

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242836 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430659**

(22) Data zgłoszenia: **2019.07.19**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.01.25 BUP 02/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.02 WUP 18/2023**

(51) MKP:

B60B 3/06 (2006.01)

B60B 5/02 (2006.01)

B60B 19/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ASMA POLSKA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wola Ducka, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

KAMIL ADAM LIPERT, Otwock, PL

(74) Pełnomocnik:

Kinga Wernicka, Lublin, PL

(54) Tytuł:

**Koło poliuretanowe lub koło stalowe pokryte poliuretanem o właściwościach
termochromowych**

PL 242836 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest koło poliuretanowe o właściwościach termochromowych lub koło stalowe pokryte poliuretanem o właściwościach termochromowych.

Poliuretany (PU) są szeroko rozpowszechnionymi tworzywami mającymi zastosowanie w wielu branżach m.in. przemyśle budowy maszyn, konstrukcyjnym, hutniczym, wydobywczym, środków transportu, drzewnym, papierniczym czy spożywczym. Odlewane elastomery poliuretanowe charakteryzują się najwyższymi parametrami wytrzymałościowymi w grupie elastomerów, a w szczególności odpornością na zużycie dzięki czemu są szczególnie chętnie stosowane jako elementy zapewniające długą żywotność częściom maszyn (elementom) poddawanych trudnym warunkom pracy (ścieranie, przeciąganie, ściskanie, rozciąganie pod wpływem dużych obciążeń).

Bardzo ważną grupę produktów stanowią koła powleczone odlewającymi elastomerami i/lub odlane z elastomerów. Ze względu na znacząco wyższe parametry wytrzymałościowe w stosunku do standardowych powłok gumowych, pokrycia poliuretanowe są często wybierane jako bieżnie kół wózków widłowych. Pomimo wspomnianych zalet jakie, niesie za sobą używanie odlewanych elastomerów poliuretanowych, mają one również pewne ograniczenia. Duże obciążenia kół w połączeniu z wysokimi prędkościami wózków widłowych może doprowadzić do nagrzewania się powłoki poliuretanowej, co skutkuje obniżeniem żywotności powłoki, a w przypadkach ekstremalnych może powodować szybkie zniszczenie poliuretanu. Przykładowe wyroby poliuretanowe lub powleczone poliuretanem, które nagrzewają się wskutek pracy to: koła wózków widłowych, koła i rolki układów napędowych maszyn i urządzeń, koła i rolki systemów transportowych, rolki do posuwu oraz inne koła i rolki obciążone dynamiczną pracą będące wyposażeniem maszyn i urządzeń. Przedstawiony wynalazek ma na celu zapobieganie degradacji termicznej poliuretanu spowodowanej niekorzystnymi czynnikami zewnętrznymi w środowisku pracy, wśród których należy wymienić w szczególności: duży nacisk, wysoka prędkość, dynamiczna praca elementu poliuretanowego czy wreszcie zbyt wysoka temperatura środowiska pracy. Nie jest znane takie rozwiązanie.

Wynalazek dotyczy kół stalowych pokrytych poliuretanem o właściwościach termochromowych oraz kół poliuretanowych o właściwościach termochromowych, których temperatura może wzrastać w wyniku wykonywanej pracy lub w wyniku oddziaływania środowiska pracy. W szczególności wynalazek dotyczy kół przenoszących znaczne obciążenia, tj. koła wózków widłowych czy koła zestawów gąsienicowych stosowanych m.in. w maszynach rolniczych czy budowlanych, w transporcie podwieszanym, a także – w innych gałęziach przemysłu środków transportu.

Znane są koła oraz innego rodzaju pokrycia z odlewanych elastomerów poliuretanowych, które z powodzeniem są stosowane w przemyśle środków transportu, w tym wózków widłowych czy maszyn rolniczych lub budowlanych.

Nie są jednak znane koła poliuretanowe zawierające pigment termochromowy, powodujący zmianę koloru poliuretanu w momencie przekroczenia określonego dla danego rodzaju poliuretanu progu temperaturowego, wynikającego np. ze wzrostu temperatury poliuretanu spowodowanego, przykładowo, długotrwałą pracą maszyny, wysokim obciążeniem kół, czy warunkami atmosferycznymi.

