

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 156493 B



(21) Patentansøgning nr.: 4857/85

(22) Indleveringsdag: 23 okt 1985

(41) Alm. tilgængelig: 21 jun 1986

(44) Fremlagt: 28 aug 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 20 dec 1984 CH 6070/84

(51) Int.Cl.⁴

F 02 B 77/02

F 02 F 1/00

F 02 F 5/00

(71) Ansøger: *Sulzer Brothers Limited; 8401 Winterthur, CH

(72) Opfinder: Roger *Dekumbis; CH, Marc-Olivier *Borel; CH, Ulrich *Ritter; CH, Gerad *Barbezat; CH

(74) Fuldmægtig: Larsen & Birkeholm A/S Skandinavisk Patentbureau

(54) Stempelforbrændingsmotor

(56) Fremdragne publikationer

WO off. g. skrift nr. 83/03261

DE off. g. skrift nr. 1817321

DE freml. skrift nr. 1300412

(57) Sammendrag:

4857-85

Slidfladerne i cylinderkammeret i en forbrændingsmotor, hvori der forbrændes aksefrembringende brændstoffer i form af blandinger af faste og flydende materialer, forsynes med slidlag, som består af en hård-fase og en anden fase med mindre hårdhed og større sejhed. Slidlagene skal mindst opfylde følgende specifikationer: en mindstehårdhed for hårdfasen på 1900 HV, en mindstetykkelse på 1 mm, en middelfiberlængde i hårdfasen målet i bevægelsesretningen på 30 - 200 µm, metallurgisk binding mellem slidlagenes faser og komponentens basismateriale og omtrent samme hårdhed for hårdfasen i de to samhørende maskinelementer.

Slidlagene, som opfylder disse normer, formaler også hårde askedele, der for det meste består af kvartskrystaller, så fint, at de af smøreløien bliver transporteret bort gennem smørespalten mellem cylindervæggen og stempelingen. Der opnås nedslidningshastigheder, som omtrent svarer til det, som med den kendte teknik kan opnås ved anvendelse af askefri brændstoffer.

DK 156493 B

STEMPELFORBRÆNDINGSMOTOR.

Opfindelsen angår en stempelforbrændingsmotor, der kan drives med slamagtige brændstoffer af blandinger af faste
5 og flydende materialer, hvor slid- eller løbefladerne på cylinderforinger og stempelringe hver er forsynet med et slidlag.

I stempelforbrændingsmotorers cylinderkamre og særligt i
10 dieselmotorer, der drives med slamagtige brændstoffer, udskilles relativt meget - eksempelvis mere end 0,05% af den tilførte brændstofmængde - som aske, der for en dels vedkommende består af hårde kvartskorn. Det er derfor kendt at forsyne de i forhold til hinanden bevægelige dele - det
15 vil sige stempelringenes og cylinderforingernes løbeflader - med slidlag, idet der ved omsmeltning af basismaterialerne frembringes en karbidstruktur med lagtykkelser på indtil flere millimeter (WO 83/03 261). Med sådanne slidlag er der ganske vist opnået betydeligt mindre slitage-
20 hastigheder end med slidflader, som ikke er blevet behandlet; men for at nå frem til en praktisk anvendelse af disse brændstoffer er slitagen dog stadig uacceptabelt stor.

Fra DE-AS 18 17 321 kendes en belægning til arbejdsfladen
25 på stempelringe. Dette lag er sammensat af fire faser, af hvilke to er hårdfaser indeholdende karbider, medens to må betegnes som matrixfaser. En af matrixfaserne har en relativt stor hårdhed på over 900 HV, den anden er "blødere" og har en hårdhed på ca. 500 HV, deres volumenandel andrager dog kun ca. 4%, så de ikke danner en egentlig matrix
30 for hårdfaserne. Den store hårdhed i den egentlige matrix giver en høj sprødhed og dermed en dårlig hæftning på substratet.

