

UŽITNÝ VZOR

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010 - 23717**
(22) Přihlášeno: **29.12.2010**
(47) Zapsáno: **01.08.2011**

(11) Číslo dokumentu:

22535

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
C23C 16/32 (2006.01)
C23C 16/513 (2006.01)
C23C 14/35 (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)

(73) Majitel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec 1, CZ

(72) Původce:

Louda Petr prof. Ing. CSc., Dlouhý Most, CZ
Rozek Zbigniew Ing., 93-361 Łódź, PL
Fijalkowski Mateusz Ing., 25-553 Kielce, PL
Mitura Stanislaw prof. dr hab., 75-672 Koszalin, PL
Niedzielski Piotr dr hab. inž. prof. PL. 95-010 Dobra Nowiny, PL
Clapa Marian dr inž., 90-245 Łódź, PL
Batory Damian, 91-174 Łódź, PL

(74) Zástupce:

STRNAD Patent. a známková kancelář, Ing. Václav Strnad, Rychtářská 375/31,
Liberec 14, 46014

(54) Název užitého vzoru:

Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru opatřené na povrchu tenkou vrstvou pro snížení třecích sil spalovacího motoru a pro snížení spotřeby paliva spalovacího motoru, zejména pístní kroužek nebo pístní čep spalovacího motoru

CZ 22535 U1

Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru opatřené na povrchu tenkou vrstvou pro snížení třecích sil spalovacího motoru a pro snížení spotřeby paliva spalovacího motoru, zejména pístní kroužek nebo pístní čep spalovacího motoru

Oblast techniky

- 5 Technické řešení se týká zejména pístního kroužku nebo pístního čepu spalovacího motoru, jejichž povrch je opatřen tenkou vrstvou za účelem zmenšení třecích sil ve spalovacím motoru a také za účelem snížení spotřeby paliva spalovacího motoru a snížení emisí CO₂. Předpokládá se využití tohoto technického řešení i v jiných oblastech automobilového průmyslu, příkladně při konstrukci válců motorů, ojníc, klikových hřídelů nebo rozvodových hřídelů spalovacích motorů.
- 10 Takto opatřené pohybové konstrukční součásti spalovacích motorů, jsou charakterizovány nízkým součinitelem tření v důsledku čehož dochází ke zvýšení jejich životnosti.

Dosavadní stav techniky

- Podobně jako v jiných odvětvích průmyslu se i automobilový průmysl snaží aplikovat moderní technologie zajišťující snížení výrobních nároků. Potenciální zákazníci při volbě automobilu věnují mimořádnou pozornost také spotřebě paliva. V souvislosti s touto problematikou jsou výrobci nuceni k vytvoření motoru, který bude splňovat požadavek na nízkou spotřebu paliva.
- 15 Menší spotřeba paliva může být hlavně ovlivněna zmenšením třecích sil motoru. Tření vznikající na styku pístních kroužků se stěnou vložky válce a také v ložiskách klikového hřídele, rozvodového hřídele a převodovky způsobuje ztrátu kolem 66 % celkové energie pohonné jednotky. Z toho ztráty energie způsobené rozvodovou soustavou jsou okolo 25 %. Při přenosu energie přes klikový hřídel a převodovku činí zbytkové ztráty dalších až 25 % z uvedené celkové ztráty pohonné jednotky. Zmenšení třecích sil a omezení ztrát energie může být dosaženo použitím tenkých vrstev nanesených na povrchu pohybujících se konstrukčních součástí. Tyto vrstvy jsou charakterizovány vysokou tvrdostí, malým součinitelem tření a také vysokou odolností proti opotřebení.
- 20 V současnosti užívané tenké vrstvy na bázi uhlíku jsou charakterizované takovými vlastnostmi. Jsou vyrobené na povrchu pístních kroužků, pístních čepů, rozvodových hřídelů, klikových hřídelů, ozubených kol, koncovkách vstřikovacích ventilů apod.

- Hlavní nevýhodou tenkých uhlíkových vrstev je často jejich relativně nízká adheze na kovových substrátech, což je zapříčiněno velmi velkým vnitřním tlakovým prnutím v těchto vrstvách. Prnutí v uhlíkových vrstvách lze snížit použitím jiné konstrukce těchto tenkých vrstev, což je předmětem technického řešení.
- 30

Podstata technického řešení

- Tenké a tvrdé vrstvy odolné proti opotřebení mohou být používány jako ochranné povlaky na pohybové součásti spalovacích motorů, zejména na pístní kroužky nebo pístní čepy spalovacích motorů. Opotřebením nejen snižuje jejich životnost, ale také může vést ke zhoršení podmínek práce motoru. Během práce spalovacího motoru jsou například pístní kroužky silně zatížené termicky, mechanicky, chemicky a tribologicky.
- 35

