



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

243 702

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 01 09 81
(21) PV 6455-81

(51) Int. Cl.³ 4

C 23 C 8/36

(40) Zveřejněno 17 09 85

(45) Vydáno 01 04 88

(75)
Autor vynálezu

ROUTNEROVÁ BLANKA ing., JABLONEC NAD NISOU;
KUBÍČEK VÁCLAV ing., LIBEREC;
RYBÁŘ OLDŘICH, LIBEREC;
ČÍLOVÁ VLASTA, LIBEREC;
ROUTNER PETR, RYCHNOV U JABLONCE NAD NISOU

(54)

Způsob povrchové úpravy zdvihátek ventilů spalovacích motorů

Způsob povrchové úpravy zdvihátek ventilů spalovacích motorů stanovuje technologické podmínky procesu iontové nitridace, kterou se povrchová úprava provádí. Stanovuje tlak, chemické složení atmosféry, teplotu a čas při procesu.

Používá se v zařízení na iontovou nitridaci. Docílí se zvýšení životnosti zdvihátek ventilů.

Vynález se týká způsobu povrchové úpravy funkční plochy zdvihátek ventilů spalovacích motorů.

Jednou z kritických součástí rozvodu spalovacích motorů jsou zdvihátka ventilů, jejichž nízká životnost je příčinou výrobních potíží u výrobce a hlavních provozních nedostatků u uživatelů. Výsledkem jsou značné národohospodářské ztráty.

Z hlediska materiálového a technologického jsou nejčastěji používána jednak zdvihátka ventilů litá z nelegované nebo nízkolegované šedé litiny a jednak zdvihátka kovaná z uhlíkové nebo nízkolegované oceli.

Tvrzení funkční plochy zdvihátek ventilů se provádí všemi dostupnými způsoby tepelného a chemicko-tepelného zpracování, u více namáhaných zdvihátek se přechází na kombinace dvou materiálů, kdy těleso nebo dřív zdvihátka je z oceli běžné jakosti a výše namáhaný talířek nebo jeho povrchová vrstva jsou tvořeny tvrdým návarem nebo připájenou destičkou z tvrdokovu.

Většina výrobců dává přednost zdvihátkům ze šedé litiny, přičemž potřebná tvrdost a pevnost funkční plochy je zajišťována v některých případech tvrzením funkční plochy ve funkční ploše zdvihátka bílou litinou.

Způsob tvrzení funkční plochy při odlévání řízeným rychlým místním ochlazením se jeví jako ekonomicky nejvýhodnější

Z hlediska funkčního působí příznivě mikrostruktura vytvořená dendriticky usměrněnými jehlicemi ledeburitického cementitu, směsnými krystaly perlitického typu a drobnými vyloučeninami grafitu.

Jehlice cementitu svou vysokou tvrdostí zajišťují odolnost proti opotřebení jakož i značnou únosnost povrchu talířku při tlakovém namáhání. Určité houževnatosti dodává vrstvě kost-ra tvořená směsnými krystaly perlitického charakteru. Přítomnost disperze jemných grafitových částic dodává funkční ploše lepší třecí vlastnosti, které zvyšují odolnost proti smykovému namáhání.

Vývoj motorů daný zvyšováním výkonu na jednotku hmotnosti se projevuje vylehčováním konstrukce motoru a tedy i rozvodového mechanismu. V mnoha případech se vzrůst výkonu zajišťuje pouze malými úpravami stávající konstrukce se současnou aplikací turbodmychadla. Tímto způsobem se u tzv. přeplňovaných motorů dosahuje až dvoj - i vícenásobného zvýšení výkonu. Ve všech těchto případech vzrůstá enormně zatěžování součástí rozvodového mechanismu, který bývá již u základní varianty motoru kritickým článkem.

U zdvihátek ventilů, jako reprezentanta skupiny nejnepríznivěji namáhaných součástí rozvodu, dochází proto velmi často ke vzniku negativních jevů, jako příděrů, plastická deformace stykových ploch, zátěžového a v mnoha případech i progresivního pittingu jako projevu kontaktní únavy funkční plochy talířku.

Ve snaze po zlepšení tohoto stavu byla zkoušena řada variant úprav funkční plochy, a to jak zdvihátek ocelových, tak i litinových. U kovaných zdvihátek z ocelí třídy 12 a 14 byla zkoušena klasická nitridace, karbonitridace, nitrocementace, cementace, středofrekvenční povrchové kalení a tvrdé chromování. U litinových zdvihátek s tvrzenou funkční plochou se zkoušela karbonitridace, klasická nitridace a tvrdé chromování.

Zmíněné úpravy nepřinesly výraznější zvýšení životnosti dílu a proto byly dále zkoušeny 2 varianty bimetalické úpravy zdvihátek - tvrdé návary a pájené destičky z tvrdokovu aplikované na základním materiálu. Tyto nákladné úpravy se projeví zlepšením stavu funkční plochy zdvihátek po provozu, ale

byly příčinou zhoršení stavu a často i značného poškození palců vačkového hřídele, které byly ve styku se zkušebními zdvihátky.