I DE-AS 13 00 412 vises et flammesprøjtepulver til fremstilling af slidfaste metalovertræk af en selvflydende legering og et højtsmeltende metal; pulversmådelenes kornstørrelse skal andrage mellem 8 og 150 μm . De til de foreliggende slidlag til hårdfasen nødvendige hårdheder kan ikke opnås med belægninger af denne pulverblanding.

Det er derfor formålet med opfindelsen at opnå sådanne nedslidningshastigheder for slidfladerne ved anvendelse af ovennævnte brændstoffer, at slitagen i det mindste omtrent kommer til at svare til den i forbindelse med anvendelse af askefrie brændstoffer kendte.

Opgaven løses ifølge opfindelsen med kombinationen af følgende ejendommeligheder ved begge slidlag:

- a) lagene består på i sig selv kendt måde af mindst en hårdfase og en anden fase, som har mindre hårdhed og større sejhed, end hårdfasen har,
- b) hårdheden - målt ifølge DIN 50133 - er ved mindst 80% hårdfaseandel i slidoverfladerne større end 1900 HV,
- c) andelen af hårdfaser andrager i hvert slidlag 30-70 volumenprocent,
- d) hårdheden af den anden fase andrager - målt ifølge DIN 50133 - 400-800 HV,
- e) tykkelsen af slidlagene er større end 1 mm,
- f) middelfiberlængden i hårdfiberområderne i slidfladernes overflader er i bevægelsesretningen 30-200 μm ,

g) forbindelsen mellem faserne i lagene og også til de pågældende basismaterialer er frembragt ved en forbigående, delvis omsmeltning af komponenterne,

- 5 h) hårdheden af hårdfasen i cylinderforingernes og i stempelringenes slidlag er så vidt muligt ens, det vil sige, deres forskel er højst 20%.

Med slidlag med de ovenanførte egenskaber kan man opnå en
10 formaling af askepartiklerne til en kornstørrelse, som skylles ud af forbrændings- og cylinderkammeret gennem smørespalten ved hjælp af den forhåndenværende smøreolie. Af hensyn hertil skal kornstørrelsen i den formalede aske være mindre end 0,5 μm .

15 Ideen med at fjerne askepartiklerne ved formaling og udskylning nødvendiggør den anførte mindsteværdi for hårdfasens hårdhedsgrad og en god vedhæftning mellem slidlaget og komponenternes basismateriale, henholdsvis en god sammenhængskraft mellem hårdfasen og den anden fase, som har
20 en hårdhed under 800 HV og - i forhold til hårdfasen - en større sejhed; den påkrævede gode hæftning opnås derved ved hjælp af metallurgiske betingelser, det vil sige ved en forbigående delvis omsmeltning af komponenterne.

25 Efter indkørsel af de to maskinkomponenter vil hårdfasen i overfladelaget på begge komponenter på kendt måde rage en smule, det vil sige omkring 2 μm , frem i forhold til den anden fase. Større askepartikler bliver så klemmt mellem de
30 to hårdfasepartikler og skåret itu og findelt. Derfor er det nødvendigt med en mindstelængde for hårdfasen i maskinkomponenternes bevægelsesretning, såfremt denne fases partikler ikke skal rives løs i stedet for at formale asken.

