



Sposób diagnostyki elektrycznego modułu hamulca postojowego

Przedmiotem wynalazku jest sposób diagnostyki elektrycznego modułu hamulca postojowego przy pomocy czujników piezoelektrycznych.

5

Dotychczas znane rozwiązanie w zakresie diagnostyki elektrycznego modułu hamulca postojowego oparte jest na pomiarze prądu wyjściowego. Po podaniu zasilania na wejście modułu w postaci stałego napięcia o wartości 12V, uzyskujemy informację o wartości prądu wyjściowego bezpośrednio związaną z jakością i płynnością przenoszenia napędu w module. Im wyższa jest
10 wartość prądu wyjściowego, tym większa degradacja elementów przenoszących napęd wewnątrz modułu. Niestety problemem jest precyzyjna ocena elementu, który mógł ulec uszkodzeniu i powoduje podwyższenie wartości prądu wyjściowego.

W opisie zgłoszenia patentowego [CN117002461A](#) przedstawiono układ sterowania hamulcem z jednostronną redundancją elektrycznego modułu hamulca postojowego EPB. Układ sterowania
15 hamulcem składa się z jednostki sterującej modulem EPB typu brake-by-wire, interfejsu komunikacyjnego odpowiedzialnego za zmianę trybu pracy modułu EPB, interfejsu komunikacyjnego odpowiedzialnego za kontrolę prędkości obrotowej kół pojazdu, oraz złącza zasilającego. Jednostka sterująca modulem EPB typu brake-by-wire zawiera chip oraz pierwszą ścieżkę magistrali komunikacyjnej typu CAN. Interfejs komunikacyjny odpowiedzialny za zmianę trybu pracy modułu
20 EPB obejmuje drugą ścieżkę magistrali komunikacyjnej typu CAN. Interfejs komunikacyjny odpowiedzialny za zmianę trybu pracy modułu EPB jest połączony bezpośrednio z interfejsem komunikacyjnym odpowiedzialnym za kontrolę prędkości obrotowej kół pojazdu. Końcówki złącza zasilającego są sprzężone z silnikiem elektrycznym w module EPB poprzez interfejs komunikacyjny odpowiedzialny za zmianę trybu pracy modułu EPB, którego zadaniem jest realizowanie swojej funkcji
25 oraz wykrywanie awarii w układzie hamulcowym. Według przykładu wykonania wynalazku, zmiana trybu pracy modułu EPB jest realizowana w tzw. oneboxie, wówczas z funkcji sterującej pracą EPB wyeliminowany jest jego niezależny sterownik, co zmniejsza redundancję systemu diagnostycznego i zmniejsza koszty produkcji całego modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB.

W opisie zgłoszenia patentowego [CN117002462A](#) przedstawiono układ sterowania hamulców
30 poprzez wykorzystanie modułu elektronicznego hamulca postojowego EPB niezależnie od danego koła pojazdu. Układ sterowania hamulców składa się z jednostki sterującej modulem EPB typu brake-by-wire, interfejsu komunikacyjnego odpowiedzialnego za zmianę trybu pracy modułu EPB, interfejsu komunikacyjnego odpowiedzialnego za kontrolę prędkości obrotowej kół pojazdu, oraz złącza zasilającego. Pierwsza jednostka sterująca modulem EPB typu brake-by-wire zawiera chip oraz
35 pierwszą ścieżkę magistrali komunikacyjnej typu CAN powiązaną z interfejsem odpowiedzialnym za kontrolę prędkości obrotowej pierwszego z kół pojazdu. Druga jednostka sterująca modulem EPB typu brake-by-wire zawiera chip oraz drugą ścieżkę magistrali komunikacyjnej typu CAN powiązaną z interfejsem odpowiedzialnym za kontrolę prędkości obrotowej drugiego z kół pojazdu. Pierwsza z końcówek złącza zasilającego jest połączona z pierwszym modulem EPB poprzez interfejs
40 komunikacyjny odpowiedzialny za zmianę trybu pracy pierwszego modułu EPB, natomiast druga

z końcówek złącza zasilającego jest połączona z drugim modułem EPB poprzez interfejs komunikacyjny odpowiedzialny za zmianę trybu pracy drugiego modułu EPB. W przypadku wykrycia nieprawidłowego działania układu hamulcowego pojazdu w jednostce sterującej modułem EPB typu brake-by-wire, wówczas następuje niezależne przejście w tryb roboczy danego modułu EPB. Zgodnie ze schematem przykładowego wykonania wynalazku, złącze zasilające, jednostki sterujące modułami EPB oraz jednostki sterujące kontrolą prędkości obrotowej kół pojazdu realizują redundancję boczną. Wówczas następuje wpływ na odpowiednie sterowanie pojazdem w sposób drive-by-wire, poprzez odpowiednie przełączanie pomiędzy dwoma niezależnymi modułami EPB.

Celem wynalazku jest precyzyjna diagnostyka uszkodzonego elementu w elektrycznym module hamulca postojowego poprzez zastosowanie czujników piezoelektrycznych zamontowanych w odpowiednich miejscach obudowy wspomnianej jednostki.

Przedmiotem wynalazku jest sposób diagnostyki elektrycznego modułu hamulca postojowego EPB przy pomocy czujników piezoelektrycznych. Jego istotą jest to, że, zasila się hamulec postojowy EPB zadaniem napięciem i mierzy się natężenie prądu. Jeżeli jego wartość jest większa od wartości granicznej to mierzy się drgania występujące na obudowie hamulca postojowego EPB z wykorzystaniem:

- pierwszego czujnika piezoelektrycznego zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB na wysokości zębniaka,
- drugiego czujnika piezoelektrycznego zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB na wysokości sprzężenia silnika elektrycznego z zębniakiem,
- trzeciego czujnika piezoelektrycznego zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB na wysokości silnika elektrycznego
- czwartego czujnika piezoelektrycznego zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB na wysokości przekładni.