Výše uvedené provozní defekty funkční plochy zdvihátek ventilů spalovacích motorů odstraňuje, nebo ve značné míře zmírňuje, způsob úpravy povrchu zdvihátek ventilů spalovacích motorů vyrobených ze šedé litiny nebo ocele podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že zdvihátka se iontově nitridují v rozsahu 93,0 až 930,0 Pa v atmosféře čpavku, nebo ve směsi dusíku a vodíku v rozmezí teplot 450^o až 600^oC, po dobu 15 až 50 hodin. Směšovací poměr dusíku a vodíku se pohybuje v rozmezí od 1:1 až do 1:3. Do pracovní atmosféry lze připouštět uhlovodík jako na př. propan nebo plyn obsahující kyslík na příklad vzduch.

Využitím navrhované technologie iontové nitridace zdvihátek ventilů ~~z~~ dle vynálezu lze dosáhnout dvoj- i vícenásobného zvýšení životnosti zdvihátek jako jednoho z kritických dílů rozvozu spalovacích motorů. Předností způsobu dle vynálezu je skutečnost, že není nutné měnit, nebo výrazně zasahovat do zaběhlé, produktivní a ekonomicky výhodné technologie výroby jmenovaných dílů. Dalším příznivým efektem je zvýšení povrchové tvrdosti funkčních ploch zdvihátek. Nárůst tvrdosti je reprezentován 200 až 300 jednotkami HV5 a v případě mikrotvrdosti je nárůst ještě vyšší a činí minimálně 500 jednotek Hm 50. Toto zvýšení tvrdosti vytváří rezervu pro ev. ^{eventuelu} zvyšování provozního zatížení funkční plochy. Novým účinkem technologie dle vynálezu je i drsnost funkčních ploch, která se provedenou iontovou nitridací mění jen nepatrně, takže odpadají další obráběcí operace. Drsnost povrchu spolu s výbornými třecími vlastnostmi umožňuje krátkodobý nedestruktivní styk zdvihátka s palcem vačkového hřídele za podmínek suchého tření, ke kterému při provozu motoru za mezních podmínek dost často dochází. Frikční poměry mezi iontově nitridovaným zdvihátkem a povrchově kaleným vačkovým hřídelem příznivě ovlivňují i mechanismus poškozování palců vačkového hřídele, což má vliv na zvýšení životnosti druhého členu třecí dvojice - vačkový hřídel.

Způsob iontové nitridace zmíněných dílů dle vynálezu se provádí v zařízení pro iontovou nitridaci v plasmě doutnavého

výboje, udržovaného v rozmezí pracovního vakua 93,0 až 930,0 Pa, aktivní atmosférou je čpavek nebo směs dusíku a vodíku, jejíž směšovací poměr leží v rozsahu 1:1 až 1:3. Dalšími rozhodujícími parametry jsou teplota povrchu vsázky, která může být v rozmezí 450° až 600°C a doba procesu, jejíž délka je volená v závislosti na výšce teploty a sice od 15 hodin pro teploty v horní hranici teplotního rozmezí; do 50 hodin pro teploty u spodní hranice doporučených teplot.

Při stanovení optimální délky iontové nitridačního procesu se, kromě ekonomických hledisek, proces řídí především stavem mikrostruktury funkčních ploch zdvihátek (plocha talířku a plocha dříku) a konstrukčně provozními požadavky. Na příklad v případech, kdy dřík zdvihátka je ve svém vedení přesně lícován, volíme kratší dobu nitridace s nižším nárůstem spojovací vrstvy a tedy i průměru dříku; naproti tomu v případech, kdy namáhání zdvihátka je nadměrně vysoké, ale požadavky na přesnost vedení zdvihátka jsou nižší, volíme nitridační dobu při horní hranici. Dosáhneme tak tloušťky spojovací vrstvy 15 až 20 ~~mm~~ a hloubky difuzní vrstvy cca 0,5 mm. Doba iontové nitridace zdvihátek ventilů nad 50 hodin již nelze doporučit. S rostoucí dobou je nárůst hloubky difuzní zony značně zbrzděn, takže zvýšení únosnosti a odolnosti proti kontaktní únavě funkcí plochy je zanedbatelné, přičemž kvalita spojovací vrstvy se již výrazně nemění a nezlepšují se třecí vlastnosti povrchu, jakož i odolnost proti záběhovému pittingu. V oblasti netvrzeného dříku nemá navíc hloubka nitridační vrstvy přesáhnout řádově velikost největších vyloučenin grafitu; jejich délka u litiny převážně používané kvality nepřesahuje 500 ~~mm~~.