- Den anden fase består af et særligt metallisk materiale eller af maskindelens basismateriale. Med en "metallurgisk forbindelse" forstås, at forbindelsen mellem basismaterialet og slidlagets materiale er etableret ved delvis smeltning af begge komponenter og en efterfølgende størkning af smelten. Derfor kan slidlagene fordelagtigt fremstilles ved hjælp af overfladelagssmeltelegering eller ved pålagingsvejsning.
- Den anden fases nødvendige sejhed kan man få oplyst på kendt måde ved mekanisk teknologiske afprøvninger og ved metalteknologiske undersøgelser, for eksempel ifølge DIN 50115.
- Som hårdfase kan man anvende en række kendte hårde materialer, som kan bestå af oxider, nitrider, borider, karbider eller være blandingskrystaller af disse stoffer.
- Opstår der under motorens drift mangel på smøremiddel mellem de to slidflader, kan der opstå direkte berøring mellem de to maskinkomponenters hårdfaser. I en sådan situation skal den gensidige slitage på de to hårdfaser så vidt muligt være ensartet. Også af denne årsag er det nødvendigt, at de to hårdfasers hårdheder så vidt muligt er ens.
- For i tilstrækkeligt omfang at have "blødt" materiale fra den anden fase til rådighed til indlejring af hårdfasen i matrixen, andrager hårdfasen i hver af de to slidlag 30-70 volumenprocent. På grund af de i forbrændingskammeret optrædende høje temperaturer er det også hensigtsmæssigt, når de to slidlags strukturer er stabile ved temperaturer op til mindst 250°C. For at undgå bundfældning af hårdfasepartiklerne i den flydende anden fase på grund af tyng-

dekraften er det fordelagtigt, når hårdfasematerialets vægtfylde ikke afviger mere end 50% fra vægtfylden for den flydende anden fase. Yderligere har det vist sig fordelagtigt, når hårdfasematerialet er tungt opløseligt i den flydende anden fase, fordi de dannede eller tilførte hårdfasekrystalitter i modsat fald bliver opløst relativt hurtigt i den anden fase, således at opbygningen af en til de angivne normer svarende hårdfase i slidlaget ikke mere lykkes.

10

Nedenfor belyses opfindelsen nærmere ved hjælp af to udførselseksempler.

Eksempel 1

15

Basismaterialet til en cylinderforing og stempelringene til en forbrændingsmotor er støbejern GG35 (DIN 1691) med den kemiske sammensætning (i vægtprocent): C 3,1; P 0,03; S 0,02; Si 1,2; Mn 0,4; Ni 0,8; Mo 0,4; Cu 1,5 og resten Fe. De to maskinkomponenters slidflader underkastes følgende behandling:

20

Først bliver der pålagt et lag af Cr-Mo-V ved hjælp af plasmasprøjteteknik, hvis enkelte parametre forud er blevet fastlagt eksperimentelt ved hjælp af forforsøg. I blandingen findes enkeltkomponenterne i lige stor mængde, således at blandingsforholdet er 1:1:1. Pålægningen af plasmasprøjtetlaget fortsættes så længe, at der nås en lagtykkelse på mindst 0,5 mm.

25

Som næste skridt følger en omsmeltningslegering ved hjælp af TIG-svejsemetoden, ifølge hvilken den plasmasprøjtepålagte slidflade ved hjælp af en Wolframelektrode smeltes ind til en dybde på mindst 1 mm i en inertatmosfære - for

30

eksempel en heliumatmosfære - således at laget og det yderste område af komponentens basismateriale danner en flydende smelte, hvori de flydende komponenter blander sig inderligt med hinanden.

5

Ved den efterfølgende afkøling danner der sig som hårdfasespecialkarbider med Cr, Mo og V ved siden af en anden fase, der består af en stålmatrix i laget, der dækker slidfladen.

10

Afkølingen af den flydende smelte styres tidsmæssigt således, for eksempel ved at blive gennemført langsomt, at specialkarbidernes krystalitter kan vokse til en størrelse, der opfylder den krævede fiberlængde i bevægelsesretningen.

15

Derefter bliver slidlaget eller slidfladen på begge komponenterne underkastet en flammehærdning. Ved denne hærdning bliver slidlaget opvarmet til omkring 800-1200°C, fordelagtigt til 900°C, ved hjælp af en flamme, for eksempel en oxygen/acetylenflamme og derefter bratkølet ved hjælp af en bratkølingsbruser for det meste med vand.

