



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 64231

C (45) Patenti n:o 7419053
Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ F 16 F 15/24

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	751601
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	30.05.75
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	30.05.75
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	01.12.75
(44) Nähtäväkalpanon ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.06.83
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	31.05.74
Ranska-Frankrike(FR) 7419053	

(71) Société d'Études de Machines Thermiques S.E.M.T., 2, Quai de la Seine,
93202 Saint-Denis, Ranska-Frankrike(FR)

(72) Michel Ferrand, Ecouen, Ranska-Frankrike(FR)

(74) Oy Borenius & C:o Ab

(54) Koneen kampiakseli, jolla on parannettu dynaaminen tasapaino -
Maskinvevaxel med förbättrad dynamisk stabilitet

Keksinnön kohteena on kampiakseli, jossa on pariton luku kulloinkin vastapainojen tasapainottamia polvia, jotka on sijoitettu pareittain symmetrisellä kulmalla keskeiseen polveen nähden, jolloin kulma-asetnot ovat tasaisesti kehän ympäri jakautuneisiin vastaaviin kulma-asentoihin nähden siirretyt. Keksintöä voidaan erikoisesti soveltaa kaksi- tai nelitahtisten polttomoottoreiden tai varsinkin kompressoreiden tai pumppujen kampiakseleihin, sekä sellaisissa tapauksissa, joissa useita sylintereitä sijaitsee yhdessä ja samassa pituussuuntaisessa rivissä, että myös tapauksissa, joissa kaksinkertainen lukumäärä sylintereitä sijaitsee kahdessa pituussuuntaisessa rivissä poikittain V-muotoon sovitettuina. Keksintöä voidaan soveltaa esim. nelitahtisen moottorin parittomalla lukumäärällä kiertokankeja varustettuun kampiakseliin tai mahdollisesti parillisella lukumäärällä kiertokankeja varustetun kaksitahtisen moottorin kampiakseliin. Aivan erikoisesti keksintö soveltuu seitsemällä suorassa rivissä sijaitsevalla edestakaisin liikkuvalla männällä varustettua kampiakselia tai neljällätoista kahdessa V-muotoon sovitetussa rivissä edestakaisin liikkuvalla männällä varustettua seitsemänpolvista kampiakselia varten.

Kuten tunnettua on takomalla valmistetun, esim. nelitahtista polttomoottoria varten tarkoitetun esim. seitsemänpolvisen kampiakselin muodolla ainakin tämän kampiakselin geometrasta pyörähdysakselia vastaan kohtisuoraan tasoon tehty projektio muodoltaan sellainen, että kammen polvet seuraavat peräkkäin järjestyksessä 1 - 6 - 3 - 4 - 5 - 2 - 7 tasasuurin kulmin, toisin sanoen, että niiden vastaavat kulma-asennot seuraavat tätä järjestystä ja sijaitsevat kehän suunnassa tasaisesti jakautuneina. Näissä olosuhteissa on kahden peräkkäisen polven välinen kulmasiirtymä edellä mainitussa järjestyksessä noin $\alpha = \frac{360^\circ}{7} = 51,4286^\circ$.

Tällainen kampiakseli valitaan sen luonnollisen (staattisen ja dynaamisen) tasapainoasteen ansiosta, ja se on eräs parhaita niistä kampiakseleista, jotka on taottu säännöllisiksi, eli joissa toisin sanoen mainitussa kehäjärjestyksessä peräkkäisten polvien väliset kulmat ovat yhtä suuret.

On syytä huomauttaa, että tasapainoaste määritellään jokaisen nivelen kohdan (mäntä-akseli-yhdistelmän) kehittämien hitausvoimien aiheuttamien voimien ja momenttien resultantin suuruutena. Laskelma rajoitetaan yleensä sen Fourier-sarjan toisen asteen ratkaisuun, joka sarja kuvaa näiden suureiden jaksottaista vaihtelua ajan funktiona. Mainitun ennestään tunnetun, samanlaisilla vastapainoilla varustetun kampiakselin tasapainoaste on seuraava:

$$\begin{array}{lll} F_1 = 0 & M_1 = 0,267 P_1 \cdot L & M'_1 = 2,524 P_1 \cdot L \\ F_2 = 0 & M_2 = 1,006 P_2 \cdot L & M'_2 = 0,526 P_2 \cdot L \end{array}$$

jossa P_1 ja P_2 tarkoittavat täydellisen nivelen kehittämiä vastavasti ensimmäisen ja toisen asteen hitausvoimia, L tarkoittaa kahden peräkkäisen nivelen välistä etäisyyttä, F tarkoittaa sitä vapaata resultanttivoimaa, jonka jokaisen nivelen kehittämät voimat aiheuttavat koko kampiakselille, M tarkoittaa kaikkien hitausvoimien resuloivaa vapaata momenttia kampiakselin keskipisteen suhteen, ja M' tarkoittaa sisäisen taivutusmomentin maksimiarvoa pitkin kampiakselia laskettuna. Koska tämä maksimitaivutusmomentti kehittyy yleensä kampiakselin keskipisteessä, tarkoittaa M' sitä momenttia, joka kampiakselin keskipisteessä aiheutuu niistä hitausvoimista,

jotka kehittyvät tämän kampiakselin puoliskossa.