Celem wynalazku jest opracowanie kół poliuretanowych lub kół stalowych pokrytych poliuretanem, które mają właściwości termochromowe. Znaczącą grupę wyrobów według wynalazku mogą stanowić koła stalowe powleczone odlewającymi elastomerami poliuretanowymi. Ze względu na nieporównywalnie wyższe parametry wytrzymałościowe w stosunku do standardowych powłok gumowych, pokrycia poliuretanowe są często wybierane jako bieżnie kół wózków widłowych. Poza wspomnianymi już zaletami, jakie niesie za sobą używanie odlewanych elastomerów poliuretanowych, mają one również pewne ograniczenia. Zbyt duże obciążenia kół w połączeniu ze znacznymi prędkościami wózków widłowych może doprowadzić do nagrzewania się powłoki poliuretanowej, co skutkuje obniżeniem żywotności powłoki, a w przypadkach ekstremalnych może powodować szybkie zniszczenie poliuretanu. Przedstawiony wynalazek ma na celu zapobieganie degradacji termicznej poliuretanu spowodowanej niekorzystnymi czynnikami zewnętrznymi w środowisku pracy, m.in.: zbyt duży nacisk, zbyt wysoka prędkość, dynamiczna praca elementu poliuretanowego oraz zbyt wysoka temperatura środowiska pracy.

Aktualnie stosowane powłoki poliuretanowe często są uszkodzane w warunkach pracy w wyniku nieświadomego przekroczenia dopuszczalnych limitów obciążeń danych części, prowadzącego do wzrostu temperatury powłoki PU. W trakcie eksploatacji kół stosowanych na masową skalę w przemyśle

transportowym nie jest możliwa stała kontrola ich temperatury. Często operatorzy maszyn, wyposażonych w koła z pokryciem poliuretanowym nie przestrzegają zaleceń dotyczących warunków pracy dla wyrobów i powłok z materiału poliuretanowego, co prowadzi do ich uszkodzeń. W dużej mierze jest to wynik nieumyślnego działania operatora maszyny ze względu na brak możliwości sprawdzenia temperatury powłoki poliuretanu w trakcie pracy urządzenia. Tego rodzaju problem rozwiązują koła według wynalazku.

Koło stalowe pokryte poliuretanem o właściwościach termochromowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że koło pokrywa się elastomerem poliuretanowym z dodatkiem pigmentu termochromowego, przy czym pigment stanowi od 0,3% do 1% masowych.

Korzystnie jako pigment stosuje się pigment o właściwościach odwracalnych.

Korzystnie pigment reaguje w zakresie temperatur od 50°C do 150°C.

Korzystnie jako pigment stosuje się pigment o właściwościach nieodwracalnych.

Korzystnie pigment reaguje w zakresie temperatur od 80°C do 150°C.

Koło poliuretanowe o właściwościach termochromowych według wynalazku charakteryzuje się tym, że koło stanowi odlew elastomeru poliuretanowego zawierający pigment termochromowy, przy czym pigment stanowi od 0,3% do 1% masowych.

Korzystnie jako pigment stosuje się pigment o właściwościach odwracalnych.

Korzystnie pigment reaguje w zakresie temperatur od 50°C do 150°C.

Korzystnie jako pigment stosuje się pigment o właściwościach nieodwracalnych.

Korzystnie pigment reaguje w zakresie temperatur od 80°C do 150°C.

Po przekroczeniu danej temperatury kolor poliuretanu podlega zmianie, co daje jasny sygnał operatorowi urządzenia lub maszyny do zaprzestania pracy w celu ostudzenia (obniżenia temperatury) koła stalowego pokrytego poliuretanem lub koła poliuretanowego (w zależności od stosowanego koła według wynalazku) do bezpiecznej temperatury i w rezultacie wydłużenie jego żywotności.

W zależności od rodzaju poliuretanu oraz przeznaczenia danego wyrobu można stosować różne pigmenty termochromowe, które powodują zmianę koloru poliuretanu w danej temperaturze. Zastosowanie mogą mieć zarówno pigmenty, których charakter zmian jest odwracalny, jak i pigmenty o nieodwracalnej zmianie.