20

Medens hårdfasens hårdhed - målt ifølge DIN 50133 - således blev bragt op på 1900 HV, forblev den anden fases hårdhed 500 HV. Mellem denne anden fase og basismaterialet samt i forhold til hårdfasen er der etableret en - ved størkningen af den blandede smelte frembragt - metallurgisk forbindelse.

30

Eksempel 2

Som basismateriale er der her anvendt et støbestål med betegnelsen GS-20 MnMoNi 5 5 (DIN 17006).

På slidfladerne anbringes først en pasta, der består af 60 vægtprocent Wolframkarbid og 40 vægtprocent støbestål 50 CrV 4, begge i pulverform. Begge komponenterne holdes sammen og fast på slidfladen ved hjælp af et almindeligt tilgængeligt, organisk bindemiddel.

For at sikre den specificerede fiberlængde for hårdfasen i det færdige slidlag anvendes Wolframkarbidpulveret, hvis
10 hårdhed som bekendt i afhængighed af forholdet WC/W₂C er mellem 1990 og 2350 HV, med en kornstørrelse på mellem 50 og 200 µm. Tykkelsen af det påførte pastalag er mindst 2 mm.

15 Ved hjælp af en højtydende CO₂ laser udføres nu en pålægningssvejsning, hvormed den pålagte pulverblanding ved omsmeltning komprimeres til i det mindste omtrent dens teoretisk mulige vægtfylde på omkring 13 g/cm³. Ved denne pålægningssvejsning smeltes samtidig et lag af basismaterialet med en tykkelse på fra 0,15 til 0,2 mm, således at i
20 det mindste basismaterialet og støbestålet blandes i den flydende tilstand. De på forhånd som hårdfase tilførte Wolframkarbidkorn smelter i overfladen som følge af påvirkningen af laserstrålen, således at der opstår en fast
25 metallurgisk binding i slidlaget.

Slidlagets anden fase dannes i hovedsagen ved størkningen af den pålagte støbestål, hvis hårdhed er omkring 450 HV.

P A T E N T K R A V

1. Stempelforbrændingsmotor til drift med brændstoffer af faststof/væskeblandinger, ved hvilken slidfladerne på cylinderforinger og stempelringe hver er forsynet med et slidlag, k e n d e t e g n e t ved kombinationen af følgende kendetegn for slidlagene på cylinderforingerne og stempelringerne:
- 5
- 10 a) lagene består hver på kendt måde af mindst en hårdfase og en anden fase, som har mindre hårdhed og større sejhed, end hårdfasen har,
- 15 b) hårdheden - målt ifølge DIN 50133 - er ved mindst 80% af hårdfaseandelen af slidfladernes overflader større end 1900 HV,
- c) andelen af hårdfaser andrager i hvert slidlag 30-70 volumenprocent,
- 20 d) hårdheden af den anden fase andrager - målt ifølge DIN 50133 - 400-800 HV,
- e) tykkelsen af slidlagene er større end 1 mm,
- 25 f) middelfiberlængden i slidfladernes overflader er i bevægelsesretningen 30-200 μ m,
- 30 g) forbindelsen mellem faserne i lagene og også til de pågældende basismaterialer er frembragt ved en forbigående, delvis omsmeltning af komponenterne,
- h) hårdheden af hårdfaserne i cylinderforingernes og stempelringenes slidlag er så vidt muligt ens, det vil

sige, deres forskel andrager højst 20%.

2. Stempelforbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at tofaseslidlagenes struktur er stabil
5 op til mindst 250°C.
3. Stempelforbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at begge komponenternes slidlag er
fremstillet ved såkaldt overfladelagssmeltelegering.
10
4. Stempelforbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at slidlagene er fremstillet ved pålæg-
ningsvejsning.
- 15 5. Stempelforbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at hårdmaterialets vægtfylde ikke afvi-
ger mere end 50% fra vægtfylden for den flydende anden fa-
se..
- 20 6. Stempelforbrændingsmotor ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at hårdmaterialefasen er tungt opløse-
lig i den flydende anden fase.