego uszkodzenia. Duży spadek siły pociągowej lokomotywy powstaje z tego powodu, że silniki pracują przeważnie w grupach i są podłączone do sieci szeregowo, wobec czego silnik napędzający oś, której koła ślizgają się, przejmuje na siebie moc wszystkich włączonych z nim w szereg silników. Wobec tego wszystkie pozostałe silniki tej grupy nie rozwijają prawie żadnej siły pociągowej na obwodzie kół napędnych.

Wyżej wzmiankowane wady dotychczasowych mechanicznych urządzeń do wyrównywania nacisku na osie lokomotyw z indywidualnym napędem tych osi dają się w znacznym stopniu usunąć przez zastosowanie sposobu według wynalazku, który umożliwia osiąganie rzeczywiście optymalnych, mechanicznie osiągalnych wartości wyrównanie nacisku na osie, przy jak najmniejszym odciażeniu tych osi. Przy zastosowaniu urządzenia według wynalazku osiągalna siła pociągowa lokomotywy jest większa, przy tej samej wadze trakcyjnej i przy jednakowej konstrukcji podwozi i ramy. Lepsze wykorzystanie przyczepności oznacza w praktyce lepsze wykorzystanie całej lokomotywy, wyższą zdolność transportową szczególnie przy ciężkich pociągach.

Optymalne wyrównanie i związane z nim jak najmniejsze odciażenie osi otrzymuje się w ten sposób, że całkowity moment siły pociągowej lokomotywy odnosi się do możliwie największego odstepu, a zatem do odstepu między dwiema zewnętrznymi osiami lokomotywy, przy czym tylko ostatnia oś w kierunku jazdy jest w tym samym

stopniu dociążona jak pozostałe osie są równomiernie odciażone. Ten warunek daje się spełnić za pomocą samoczynnego pneumatycznego urządzenia wyrównawczego, przy czym układ i ustawienie cylindrów musi odpowiadać głównym wymiarom i konstrukcji lokomotywy. Np. przy lokomotywie według fig. 1, na przednie podwozie działa w pokazanym kierunku jazdy, siła wyrównawcza P_1 , wytworzona przez cylinder 1, a na tylne podwozie siła P_2 , wytworzona przez cylinder 2. Przy odwrotnym kierunku jazdy działają podobnie cylindry 3 i 4. Siły te są przenoszone z ramy na podwozia i powodują przejściowe przesunięcie punktu obciążenia ciężarem spoczywającej na ramie skrzyni w ten sposób, że według fig. 1, pierwsze trzy osie w kierunku jazdy są w tym samym stopniu odciażone i wtedy

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2 = \Delta Q_3$$

Ponieważ moment siły pociągowej ($4V \cdot h$) musi odpowiadać sumie momentów reakcji sił napędnych wytworzonych na stykach kół z szynami wraz z dodatkowymi obciążeniami lub odciażeniami poszczególnych osi z warunku tego wynika równanie:

$$4V \cdot h = \Delta Q_3 a + \Delta Q_2 g + \Delta Q_1 \cdot (a + g)$$

z czego odciażenie pierwszych trzech osi wynosi:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2 = \Delta Q_3 = + 2V \frac{h}{a + g}$$

a dodatkowe obciążenie czwartej osi wynosi:

$$\Delta Q_4 = - 6V \frac{h}{a + g}$$

Przez porównanie osiągniętego odciażenia osi za pomocą powyższego urządzenia wyrównawczego z osiąganymi rezultatami przy urządzeniach dotychczasowych widać, że odciażenie w stosunku do odległości między kulistymi czopami (g) do odległości dwóch zewnętrznych osi lokomotywy ($a+g$) zmniejszyło się w stosunku:

$$\frac{g}{a + g}$$

Wielkości wymaganych sił wyrównawczych wynikają z warunku równowagi momentów w poszczególnych podwoziach. W przednim podwoziu moment siły pociągowej ($2V \cdot p$) musi być wyrównany przez równy jemu moment wyrównawczy ($P_1 \cdot m$) z czego otrzymuje się konieczna pionowa siła wyrównawcza działająca na przednie podwozie:

$$P_1 = 2V \frac{p}{m}$$

W tylnym podwoziu, moment siły pociągowej (2V. p) musi być skompensowany przez sumę momentów siły wyrównującej ($P_2 \cdot n$) i momentów sił odciażających lub dociażających poszczególne osie:

$$\Delta Q_3 \cdot \frac{a}{2} + \Delta Q_4 \cdot \frac{a}{2} = 4V \cdot \frac{ha}{a+g}$$

z czego:

$$2V \cdot p = P_2 \cdot n + 4V \cdot \frac{ha}{a+g}$$

Z powyższego wynika wielkość siły działającej na tylne podwozie

$$P_2 = 2V \cdot \frac{p(a+g) - 2ha}{n(a+g)}$$

Ponieważ momenty wyrównawcze ($P_1 m$) i ($P_2 n$) działające na poszczególne podwozia przy osiągnięciu optymalnego wyrównania nacisków na osie różnią się znacznie między sobą, a ich wzajemny stosunek określają wymiary i konstrukcja lokomotywy, warunek ten musi być również spełniony przez odpowiednie zaprojektowanie cylindrów wyrównawczych. Jeżeli cylindry 1 i 2 są rozstawione poziomo tak, że wytworzone w nich siły działają pionowo (fig. 1) i doprowadza się do nich powietrze pod jednakowym ciśnieniem, zmieniającym się jedynie w zależności od siły pociągowej, wtedy poszczególne przekroje i/lub poszczególne odstępki m , n cylindrów wyrównawczych 1, 2 od odnośnych kulistych czopów A, B muszą być tak dobrane, aby momenty sił wyrównawczych P_1 , P_2 w stosunku do kulistych czopów A, B odpowiadały wymogowi optymalnego wyrównania ciśnienia na osie. Wymagany stosunek momentów działających na poszczególne podwozia ($P_1 \cdot m / P_2 \cdot n$) można osiągnąć (fig. 2) również w ten sposób, że wytworzone w cylindrach 5 siły przenosi się na odnośne podwozia np. za pomocą przekładni dźwigniowej 6, o ramionach odpowiedniej długości, która jest zamocowana na tej części lokomotywy, na której są zamocowane cylindry 5.

Takie same optymalne wyrównanie ciśnienia na osie, można również osiągnąć np. dla lokomotywy według fig. 1, za pomocą samoczynnego pneumatycznego aparatu wyrównawczego w ten sposób, że przy uwidocznionym kierunku jazdy, cylinder 1 wytwarza siłę wyrównawczą P_1 działającą tylko na przednie podwozie, przy czym na tylne podwozie nie działa żadna siła wyrównawcza ($P_2 = 0$). Przy odwrotnym kierunku jazdy, działa w podobny sposób tylko cylinder 3, wobec czego dla obydwoch kierunków jazdy stają się zbędne wewnętrzne cylindry wyrównaw-

cze 2, 4. Przy tego rodzaju wyrównaniu główne wymiary lokomotywy muszą odpowiadać warunkowi, żeby najmniejsze odciażenie osi było osiągalne bez sił działających na tylne podwozie. Np. dla lokomotywy według fig. 1 ma to miejsce wtedy gdy:

$$p(a+g) = 2ha, \text{ to jest } \frac{a+g}{2a} = \frac{h}{p}$$

co oznacza, że stosunek wysokości haka h do wysokości kulistych czopów p ponad wierzchołkami szyn musi być równy stosunkowi sumy odległości między osiami i między kulistymi czopami $a+g$ do podwójnej odległości między osiami podwozia $2a$.

Jeżeli wyżej wyprowadzony dla lokomotywy według fig. 1 warunek nie zostanie dokładnie spełniony, osiąga się jednak korzystne, praktycznie stosowalne warunki odciażenia osi. Miarodajne jest to odciażenie trzeciej osi w kierunku jazdy, które przy wskazanym wykonaniu o tyle zbliża się do odciażenia pierwszej i drugiej osi, o ile dokładniej wymiary lokomotywy odpowiadają wskazanemu warunkowi. Takie odciażenie jest korzystniejsze od osiągalnego sposobami dotychczasowymi, w przypadku, gdy o ile (fig. 1) jest spełniony warunek:

$$\frac{4h-p}{p} = \frac{2g}{a}$$

co wynika z porównania osiągalnych z tą lokomotywą odciażeń.