Pigment można dodać i rozprowadzić zgodnie ze standardowymi metodami mieszania pigmentu z odlewami poliuretanami. Jednym ze sposobów jest wykonanie mieszaniny pigmentu w postaci proszku, ciekłej lub pasty z poszczególnym składnikiem systemu poliuretanowego np. poliiolem lub całym systemem poliuretanowym. Innym sposobem może być dozowanie pigmentu w ciekłej formie z niezależnej linii maszyny odlewniczej, wprowadzając go bezpośrednio do komory mieszania. Proszkowy pigment może być przeprowadzony w formę dogodną do dozowania przez wymieszanie go z nośnikiem np. poliolowym doprowadzając go do postaci dogodnej dla metody przetwórstwa. W celu uzyskania ciekłej mieszaniny pigmentu i polioliu można wymieszać go w stosunku wagowym 20:80 (pigment w proszku: poliol polieterowy) lub 15:85 lub 10:90. W celu uzyskania postaci pasty można wymieszać go w stosunku wagowym 50:50 lub 60:40. Można w dowolny sposób zmieniać te proporcje, żeby uzyskać dogodną dla indywidualnej metody przetwórczej formę pigmentu.

Widoczny efekt zabarwienia uzyskano przy dozowaniu 0,3% – 1% masowych pigmentu w mieszaninie poliuretanowej. Efekt ten byłby również widoczny w mniejszym stężeniu, jednak może to być niewygodne dla obserwatora. Maksymalnie dozowano 1% pigmentu w celu uzyskania bardzo intensywnego zabarwienia, jednak jest możliwe wyjście poza ten zakres wedle uznania. Większa ilość pigmentu daje większą intensywność koloru i w rezultacie łatwiejszą dla obserwatora możliwość obserwowania zmiany barwy. W związku z tym nie można wskazać maksymalnego pułapu zawartości pigmentu.

PRZYKŁAD 1

Przykład wyrobu w postaci koła stalowego powleczonego poliuretanem o właściwościach termochromowych.

Na kole stalowym $\phi = 93$ mm i $L = 18$ mm wykonano pokrycie poliuretanem z dodatkiem 0,66% wagowych pigmentu termochromowego. Warstwa powłoki poliuretanowej na kole stalowym wynosi 2 mm, zaś kolor pokrycia poliuretanowego jest czarny. Do mieszaniny poliuretanowej dodano pigment termochromowy powodujący zmianę barwy poliuretanu w temperaturze 65°C, co uznano za bezpieczny dopuszczalny limit temperatury dla tej powłoki poliuretanowej. Jako materiał powłoki zastosowano poliuretan w twardości 60 ShD oparty na TDI/PTMEG.

Koło stalowe pokryte poliuretanem o składzie opisanym powyżej wykonane tradycyjnymi metodami wytwarzania poddano testom opisanym poniżej.

Koło z powłoką z termochromowego poliuretanu zamontowano w urządzeniu do przeprowadzania testów dynamicznych, których celem jest nadanie obciążeń powodujących szybkie uszkodzenie bieżni poliuretanowej w wyniku wzrostu temperatury powłoki poliuretanowej. Koło z pokryciem poliuretanowym było dociśnięte do koła stalowego będącego w kontakcie z powłoką poliuretanową. Siła docisku wynosiła $800 \text{ N} \pm 10\%$. Koło z pokryciem poliuretanowym poruszało się z prędkością 3 m/s . Są to bardzo agresywne warunki pracy dla tego typu koła, które doprowadzają do jego całkowitej destrukcji w 3 godziny, co jest wynikiem bardzo gwałtownego wzrostu temperatury powłoki spowodowanego opisanymi powyżej obciążeniami. Po rozpoczęciu testu koło w ciągu kilkunastu sekund zaczęło miejscowo zmieniać kolor z czarnego na biały. Następnie w ciągu kilku minut odbarwianie pokrycia PU koła następowało od środka do brzegów pokrycia PU. Temperatura powłoki gwałtownie rosła i po przekroczeniu progu 65°C otrzymano zmianę koloru PU koła i widoczne ostrzeżenia dla operatora o konieczności przerwania pracy maszyny. W przypadku kontynuowania testu dochodzi do trwałej zmiany barwy z czarnej na białą, a w dalszym etapie dochodzi do pęknięcia (zniszczenia) powłoki poliuretanowej. Wyłączenie urządzenia do testów po zmianie barwy, a więc wzrostu temperatury powoduje zabezpieczenie koła przed zniszczeniem spowodowanym degradacją termiczną.