Pracovní teplota je důležitá pro stupeň rozpustnosti dusíku v α železe a měla by se z ekonomických důvodů nastavit co nejvyšší - cca 580°C. Faktory tvarové (otvory a hrany, které se oproti hladkým plochám přehřívají; štíhlost některých konstrukčních provedení zdvihátek, spojená s možností deformace) však využití této teploty nedovolují a lze proto doporučit kompromisní

rozmezí 500° až 550° C. Pokud bude k výrobě zdvihátek ventilů použito legované šedé litiny, doporučuje se vzhledem ke kinetice kondenzace speciálních nitridů, kdy k maximálnímu zpevnění nitridační vrstvy dochází pouze při určitých teplotách, aplikaci teplot při spodní hranici výše uvedeného teplotního rozmezí 450° až 500° C.

Vyšší stupeň ředění pracovní atmosféry je možný nebo i žádoucí v mnoha strojírenských aplikacích zpracování součástí iontovou nitridací. Je to ve všech případech, kdy je snaha dosáhnout spojovací vrstvy složené z fáze 2'. V případě nitridování šedé litiny však nelze dosáhnout vytvoření monofázové vrstvy v důsledku vysokého obsahu vázaného, ale především volného uhlíku v litině; a rovněž při ředění katalyticky štěpeného čpavku (stupeň disociace NH_3 dosahuje cca 95 %), nebo při použití vyššího stupně ředění směsi $\text{N}_2 : \text{H}_2 > 1 : 3$ bude vždy výsledkem iontové nitridace vícefázová spojovací vrstva, která je křehčí a má menší dynamickou únosnost než vrstvy monofázové. Aplikací atmosfér neředěného čpavku a směsi dusíku a vodíku podle vynálezu se dosáhne pro daný účel optimálního fázového složení spojovací vrstvy - monofázové vrstvy nitridu resp. karbonitridu a současně i rychlejšího nárůstu vrstvy.

Vynález je dále vysvětlen na příkladech.

Příklad 1:

Zdvihátka ze šedé litiny s tvrzenou funkční plochou byla iontově nitridována způsobem dle vynálezu za následujících podmínek. Teplota 530° C po dobu 20 hodin v atmosféře vytvořené směsí dusíku a vodíku v poměru 1:1 při tlaku 465,0 Pa. Povrchová tvrdost funkční plochy vzrostla po nitridaci z původní hodnoty 680 HV 5 na 850 HV 5.

Příklad 2:

Zdvihátka/ventilů ze šedé litiny s tvrzenou funkční plochou byla iontově nitridována při teplotě 450° C po dobu 35 hodin ve směsi dusíku a vodíku v poměru 1:1 při tlaku 465,0 Pa. Povrchová tvrdost funkční plochy vzrostla po nitridaci z původní hodnoty 650 HV5 na 780 až 800 HV5.

Přínos iontové nitridace za uvedených podmínek se, ve srovnání s nenitridovanými díly projevila především s rostoucí dobou provozu, kdy dříve docházelo ke značnému poškození sériových zdvihátek, zatímco stav iontově nitridovaných zdvihátek se po úvodním mírném opotřebení zásadně nezhoršoval. Výrazně se projevila vliv iontové nitridace na frikčních vlastnostech dvojice zdvihátka - palec. Palce vačkového hřídele, které byly ve styku s iontově nitridovanými zdvihátky vykazovaly minimální opotřebení ve srovnání s palci, které byly ve styku s nenitridovanými zdvihátky. Zvýšení životnosti zdvihátek bylo minimálně o 300 %.

Ke způsobu technologie dle vynálezu se uvádí, že dalšího zlepšení třecích vlastností se může dosáhnout připouštěním uhlovodíků jako např. propanu, nebo plynu obsahujícího kyslík (vzduch). V takovém případě je spojovací vrstva tvořena karbonitridy nebo oxinitridy.

Využití technologie podle vynálezu je možné ve všech případech třecích dvojic, kdy jedna ze součástí třecí dvojice je vyrobena ze šedé litiny s tvrzenou funkční plochou. Takto zpracovávané součásti jsou schopné přenášet bez většího poškození kombinovaná namáhání s převládající tlakovou a smykovou složkou. Krátkodobě tyto dvojice snesou i mezní podmínky suchého nebo polosuchého tření. Po odzkoušení mnoha neúspěšných variant, které se snažily řešit zvýšení životnosti zdvihátek, jeví se v současné době iontové nitridace za podmínek stanovených vynálezem, jako optimální řešení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

243 702

1. Způsob povrchové úpravy zdvihátek ventilů spalovacích motorů, vyrobených ze šedé litiny s tvrzenou funkční plochou vyznačený tím, že se zdvihátka iontově nitridují v rozsahu tlaku 930 až 930,0 Pa v atmosféře čpavku, nebo ve směsi dusíku a vodíku v rozmezí teplot 450° až 600°C po dobu 15 až 50 hodin.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že směšovací poměr dusíku a vodíku se pohybuje v rozmezí od 1:1 až do 1:3.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že do pracovní atmosféry se připouští uhlovodík jako na příklad propan, nebo plyn obsahující kyslík, jako na příklad vzduch.