- V dalším textu bude věnována pozornost zejména pístním kroužkům spalovacích motorů, avšak uvedené závěry mohou být aplikovány rovněž na další pohyblivé součásti spalovacích motorů. Opotřebením pístních kroužků spalovacích motorů způsobuje zvětšení spotřeby paliva, oleje a také snížení výkonu motoru. Tyto faktory způsobují velmi specifické požadavky na vlastnosti tenkých tvrdých povlaků používaných na površích pohyblivých konstrukčních součástí spalovacích motorů. V tomto případě je jednou z možných cest pro řešení uvedených problémů použití tenkých vrstev na bázi uhlíku. Uhlíkové vrstvy díky svým charakteristickým vlastnostem jsou definované jako kluzné vrstvy, mají nízký koeficient tření a jsou vysoce odolné proti opotřebení. Jak již bylo uvedeno, hlavní nevýhodou tenkých uhlíkových vrstev je často jejich relativně nízká adheze na
- 45

kovových substrátech, což je zapříčiněno velmi velkým vnitřním tlakovým pnutím v těchto vrstvách.

Bylo zjištěno, že pnutí v uhlíkových vrstvách lze snížit použitím technologie deposice tzv. vícevrstvy, která zahrnuje vytvoření přechodných tenkých mezivrstev přímo na kovovém povrchu konstrukční součástky a následné vytvoření vnější uhlíkové vrstvy. Zlepšení adheze uhlíkové vrstvy se dosáhne za použití první mezivrstvy z titanu, to je prvku o výrazně nižší tvrdosti. V tomto případě je většina nežádoucích zbytkových pnutí uhlíkové vrstvy zcela vyloučena v důsledku lokální deformace materiálu měkčí titanové mezivrstvy. Jako materiál pro vytvoření první mezivrstvy je použit prvek s vysokou chemickou afinitou k uhlíku. Tento prvek zajišťuje dobrou přilnavost první mezivrstvy k povrchu modifikované konstrukční součásti, to je například k povrchu pístního kroužku spalovacího motoru.

Druhá mezivrstva, nanosená na první mezivrstvu, je tzv. přechodová gradientní mezivrstva vytvořená tak, že v počáteční fázi je nanášena vrstva titanu a uhlíku, ve které se vyskytují rovněž karbidy titanu. V konečné závěrečné fázi je deponována vrchní uhlíková vrstva, nazvaná DLC. Takto vytvořený systém vícevrstvy zajišťuje silné a trvalé spojení mezi modifikovaným nástrojem a vrchní uhlíkovou vrstvou, zakotvenou v přechodové gradientní mezivrstvě, čímž se dosáhlo zlepšené adheze vytvořené ochranné nanokompozitní vícevrstvy na povrchu pohybových konstrukčních součástí spalovacích motorů. Ochranná nanokompozitní vícevrstva vykazuje tloušťku do 1 μm , zatímco tloušťka přechodové gradientní mezivrstvy nepřesahuje 0,2 μm . V přechodové gradientní mezivrstvě obsažený titanový a uhlíkový základ přechází ve směru k vrchní uhlíkové vrstvě. Vrchní uhlíková vrstva je charakterizována součinitelem tření v rozsahu 0,02 až 0,2, přičemž dosažená hodnota součinitele tření je závislá na technologických podmínkách nastavených pro její vytvoření a tvrdost této vrchní uhlíkové vrstvy je v rozsahu 8 až 23 GPa.

Vrchní uhlíková vrstva zajišťuje vysokou tvrdost, odolnost proti opotřebení a nízký koeficient tření. Takto připravené pístní kroužky spalovacích motorů budou charakterizovány nízkým součinitelem tření. Nízký součinitel tření snižuje opotřebení těchto konstrukčních součástí a tím zvyšuje jejich životnost a současně snižuje spotřebu paliva a oleje spalovacích motorů. Tato technologie zajistí i zvýšení životnosti celého spalovacího motoru.

30 Přehled obrázku na výkrese

Schematicky a názorně je na obr. 1 ukázána konstrukce ochranné nanokompozitní vícevrstvy nanosené na substrátu pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru, přičemž vícevrstvu nejprve tvoří spodní titanová mezivrstva (Ti), na níž je umístěna přechodová gradientní mezivrstva s obsahem titanu (Ti), uhlíku (C) a karbidu titanu (TiC), nesoucí vrchní vrstvu označenou (DLC - Diamond Like Carbon) a tvořenou výhradně uhlíkem, který je zakotven v přechodové gradientní mezivrstvě.

