

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246284 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437579**

(22) Data zgłoszenia: **2021.04.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.10.17 BUP 42/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.30 WUP 53/2024**

(51) MKP:

F16D 66/00 (2006.01)

F16D 65/00 (2006.01)

F16D 65/12 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

KRZYSZTOF ROGOZIŃSKI, Piekary Śląskie, PL

GRZEGORZ NOWAK, Ruda Śląska, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Borkowy, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Układ hamulcowy pojazdu mechanicznego i sposób kontroli temperatury pracy układu

PL 246284 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób kontroli temperatury pracy układu hamulcowego pojazdu mechanicznego oraz utrzymanie optymalnych warunków jego pracy, mający zastosowanie w układach hamulcowych pojazdów, dla których konieczne jest utrzymanie dużej skuteczności hamowania, zwłaszcza samochodów przeznaczonych do sportów wyczynowych, samochodów sportowych, ciężarowych przeznaczonych do transportu ciężkiego w każdych warunkach zewnętrznych oraz układach hamulcowych samolotów, a także wyczynowych rowerów górskich.

Działanie klasycznego układu hamowania pojazdów mechanicznych polega na zamianie energii kinetycznej poruszającego się pojazdu na ciepło tarcia. W przypadku samochodów tarcie zachodzi pomiędzy elementem ruchomym, zwykle kołem, a elementem stałym przytwierdzonym do ramy pojazdu. Taki układ hamulcowy składa się z zacisku hamulcowego, w którym umieszczony jest element cierny w postaci klocka hamulcowego oraz tarczy hamulcowej. Kłoczek hamulcowy z kolei składa się z płyty nośnej, do której przyklejony jest materiał cierny. Zadaniem płyty nośnej jest przenoszenie obciążenia podczas hamowania i odprowadzanie ciepła generowanego w tym procesie z materiału ciernego w kierunku zacisku hamulca. Efektywność hamowania jest ściśle związana ze współczynnikiem tarcia na styku materiału ciernego i tarczy. Współczynnik tarcia zależy od rodzaju użytego materiału ciernego oraz od temperatury w jakiej zachodzi tarcie. Dla każdego materiału ciernego można wyznaczyć optymalny zakres temperatur, w którym współczynnik tarcia jest największy. Skuteczność hamowania ma szczególnie istotne znaczenie w przypadku samochodów sportowych oraz pojazdów transportu ciężkiego.

Celowym zatem jest utrzymywanie elementów odpowiedzialnych za proces hamowania w optymalnych warunkach pracy wykorzystując zjawisko termoelektryczne zachodzące m.in. w ogniwach termoelektrycznych. Ogniwo termoelektryczne to urządzenie, które pod wpływem przepływu prądu powoduje powstanie różnicy temperatur na swojej powierzchni. Ogniwo składa się z dwóch ceramicznych płytek, między którymi znajdują się złącza dwóch różnych półprzewodników, jeden typu n , drugi typu p . Dobór materiału półprzewodników n i p decyduje o wydajności ogniwa oraz zakresie temperatur w jakim może ono pracować. Dla złącza półprzewodników zdefiniować można dwa charakterystyczne parametry termoelektryczne. Pierwszy to współczynnik Seebecka, który określa napięcie V [V] mierzone na złączach półprzewodników na skutek różnicy temperatury obu złącz ΔT [K].

$$\alpha_{AB} = \frac{V}{\Delta T}$$

Drugi parametr to współczynnik Peltiera, który określa strumień ciepła W [W] generowany na złączach pod wpływem przepływu prądu o natężeniu I [A].

$$\pi_{AB} = \frac{W}{I}$$

Oba parametry są ze sobą połączone zależnością

$$\pi_{AB} = \alpha_{AB} T$$

gdzie T jest temperaturą bezwzględną w K.

Pod wpływem przepływu prądu o natężeniu I przez ogniwo, temperatura jednej ze stron ogniwa obniża się przy równoczesnym podniesieniu temperatury strony przeciwnej. Wraz ze wzrostem natężenia prądu różnica temperatur wzrasta. Odwracając kierunek przepływu prądu w ogniwie strona, która wcześniej nagrzewała się, zacznie się ochładzać, natomiast strona, która wcześniej ochładzała, się zacznie się nagrzewać. Oznacza to, że w zależności od sposobu podłączenia ogniwa może ono być wykorzystane do ogrzewania lub ochładzania. W związku z tym, że pomiędzy powierzchniami ogniwa występuje różnica temperatur, oznacza to, że przez ogniwo przepływa strumień ciepła, którego wielkość i kierunek może być sterowany poprzez regulację prądu przepływającego przez ogniwo. Ilość przepływającego przez ogniwo ciepła będzie zależała zatem od materiału, z jakiego wykonane jest ogniwo (jego oporu cieplnego) $q_T = R\Delta T$, ale również od generacji ciepła na złączach ogniwa $q_P = \pi I$. Ponieważ kierunek przepływu ciepła jest zależny od kierunku gradientu temperatury poprzez ciepło Peltiera możemy wpływać na znak tego gradientu. Wystarczy odwrócić kierunek prądu, aby odwrócić gradient temperatury,

tn. zamienić stronę „gorącą” ogniwa na „zimną” i vice versa. Ponadto, wartością prądu możemy sterować intensywnością tego procesu. Oznacza to, że ogniwo termoelektryczne można traktować jako materiał o elektrycznie sterowanym (zależnym od natężenia prądu) oporze cieplnym.