PRZYKŁAD 2

Przykład koła poliuretanowego (odlewu PU) o właściwościach termochromowych.

Koło $\phi = 93 \text{ mm}$ i $L = 18 \text{ mm}$ składa się z komponentów systemu poliuretanowego, które doprowadzono do temperatury przetwórstwa. Pigment termochromowy (czarny, odbarwiający się w temperaturze 65°C) wymieszano z poliiolem polieterowym w stosunku wagowym 1:4 (w celu przeprowadzenia pigmentu w postać płynną). Do mieszaniny dodano pigment termochromowy w ilości $0,6 \text{ g}$ czystego pigmentu na 100 g mieszaniny systemu poliuretanowego. Finalny wyrób otrzymano po ostudzeniu koła do temperatury pokojowej.

PRZYKŁAD 3

Na kole stalowym $\phi = 210 \text{ mm}$ $L = 55 \text{ mm}$ wykonano pokrycie poliuretanem z dodatkiem $0,6\%$ masowych pigmentu termochromowego. Pigment został wstępnie wymieszany z poliiolem polieterowym w stosunku wagowym 1 część pigmentu na 4 części polioliu polieterowego. Warstwa powłoki poliuretanowej na kole stalowym wynosi 20 mm , zaś kolor pokrycia poliuretanowego jest czarny. Do mieszanki poliuretanowej dodano pigment termochromowy powodujący zmianę barwy poliuretanu w temperaturze 65°C , co uznano za bezpieczny dopuszczalny limit temperatury dla tej powłoki poliuretanowej. Jako materiał powłoki zastosowano poliuretan oparty na TDI/PTMEG w twardości 95 ShA . Przebieg produkcji koła przedstawiono poniżej.

Przygotowano bieżnię koła przed powlekaniem przez

- odtłuszczenie powierzchni powlekanej,
- wypłukanie powierzchni powlekanej,
- naniesienie i wysuszenie środka zapewniającego prawidłową adhezję poliuretanu do części metalowej.

Następnie przygotowane według powyższego koło poddano wygrzewaniu w temperaturze $100\text{--}110^\circ\text{C}$ przez 24 godziny.

Po umieszczeniu koła w przygotowanej formie, oblano je mieszaniną poliuretanu zawierającą w swym składzie $0,6\%$ masowych pigmentu termochromowego.

Następnie odformowane koło umieszczono w komorze grzewczej na 16 godzin w temperaturze $100\text{--}110^\circ\text{C}$.

Po ostudzeniu koła i odczekaniu 4 tygodni można było je eksploatować.

Zastrzeżenia patentowe

1. Koło stalowe pokryte poliuretanem o właściwościach termochromowych, **znamienne tym**, że koło pokrywa się elastomerem poliuretanowym z dodatkiem pigmentu termochromowego, przy czym pigment stanowi od $0,3\%$ do 1% masowych.
2. Koło stalowe pokryte poliuretanem według zastrz. 1, **znamienne tym**, że jako pigment stosuje się pigment o właściwościach odwracalnych.
3. Koło stalowe pokryte poliuretanem według zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że pigment reaguje w zakresie temperatur od 50°C do 150°C .

4. Koło stalowe pokryte poliuretanem według zastrz. 1, **znamienne tym**, że jako pigment stosuje się pigment o właściwościach nieodwracalnych.
5. Koło stalowe pokryte poliuretanem według zastrz. 1 albo 4, **znamienne tym**, że pigment reaguje w zakresie temperatur od 80°C do 150°C.
6. Koło poliuretanowe o właściwościach termochromowych, **znamienne tym**, że koło stanowi odlew elastomeru poliuretanowego zawierający pigment termochromowy, przy czym pigment stanowi od 0,3% do 1% masowych.
7. Koło poliuretanowe według zastrz. 6, **znamienne tym**, że jako pigment stosuje się pigment o właściwościach odwracalnych.
8. Koło poliuretanowe według zastrz. 6 albo 7, **znamienne tym**, że pigment reaguje w zakresie temperatur od 50°C do 150°C.
9. Koło poliuretanowe według zastrz. 6, **znamienne tym**, że jako pigment stosuje się pigment o właściwościach nieodwracalnych.
10. Koło poliuretanowe według zastrz. 6 albo 9, **znamienne tym**, że pigment reaguje w zakresie temperatur od 80°C do 150°C.