Następnie porównuje się ich wartości z wartościami uzyskanymi dla nieuszkodzonego hamulca postojowego EPB i na podstawie różnic określa się, która z części hamulca postojowego EPB jest uszkodzona.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że w precyzyjny sposób można zdiagnozować uszkodzony element napędu elektrycznego modułu hamulca postojowego poprzez wykorzystanie czujników piezoelektrycznych zamontowanych na obudowie modułu. Dodatkową zaletą jest bezinwazyjność metody, ponieważ czujniki piezoelektryczne na czas testu zamontowane są w miejscach obudowy przyległych do danego podzespołu, który mógł ulec uszkodzeniu, tj. silnik elektryczny, zębniak, przekładnia planetarna. Korzyścią takiego podejścia diagnostycznego jest wymiana danego elementu, który został zdegradowany a nie całego podzespołu odpowiedzialnego za przenoszenie ruchu obrotowego i generowaniu siły osiowej koniecznej do uruchomienia elektrycznego hamulca postojowego. Zdefiniowanie uszkodzonego elementu polega na wizualizacji przebiegów czasowych napięcia generowanego przez piezoelement i zdefiniowaniu amplitudy drgań. Amplituda

drgań odbiegająca od normy lub występujące zbyt duże nieregularności w przebiegu czasowym kwalifikują element do wymiany. Wynalazek wpływa na poprawę jakości i precyzyjność diagnostyki elektrycznego hamulca postojowego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – widok perspektywiczny modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB z zamontowanymi czujnikami piezoelektrycznymi oraz ich sprzężenie z kartą pomiarową,

fig. 2 – widok z przodu modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB z zamontowanym czujnikiem piezoelektrycznym.

Sposób diagnostyki modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB w przykładzie wykonania polegał na tym, że wykonano badanie referencyjne na nowym, nieuszkodzonym hamulcu postojowym EPB 1 - TRW PBT-GF30, na którym naklejono cztery niezależne czujniki piezoelektryczne 2, 3, 4, 5 – Smart Material M 2807 P1, które znajdowały się w następujących położeniach:

- pierwszego czujnika piezoelektrycznego 2 zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 na wysokości zębniaka,
- drugiego czujnika piezoelektrycznego 3 zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 na wysokości sprzężenia silnika elektrycznego z zębniakiem,
- trzeciego czujnika piezoelektrycznego 4 zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 na wysokości silnika elektrycznego,
- czwartego czujnika piezoelektrycznego 5 zamontowanego na obudowie modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 na wysokości przekładni.

Czujniki piezoelektryczne 2, 3, 4, 5 podłączono do karty pomiarowej 6 - National Instruments USB-6002. Następnie podano na wejście modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 stałe napięcie o wartości 12V i zmierzono natężenie prądu 1,6 A co spowodowało wprowadzenie go w ruch. Z wykorzystaniem karty pomiarowej 6 dokonano odczytów i rejestracji drgań dla wykrytych przez poszczególne czujniki piezoelektryczne 2, 3, 4, 5 i zapisano je.

Następnie na potencjalnie uszkodzonym modułu hamulca postojowego EPB 1 tego samego typu naklejono cztery niezależne czujniki piezoelektryczne 2, 3, 4, 5 tego samego typu jak w badaniach referencyjnych, które znajdowały się w takich samych położeniach jak dla badania referencyjnego i podłączono je do karty pomiarowej 6. Następnie podano na wejście modułu elektrycznego hamulca postojowego EPB 1 stałe napięcie o wartości 12V i zmierzono wartość natężenia prądu 2,0 A oraz z wykorzystaniem karty pomiarowej 6 dokonano odczytów i rejestracji drgań dla poszczególnych czujników piezoelektryczne 2, 3, 4, 5, zapisano je i porównano z wartościami badania referencyjnego. Wartości poszczególnych wskazań zapisano w tabeli.

Odczytane wartości dla badania referencyjnego oraz badania uszkodzonego modułu hamulca postojowego EPB 1 przedstawiono w tabeli.

Numer czujnika	Wartość napięcia skutecznego RMS dla badania referencyjnego	Wartość napięcia skutecznego RMS dla badania uszkodzonego modułu
2	0,157 V	0,249 V
3	0,146 V	0,232 V
4	0,134 V	0,177 V
5	0,138 V	1,102 V

- 5 Z uzyskanych wartości wywnioskowano, że modułu hamulca postojowego EPB 1 uszkodzony jest w przekładni. Rozmontowanie uszkodzonego modułu potwierdziło to badanie.

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

- 1 Moduł elektrycznego hamulca postojowego EPB
- 2 Czujnik piezoelektryczny zamontowany na obudowie modułu EPB na wysokości zębniaka
- 3 Czujnik piezoelektryczny zamontowany na obudowie modułu EPB na wysokości sprężenia silnika elektrycznego z zębniakiem
- 4 Czujnik piezoelektryczny zamontowany na obudowie modułu EPB na wysokości silnika elektrycznego
- 5 Czujnik piezoelektryczny zamontowany na obudowie modułu EPB na wysokości przekładni planetarnej lub falowej w zależności od zastosowanej wersji modułu
- 6 Karta pomiarowa