Zastosowanie urządzenia według wynalazku do osiągnięcia optymalnego wyrównania nacisku na osie nie ogranicza się tylko do lokomotyw według fig. 1, ale nadaje się również do konstrukcji z inną liczbą osi i innym układem podwozi i ramy, np. również do lokomotyw, przy których statyczne obciążenia osi nie są jednakowo rozdzielone na osie. Na fig. 3 uwidoczniono przykładowo taką lokomotywę, w której nierównomierne rozłożenie obciążeń statycznych otrzymuje się przez niesymetryczne ustawienie osi w podwoziach. Jeżeli przy odpowiednim zwymiarowaniu lokomotywy osiąga się, że dla otrzymania optymalnego wyrównania nacisku na osie, wymagane siły wyrównujące są stałe, albo tylko w nieznacznym stopniu zależne od wielkości siły pociągowej lokomotywy, dla tych szczególnych przypadków można te siły zastąpić przez działanie sprężyn 8, 9 o określonej charakterystyce.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób optymalnego wyrównywania nacisku na osie lokomotyw z indywidualnym napę-

dem osi, za pomocą samoczynnego pneumatycznego urządzenia wyrównawczego, znamieny tym, że każdy działający przy pewnym określonym kierunku jazdy cylinder (1, 2) wywiera taką siłę między odnośnym podwoziem i ramą, iż momenty tych sił w odniesieniu do kulistych czopów (A, B) wraz z momentami napędnymi podwozi i całej lokomotywy, wytwarzają dodatkowe obciążenie tylko ostatniej osi w stosunku do kierunku jazdy, które równa się równomiernemu odciążeniu wszystkich pozostałych osi.

2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że przy pewnym określonym kierunku jazdy, przekroje jednocześnie współpracujące cylindrów tłocznych (1, 2) są różne.
3. Sposób według zastrz. 1—2, znamieny tym, że przy pewnym określonym kierunku jazdy odległości jednocześnie współpracujących cylindrów tłocznych (1, 2) od odnośnych czopów kulistych (A, B) są różne.
4. Sposób według zastrz. 1—3 znamieny tym,

że wytworzone przez cylindry tłoczne (5) siły wyrównawcze między ramą i odnośnymi podwoziami są przekazywane za pomocą przekładni mechanicznych (6).

5. Sposób według zastrz. 1—4, znamieny tym, że dla obydwóch podwozi i jednego kierunku jazdy użyte jest tylko jedno urządzenie wyrównawcze działające swą siłą między ramą i przednim podwoziem za pomocą jednego tylko cylindra (1).
6. Sposób według zastrz. 1—5, znamieny tym, że układ osi w podwoziach jest niesymetryczny w stosunku do pionowej osi przechodzącej przez środek kulistego czopa.
7. Sposób według zastrz. 1—6, znamieny tym, że użyte są sprężyny (8, 9) o określonej charakterystyce, współpracujące z samoczynnym urządzeniem pneumatycznym.

Závody V. I. Lenina Plzeň,

národní podnik

Miroslav Grolmus

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych.

Fig. 1

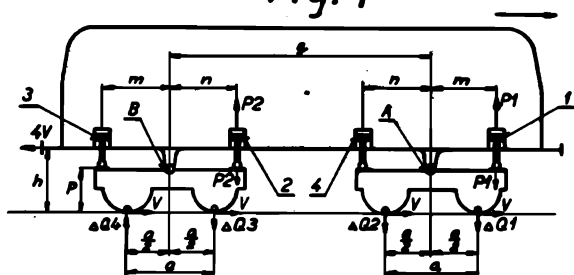


Fig. 2

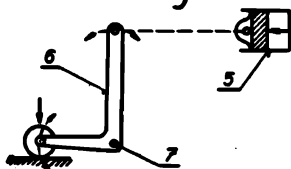


Fig. 3