$$q = R(I)\Delta T$$

Zjawisko można wykorzystać w układach hamulcowych pojazdów w celu zapewnienia optymalnej temperatury ich pracy.

Z amerykańskich opisów patentowych US7905335B2, US8210329B2 znane są rozwiązania polegające na wprowadzeniu pomiędzy tłok zacisku hamulcowego i klocek hamulcowy blaszki z radiatorem pasywnie odprowadzającym ciepło do otoczenia. Powyższe rozwiązania umożliwiają przepływ ciepła wyłącznie od zacisku do otoczenia, bez możliwości regulowania ilości oddawanego ciepła.

Z innych amerykańskich opisów patentowych US7960032B2 i US8304090B2 znane są rozwiązania przedstawiające konstrukcję radiatora.

W innym amerykańskim opisie US20180313418A1 przedstawiono rozwiązanie polegające na montażu w rejon tarczy hamulcowej i zacisku, kanału nadmuchującego powietrze, które umożliwia zmianę kierunku nadmuchu powietrza wraz ze zmianą kąta skrętu kół pojazdu. Powyższe rozwiązanie pozwala na regulację ilości nadmuchiwanego powietrza, jednakże wymaga do działania ruchu pojazdu, bowiem intensywność chłodzenia rośnie wraz z prędkością pojazdu.

Z japońskiego opisu patentowego JP2016510279A znane jest rozwiązanie polegające na montażu w rejon tarczy hamulcowej i zacisku kanału nadmuchującego powietrze, który umożliwi regulację ilości nadmuchiwanego powietrza, jednak wymaga do działania ruchu pojazdu (intensywność chłodzenia rośnie wraz z prędkością pojazdu).

Niedogodnością powyższych rozwiązań jest możliwość przepływu ciepła wyłącznie w jednym kierunku (odbiór ciepła). Zastosowanie radiatorów powoduje odbiór ciepła w sposób ciągły bez możliwości regulacji strumienia ciepła. Zastosowanie nadmuchu powietrza wymaga ruchu pojazdu (treść patentów wskazuje na napływ powietrza na skutek ruchu pojazdu).

Zagadnieniem technicznym wymagającym opracowania jest układ umożliwiający kontrolowanie oraz regulowanie temperatury pracy układu hamulcowego w czasie poruszania się pojazdu.

Układ hamulcowy pojazdu mechanicznego charakteryzuje się tym, że wyposażony jest w sterownik zawierający co najmniej jeden czujnik temperatury umieszczony w materiale ciernym, co najmniej jeden czujnik temperatury umieszczony w płynie hamulcowym, połączony przewodami z termoogniwem umieszczonym pomiędzy płytą nośną klocka hamulcowego a materiałem ciernym.

Sposób kontroli temperatury pracy układu hamulcowego pojazdu mechanicznego polega na tym, że za pomocą co najmniej jednego czujnika temperatury umieszczonego w płynie hamulcowym i co najmniej jednego czujnika temperatury umieszczonego w materiale ciernym mierzy się w sposób ciągły temperaturę materiału ciernego oraz płynu hamulcowego, następnie otrzymane dane przekazuje się do sterownika regulującego prąd doprowadzany do termoogniwa połączonego przewodami ze sterownikiem, umieszczone pomiędzy płytą nośną klocka hamulcowego a materiałem ciernym, dla zmiany strumienia ciepła przepływającego pomiędzy materiałem ciernym i zaciskiem hamulcowym.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania objaśniono na rysunku, który przedstawia schemat układu hamulcowego koła samochodu.