Příklady provedení technického řešení

Podle obr. 1 je na substrátu 1, například pístního kroužku či pístního čepu, nanosená ochranná nanokompozitní vícevrstva složená ze tří vrstev tvořených postupně ve směru od substrátu 1 pístního kroužku či pístního čepu spodní titanovou mezivrstvou, na níž je nanosená přechodová gradientní mezivrstva s obsahem titanu, uhlíku a karbidu titanu. Vrchní vrstvu DLC, v pořadí třetí vrstvu, tvoří výhradně uhlík zakotvený v přechodové gradientní mezivrstvě. Tloušťka ochranné nanokompozitní vícevrstvy nanosené na pohyblivých součástích spalovacích motorů nepřesahuje 1 μm , přičemž tloušťka přechodové gradientní mezivrstvy s obsahem titanu, uhlíku a karbidu titanu nepřekročí 200 nm.

Ochranná nanokompozitní vícevrstva je nanášena postupně a k jejímu vytvoření je využita technika stejnosměrného magnetronového naprašování a chemického usazování z plynné fáze podporovaná plazmou, vytvořenou z metanu a argonu. V plazmě ze směsi metanu a argonu je vytvo-

řena ochranná nanokompozitní vícevrstva. Argonové ionty, které vykonávají hlavní část procesu magnetronového naprašování, jsou také používány k aktivaci povrchu substrátu 1 plazmou. Při aplikaci vlastního povlakování teplota substrátu 1 nepřestoupí 200 °C a důležitým faktorem je rovněž předpětí substrátu 1, které ovlivňuje energii argonových iontů během procesu aktivace povrchu substrátu 1 a naprašovaných iontů titanu z targetu během depozičního procesu. Target je vyroben z titanu a jako pracovní plyn se používá metan, který je také zdrojem uhlíku.

Zařízení pro nanášení jednotlivých vrstev ochranné nanokompozitní vícevrstvy je postaveno na bázi RF-reaktoru, což je zdroj vysokofrekvenčního výboje a navíc se skládá z magnetronu napájeného impulsem stejnosměrného proudu. Použití tohoto hybridního depozičního systému umožňuje realizovat vytváření ochranné nanokompozitní vícevrstvy bez nutnosti přerušení procesu a otevírání reakční komory. Široký rozsah RF-generátoru, to je plazmové komory včetně zdroje energie magnetronu v kombinaci se systémem zásobování plynem umožňují plnou kontrolu během procesu vytváření jednotlivých vrstev a dává možnost ovlivnit chemické složení a vlastnosti deponovaných vrstev nanášených na substrát 1. Ochranná nanokompozitní vícevrstva se skládá z mezivrstvy titanu (Ti), přechodové gradientní mezivrstvy s obsahem titanu a uhlíku (Ti+C), která ještě obsahuje karbid uhlíku (TiC). Obsah uhlíku stoupá směrem k povrchu, kde vzniká samotná uhlíková vrchní vrstva DLC, zakotvená v přechodové gradientní mezivrstvě. Tvrdost uhlíkové vrchní vrstvy DLC je v rozsahu 8 až 23 GPa a je charakterizována součinitelem tření v rozsahu 0,02 až 0,2 v závislosti na zvolených podmínkách a parametrech v procesu jejího vytváření.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru opatřené na povrchu tenkou povlakovou vrstvou pro snížení třecích sil spalovacího motoru a pro snížení spotřeby paliva spalovacího motoru, zejména pístní kroužek nebo pístní čep spalovacího motoru, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že jejich povrch je opatřen ochrannou nanokompozitní vícevrstvou složenou ze tří vrstev tvořených postupně ve směru od substrátu (1) spodní titanovou mezivrstvou, dále přechodovou gradientní mezivrstvou s obsahem titanu, uhlíku a karbidu titanu, přičemž vrchní vrstvu tvoří uhlík, zakotvený v přechodové gradientní mezivrstvě.

2. Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ochranná nanokompozitní vícevrstva vykazuje tloušťku do 1 μm .

3. Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že titanový a uhlíkový základ přechodové gradientní mezivrstvy ve směru k vrchní uhlíkové vrstvě obsahuje karbid titanu, přičemž tloušťka přechodové gradientní mezivrstvy nepřesahuje 0,2 μm .

4. Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vrchní uhlíková vrstva zakotvená v přechodové gradientní mezivrstvě vykazuje tvrdost od 8 do 23 GPa.

5. Pohybové konstrukční součásti spalovacího motoru podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vrchní uhlíková vrstva zakotvená v přechodové gradientní mezivrstvě vykazuje součinitel tření od 0,02 do 0,2.

1 výkres

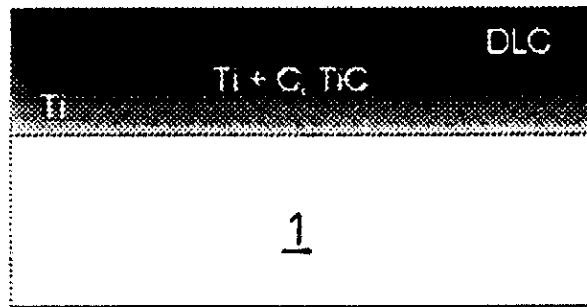


FIG. 1

Konec dokumentu
