

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245823 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440389**

(22) Data zgłoszenia: **2020.03.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.09.06 BUP 23/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.10.14 WUP 42/2024**

(51) MKP:

C21D 5/00 (2006.01)

C21D 1/00 (2006.01)

F16N 1/00 (2006.01)

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło
wydzielenie:
433145

(73) Uprawniony z patentu:
**POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO
ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
**ANTONI WŁADYSŁAW ORŁOWICZ,
Głogów Małopolski, PL
MAREK MRÓZ, Rzeszów, PL
BOGDAN KUPIEC, Rudnik nad Sanem, PL
MAGDALENA JACEK-BUREK, Jasionka, PL
MAGDALENA RADOŃ, Przemyśl, PL
DARIUSZ PAJĄK, Rzeszów, PL
GRZEGORZ WNUK, Rzeszów, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Piotr Okarmus, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:

Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych

PL 245823 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych z żeliwa szarego.

Z publikacji W. Kozaczewskiego pt.: „Konstrukcja grupy tłokowo-cylindrowej silników spalinyowych”, WKŁ, Warszawa, 2004 znane jest przygotowanie struktury geometrycznej powierzchni gładzi tulei cylindrowej, które uwzględnia przeciwstawne oddziaływanie wysokości jej nierówności na zużycie ściernie tulei i pierścieni tłokowych oraz na zużycie oleju silnikowego. Wzrost wysokości nierówności gładzi cylindrowej, przy jednoczesnym braku wykruszeń grafitu oraz braku zawalcowań warstwy przypowierzchniowej podnosi odporność na zacieranie układu tuleja-pierścień tłokowy, podczas gdy obniżenie wartości nierówności powierzchni gładzi sprzyja zmniejszeniu zużycia oleju.

Dotychczas, większość znanych bloków cylindrowych silników samochodowych, wykonywanych jest jako odlewy ciśnieniowe, w których stosowane są tuleje – wtopki z żeliwa szarego z grafitem płatkowym o honowanej powierzchni gładzi.

Z publikacji G. Duka pt.: „Laufflächengestaltung von Zylinder und Zylinderlaufbuchsen”, Goetzwerke AG. Der Kolbenringe K9, wiadomo, że korzystnym, z uwagi na odporność na zużycie ściernie tulei żeliwnych jest honowanie dwuetapowe, które polega na osetkowaniu o grubym ziarnie, celem uzyskania nierówności w zakresie od 8 μm do 10 μm , a następnie zatępieniu wierzchołków ich wzniesień osetkami drobnoziarnistymi dla uzyskania wysokości nierówności w zakresie od 2 μm do 8 μm . Efektem tego znanego sposobu, jest uzyskanie powierzchni nośnej – plateau, która stanowi od 50% do 70% powierzchni gładzi.

Znane monobloki silników wysokoprężnych odlewane są w formach piaskowych z perlitycznego żeliwa szarego. Z publikacji W. L. Guesser, I. Maserio, E. Melleras, C. Cabezas pt.: „Fatigue strength of gray iron and compacted graphite iron used for engine cylinder blocks”, SAE Brasil, 2004-01-2222, 2004 wiadomo, że dzięki wyższej wytrzymałości zmęczeniowej żeliwa z grafitem wermikularnym, w porównaniu do żeliwa szarego z grafitem płatkowym można wykonać z niego bloki cylindrowe o mniejszych rozmiarach i mniejszej masie.

Z opisu patentowego PL 213037 B1 znany jest sposób poprawy odporności na zużycie ściernie tulei wtopek z silnie nadeutektycznego siluminu o składzie chemicznym zapewniającym utworzenie się faz międzymetalicznych i kryształów krzemu pierwotnego, poprzez wytrawienie aluminiowej osnowy, celem uzyskania naturalnych kieszeni smarnych otaczających wyeksponowane kryształy krzemu pierwotnego oraz faz międzymetalicznych tworzących powierzchnię nośną. W kieszeniach smarnych gromadzi się olej silnikowy, a podczas pracy pary trącej również nanocząsteczki produktów zużycia kryształów krzemu i faz międzymetalicznych, tworząc ciągłą warstwę ochronną o właściwościach przeciwtarciowych i przeciwsuzybiowych.

Celem wynalazku było opracowanie nowego sposobu kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, które przyczyni się do poprawy odporności na zużycie ściernie odlewów wykonanych z tego żeliwa.

Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że żeliwo szare o składzie chemicznym zawierającym od 3,7% mas. do 3,8% mas. węgla, 2,5% mas. krzemu, od 0,14% mas. do 0,15% mas. manganu, od 0,08% mas. do 0,50% mas. miedzi, od 0,07% mas. do 0,08% mas. fosforu, od 0,011% mas. do 0,014% mas. siarki oraz od 0,030% mas. do 0,063% mas. magnezu w pierwszym etapie nagrzewa się do temperatury z zakresu od 790°C do 900°C z szybkością 300°C/h w piecu oporowym z regulatorem temperatury do kontrolowania szybkości nagrzewania, a następnie po osiągnięciu tej temperatury w drugim etapie żeliwo wymraża się w ciekłym azocie przez 1 godzinę, po czym w trzecim etapie powierzchnię żeliwa wytrawia się kwasem azotowym (V) do utworzenia kieszeni smarnych.

Korzystnie w pierwszym etapie żeliwo nagrzewa się do temperatury z zakresu od 842°C do 900°C albo od 790°C do 880°C.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeżeli w drugim etapie przed wymrażaniem żeliwa w ciekłym azocie, żeliwo chłodzi się w ciekłej cynie o temperaturze 300°C i wytrzymuje się w niej w czasie 1 godziny, a następnie chłodzi się go do temperatury pokojowej w strumieniu sprężonego powietrza w czasie 5 minut albo chłodzi się go do temperatury pokojowej przez nadmuch powietrza z wentylatora w czasie 5 minut.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeżeli w trzecim etapie kwas azotowy (V) stosuje się o stężeniu procentowym 4%.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli w trzecim etapie powierzchnię żeliwa kwasem azotowym (V) wytrawia się w czasie co najwyżej 15 minut.

Żeliwa szare, zawierające grafit sferoidalny albo grafit wermikularny o mikrostrukturze osnowy uzyskanej, w wyniku stosowania sposobu kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, będącego przedmiotem wynalazku, poprzez hartowanie zwykle albo hartowanie z przemianą izotermiczną, pozwala uzyskać jego martenzytyczno-ferrytyczną albo bainityczno-ferrytyczną osnowę, korzystnie zawierającą od 30% mas. do 50% mas. ferrytu. Utworzenie na powierzchni żeliwa kieszeni smarnych, które umieszczone są wokół wydzieleni grafitu i pomiędzy produktami hartowania, tworzącymi powierzchnię nośną, i w których gromadzi się środek smarny, umożliwia, podczas pracy pary trącej na tworzenie, przez nanocząsteczki grafitu oraz produktów hartowania, warstwy ochronnej o właściwościach przeciwzatarciowych.

Przedmiot wynalazku pokazano w przykładach realizacji.

Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, według wynalazku, w pierwszym przykładzie realizacji prowadzi się tak, że żeliwo szare o składzie chemicznym 3,70% mas. C, 2,50% mas. Si, 0,15% mas. Mn, 0,50% mas. Cu, 0,08% mas. P, 0,014% mas. S, 0,063% mas. Mg, w którym resztę stanowi żelazo z wydzieleniami grafitu sferoidalnego o rozmiarach od 15 μm do 50 μm , poddaje się badaniom dylatometrycznym stosując szybkość nagrzewania równą 300°C/h, testom hartowania żeliwa w temperaturach z zakresu od temperatury początku przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa TAc_1^{P} do temperatury końca przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa TAc_1^{K} oraz wykonuje się atlas mikrostruktur. Temperatury początku i końca przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa wynoszą odpowiednio TAc_1^{P} 842°C, zaś TAc_1^{K} 900°C. W pierwszym etapie żeliwo nagrzewa się, w piecu oporowym wyposażonym w regulator temperatury umożliwiający kontrolowaną szybkość nagrzewania, z szybkością 300°C/h, do temperatury 893°C, która zapewnia 30% zawartość ferrytu w osnowie martenzytyczno-ferrytycznej. Po osiągnięciu temperatury 893°C, w drugim etapie, żeliwo wymraża się w ciekłym azocie w czasie 1 godziny. W wyniku tego wymrażania austenit cząstkowy przemienia się w martenzyt. Następnie, w trzecim etapie, powierzchnię żeliwa wytrawia się kwasem azotowym (V) – HNO_3 o stężeniu procentowym wnoszącym 4% w czasie 14 minut. Utworzone, w wyniku wytrawiania, kieszenie smarne, w obszarach wydzieleni ferrytu charakteryzują się głębokością od 10 μm do 11 μm .

Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, według wynalazku, w drugim przykładzie realizacji prowadzi się tak, że żeliwo szare o składzie chemicznym 3,80% mas. C, 2,50% mas. Si, 0,14% mas. Mn, 0,08% mas. Cu, 0,07% mas. P, 0,011% mas. S, 0,030% mas. Mg, w którym resztę stanowi żelazo, z wydzieleniami grafitu stanowiącymi w 85% grafit wermikularny oraz w 15% grafit sferoidalny o rozmiarach od 15 μm do 55 μm , poddaje się badaniom dylatometrycznym stosując szybkość nagrzewania równą 300°C/h, testom hartowania żeliwa w temperaturach z zakresu od temperatury początku przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa TAc_1^{P} do temperatury końca przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa TAc_1^{K} oraz wykonuje się atlas mikrostruktur. Temperatury początku i końca przemiany eutektoidalnej przy nagrzewaniu żeliwa wynoszą odpowiednio TAc_1^{P} 790°C, zaś TAc_1^{K} 880°C. W pierwszym etapie żeliwo nagrzewa się, w piecu oporowym wyposażonym w regulator temperatury umożliwiający kontrolowaną szybkość nagrzewania, z szybkością 300°C/h, do temperatury 862°C, która zapewnia 50% zawartość ferrytu w osnowie bainityczno-ferrytycznej. W drugim etapie żeliwo chłodzi się w ciekłej cynie o temperaturze 300°C i po wytrzymaniu w niej w czasie 1 godziny, żeliwo chłodzi się do temperatury pokojowej w strumieniu sprężonego powietrza w czasie 5 minut. Kolejno żeliwo wymraża się w ciekłym azocie w czasie 1 godziny. Następnie, w trzecim etapie, powierzchnię żeliwa wytrawia się kwasem azotowym (V) – HNO_3 o stężeniu procentowym wnoszącym 4% w czasie 15 minut. Utworzone, w wyniku wytrawiania, kieszenie smarne, w obszarach wydzieleni ferrytu charakteryzują się głębokością od 10,5 μm do 11,5 μm .

Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, według wynalazku, w trzecim przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie drugim, z tym, że żeliwo chłodzi się w ciekłej cynie o temperaturze 300°C i po wytrzymaniu w niej w czasie 1 godziny, żeliwo chłodzi się do temperatury pokojowej przez nadmuch powietrza z wentylatora w czasie 5 minut.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kształtowania struktury geometrycznej powierzchni żeliwa, zwłaszcza powierzchni odlewów motoryzacyjnych, **znamienny tym**, że żeliwo szare o składzie chemicznym zawierającym od 3,7% mas. do 3,8% mas. węgla, 2,5% mas. krzemu, od 0,14% mas. do 0,15% mas. manganu, od 0,08% mas. do 0,50% mas. miedzi, od 0,07% mas. do 0,08% mas. fosforu, od 0,011% mas. do 0,014% mas. siarki oraz od 0,030% mas. do 0,063% mas. magnezu w pierwszym etapie nagrzewa się do temperatury z zakresu od 790°C do 900°C z szybkością 300°C/h w piecu oporowym z regulatorem temperatury do kontrolowania szybkości nagrzewania, a następnie po osiągnięciu tej temperatury w drugim etapie żeliwo wymraża się w ciekłym azocie przez 1 godzinę, po czym w trzecim etapie powierzchnię żeliwa wytrawia się kwasem azotowym (V) do utworzenia kieszeni smarnych.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie żeliwo nagrzewa się do temperatury z zakresu od 842°C do 900°C.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie żeliwo nagrzewa się do temperatury z zakresu od 790°C do 880°C.
4. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 3, **znamienny tym**, że w drugim etapie przed wymrażaniem żeliwa w ciekłym azocie, żeliwo chłodzi się w ciekłej cynie o temperaturze 300°C i wytrzymuje się w niej w czasie 1 godziny, a następnie chłodzi się go do temperatury pokojowej w strumieniu sprężonego powietrza w czasie 5 minut.
5. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 3, **znamienny tym**, że w drugim etapie przed wymrażaniem żeliwa w ciekłym azocie, żeliwo chłodzi się w ciekłej cynie o temperaturze 300°C i wytrzymuje się w niej w czasie 1 godziny, a następnie chłodzi się go do temperatury pokojowej przez nadmuchiwanie powietrza z wentylatora w czasie 5 minut.
6. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 5, **znamienny tym**, że w trzecim etapie kwas azotowy (V) stosuje się o stężeniu procentowym 4%.
7. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamienny tym**, że w trzecim etapie powierzchnię żeliwa kwasem azotowym (V) wytrawia się w czasie co najwyżej 15 minut.