Sposób kontroli temperatury pracy układu hamulcowego polega na tym, że podczas pierwszego uruchomienia sterownik (1) wymaga zdefiniowania dopuszczalnego zakresu temperatury pracy materiału ciernego klocka hamulcowego oraz dopuszczalnej maksymalnej temperatury pracy płynu hamulcowego. Na podstawie wprowadzonych danych sterownik (1) przyjmuje parametry regulacyjne odpowiadające za sterowanie wartością natężenia prądu przepływającego poprzez ogniwo. W czasie jazdy sterownik (1) poprzez czujnik temperatury (2) płynu hamulcowego (7) i czujnik temperatury (3) materiału ciernego (6) mierzy w sposób ciągły temperaturę płynu hamulcowego (7) oraz temperaturę materiału ciernego (6). Gdy w czasie jazdy sterownik (1) wykrywa temperaturę płynu hamulcowego (7) poniżej maksymalnej dopuszczalnej temperatury, sterownik (1) poprzez przewody (5) reguluje natężenie prądu przepływającego przez termoogniwo (4) tak, aby utrzymać temperaturę materiału ciernego (6) klocka w zakresie optymalnej temperatury. Gdy temperatura materiału ciernego (6) rośnie, sterownik (1) zwiększa natężenie prądu, przez co strumień ciepła przekazywany od materiału ciernego (6) do płyty nośnej (9) wzrasta. Skutkuje to obniżeniem temperatury materiału ciernego (6) przy równoczesnym wzroście temperatury płynu hamulcowego (7). Gdy temperatura materiału ciernego (6) spada, sterownik (1) zmniejsza natężenie prądu, przez co strumień ciepła przekazywany od materiału ciernego (6) do płyty

nośnej (9) spada. Skutkuje to ograniczeniem spadku temperatury materiału ciernego (6) przy równoczesnym spadku temperatury płynu hamulcowego (7). Gdy w czasie jazdy sterownik (1) wykryje wzrost temperatury płynu hamulcowego (7) do wartości maksymalnej dopuszczalnej, sterownik (1) rozpocznie proces schładzania płynu hamulcowego (7). Sterownik (1) poprzez przewody (5) obniży natężenie prądu, bądź odwróci kierunek przepływu prądu przez termoogniwo (4) w celu zabezpieczenia płynu hamulcowego (7) przed przegrzaniem. Skutkuje to wzrostem strumienia ciepła przekazywanego od płynu hamulcowego (7) do materiału ciernego (6) przy równoczesnym obniżeniu temperatury płynu hamulcowego (7). Wewnątrz materiału ciernego (6) zamontowane są czujniki temperatury (3) w ilości zależnej od rozmiarów i kształtu klocka hamulcowego. Między zaciskiem hamulcowym (8) a materiałem ciernym (6) zamontowane jest termoogniwo (4). W czasie jazdy czujniki temperatury (2), (3) w sposób ciągły mierzą temperaturę materiału ciernego (6) oraz temperaturę płynu hamulcowego (7). Na tej podstawie sterownik (1) reguluje prąd doprowadzany do termoogniwa (4) poprzez przewody (5), a tym samym chłodzi lub ogrzewa materiał cierny (6) oraz płyn hamulcowy (7). Dzięki temu w sposób ciągły zmieniany jest strumień ciepła przepływającego pomiędzy materiałem ciernym (6) a płytą nośną (9) tak, aby materiał cierny (6) oraz płyn hamulcowy (7) pozostawał w zakresie optymalnej temperatury pracy.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest wykorzystanie w układzie hamulcowym termoogniwa, jako materiału o regulowanym elektrycznie współczynniku przewodzenia ciepła dla poprawy efektywności hamowania. Dzięki utrzymaniu materiału ciernego w optymalnym zakresie temperatur droga hamowania ulega skróceniu, a zachowanie układu hamulcowego podczas intensywnego hamowania staje się bardziej przewidywalne. Poprzez obniżenie temperatury płynu hamulcowego, hamulce stają się odporniejsze na częste intensywne hamowanie, co podnosi bezpieczeństwo pojazdu. Ponadto rozwiązanie według wynalazku umożliwi poprawę bezpieczeństwa w warunkach drogowych oraz w zastosowaniach sportowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ hamulcowy pojazdu mechanicznego **znamienny tym**, że wyposażony jest w sterownik (1) zawierający co najmniej jeden czujnik temperatury (2) umieszczony w materiale ciernym (6), co najmniej jeden czujnik temperatury (3) umieszczony w płynie hamulcowym (7), połączony przewodami (5) z termoogniwem (4) umieszczonym pomiędzy płytą nośną (9) klocka hamulcowego a materiałem ciernym (6).
2. Sposób kontroli temperatury pracy układu hamulcowego pojazdu mechanicznego **znamienny tym**, że za pomocą co najmniej jednego czujnika temperatury (2) umieszczonego w płynie hamulcowym (7) i co najmniej jednego czujnika temperatury (3) umieszczonego w materiale ciernym (6) mierzy się w sposób ciągły temperaturę materiału ciernego (6) oraz płynu hamulcowego (7), następnie otrzymane dane przekazuje się do sterownika (1) regulującego prąd doprowadzany do termoogniwa (4) połączonych przewodami (5) ze sterownikiem (1), umieszczone pomiędzy płytą nośną (9) klocka hamulcowego a materiałem ciernym (6), dla zmiany strumienia ciepła przepływającego pomiędzy materiałem ciernym (6) i zaciskiem hamulcowym (8).

Rysunek