Hitaasti pyörivälle moottorille, esim. jonka nimellinen pyörimisnopeus on pienempi kuin 300 kierr/min, on edellä mainittuja arvoja pidetty riittävän pieninä. Puolinopealle moottorille, jonka nimellinen pyörimisnopeus on rajoissa noin 300...noin 700 kierr/min, voi olla välttämätöntä pienentää sitä vapaata momenttia M_1 , joka aiheutuu kaikista ensimmäisen asteen hitausvoimista kampiakselin keskipisteen suhteen. Tämä voidaan aikaansaada varustamalla kampiakselin polvet ja erikoisesti näiden sivut, jotka muodostavat kampiakselin säteittäisvarret, vastaavasti sopivasti lasketuilla eri suurilla vastapainoilla. Tätä rezultoivaa momenttia M_1 ei kuitenkaan koskaan voida täydellisesti kumota tai kompensoida, paitsi siinä erikoistapauksessa, että on kysymys moottoreista, joissa on kaksi riviä pituussuunnassa sijaitsevia sylintereitä sijoitettuina poikittain V-muotoon suorassa kulmassa (90°).

Keksinnön päätarkoituksena on em. haitan poistaminen ehdottomalla edellä mainittua tyyppiä olevalle, esim. seitsemän kammen polvea käsittävälle kampiakselille sellaista luonnollisen tasapainoasteen parannusta, että niiden jokaisessa nivelkohdassa kehittyvien ensimmäisen ja toisen asteen vapaiden voimien F_1 ja F_2 resultantit koko kampiakselille ovat käytännöllisesti katsoen nollan suuruiset. Keksinnön ansiosta saadaan monipolvinen kampiakseli, joka tunnetaan siitä, että kampiakselissa, jossa on seitsemän polvea, jotka on numeroitu jatkuvalla numeroinnilla $01'$, $02'$, $03'$, $04'$, $05'$, $06'$ ja $07'$ kampiakselilla olevan järjestyksen mukaan, polvien kulma-asennot projektiossa (piirustus-)tasoon, joka on kohtisuorassa kampiakselia vastaan, ovat siten järjestetyt, että keskimmäisen polven $04'$ ollessa kulloinkin kulman puolittajana, polviparit järjestyksessä suurenevaan kulmaan päin ovat: ensimmäinen pari $05'-03'$, toinen pari $02'-06'$ ja kolmas pari $07'-01'$, sekä että kunkin polviparin ja keskimmäisen polven $04'$ välinen kulma tasaisen kulmajaon $\alpha = 360/7$ mukaiseen kulma-asentoon nähden ensimmäisen parin kohdalla on suurennettu $1,241^\circ$, toisen parin kohdalla pienennetty $2,147^\circ$ ja kolmannen parin kohdalla suurennettu $2,744^\circ$.

Keksinnön mukaiselle parannetulle kampiakselille täten saatu uusi tasapainoaste voidaan määritellä seuraavilla numeroarvoilla

$$\begin{array}{lll} F_1 = 0 & M_1 = 0 & M'_1 = 2,527 P_1.L \\ F_2 = 0 & M_2 = 0,921 P_2.L & M'_2 = 0,463 P_2.L \end{array}$$

Keksinnön ansiosta saadun uuden kampiakselin etuna on täten, että voidaan käytännöllisesti katsoen täydellisesti kumota momentti M_1 , eikä enää tarvita käyttää erikoisrakenteisia vastapainoja, koska kaikki vastapainot voivat olla tässä tapauksessa keskenään samantyyppiset.

Lisäksi todettakoon, että jokaisen polven kulma-asennon tämä pieni muutos tekniikan ennestään tunnettuun tasajakoon verrattuna ei sanottavasti vaikuta moottorin vääntömomentin epäsäännöllisyyteen eikä myöskään niihin lisärasituksiin, jotka aiheutuvat kampiakselin vääntöväärähtelyistä. Sylinterin syttymisjärjestys (esim. järjestyksessä 1 - 3 - 5 - 7 - 6 - 4 - 2) on sama kuin nykyäänkin, ja vaikkakin kulmasiirtymät eroavat muutamia asteita, voidaan sylinterin pakokaasuryhmittymä pysyttää entisellään.

Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin oheisen kaaviollisen piirustuksen perusteella, joka pelkkänä esimerkkinä esittää keksinnön erästä suosittua suoritusmuotoa, jolloin samalla vielä esitetään keksinnön eräitä muita tunnusmerkkejä, yksityiskohtia ja etuja.

Piirustuksen ainoa kuvio esittää päästä katsottuna keksinnön mukaisesta kampiakselia ortogonaaliprojektiona tasoon, joka on kohtisuorassa kampiakselin pituussuuntaista geometrista pyörimisakselia vastaan. Kampiakseli menee samalla linjalla sijaitsevien sama-akselisten laakerien läpi. Kuviossa on pelkiksi viivoiksi supistettu ne pituussuuntaiset aksiaalitasot, jotka menevät vastaavien polvien kammentappien läpi ja jotka yhtyvät mainitun geometrisen pyörimisakselin keskipisteessä, joka muodostaa vastaavien mainittujen tasojen yhteisen leikkuupisteen.

Kuvion esimerkkinä näyttämän suoritusmuodon mukaan on tässä kuviossa toisaalta näytetty suorilla, kampiakselin geometrasta pyörähdys-akselia edustavasta keskipisteestä 0 alkavilla jatkuvilla säteittäisviivoilla 01, 06, 03, 04, 05, 02 ja 07 seitsemänpolvisen ennestään tunnetun kampiakselin säännöllisin jakovälein tehtyä normaali-rakennetta, joka symbolisesti on esitetty mainitulla suorilla säteittäisillä viivoilla, jotka sijaitsevat tasaisesti jakautuneina yhtä suurin peräkkäisin kulmasiirtoin, jotka kaikki ovat yhtä suuret ja arvoltaan $\alpha = \frac{360^\circ}{7} = 51,4286^\circ$.

Samassa kuviossa on myös esitetty päällekkäisenä piirroksena epä-jatkuvin säteittäisin, suorien katkoviivoin 01', 06', 03', 04', 05', 02' ja 07' keksinnön mukaisen seitsemänpolvisen kampiakselin uusi rakenne, jolloin jokainen polvi voi olla nivelletty joko yhteen ainoaan kiertokangen päähän tai vierekkäin saman polven laakeri-tapille sovitettuna kahden kiertokangen päähän. Kuviossa pisteet, jotka on merkitty vastaavasti viitenumeroin 1, 6, 3, 4, 5, 2, 7 tai viitenumeroin 1', 6', 3', 4', 5', 2', 7' tarkoittavat vastaavasti pituussuuntaisten geometrinen akselien viivoja (jotka ovat yhden-suuntaiset kampiakselin geometrinen pyörimisakselin 0 kanssa), kun ennestään tunnetun eli tavallisen kampiakselin eri polvet on sijoitettu ennestään tunnetulla tavalla. Toisaalta keksinnön mukaisella tavalla parannettuna kampiakselin tapauksessa säteittäisviivat, jotka yhdistävät tämän keskipisteen 0 näihin eri pisteisiin, symbolisoivat niitä vastaavia mainittuja aksiaalitasoja, jotka lankeavat näiden polvien sivuvarsiin. Jotta katkoviivoin näytetty uusi rakenne paremmin erottuisi kokoviivoin näytetystä tavanomaisesta rakenteesta, on keksinnön mukaisen uuden rakenteen vastaavat varret 01', 06', 03', 04', 05', 02' ja 07' esitetty pitempinä kuin ennestään tunnetun säännöllisen jakautuman mukaiset polvien säteittäisvarret 01, 06, 03, 04, 05, 02 ja 07.

Todetaan täten, että keksinnön mukaan polvi 04' edelleen lankeaa yhteen ennestään tunnetun polven 04 kulma-asennon kanssa, joten siinä ei esiinny kulmapoikkeamaa. Polvien 03' ja 05' kulmat on symmetrisesti siirretty niiden suurenevan poikkeaman suuntaan, kumpikin $1,241^\circ$, verrattuna niiden alkuperäiseen asentoon ennestään tunnetussa rakenteessa siten, että ne uudessa kulma-asennossaan nyt

muodostavat terävän kulman $52,67^\circ$ keskipolven 04' kanssa. Samoin on polvien 06' ja 02' kulmat siirretty kumpikin $2,147^\circ$ suurenevan poikkeaman suunnassa verrattuna niiden vastaaviin alkuperäisiin kulma-asentoihin ennestään tunnetussa rakenteessa, toisin sanoen suunnassa, jossa ne lähestyvät naapuripolvia 03' ja 05' siten, että ne kumpikin nyt muodostavat terävän kulman $48,04^\circ$ näiden viimeksi mainittujen kanssa. Lopuksi on polvien 01' ja 07' kulmat siirretty $2,744^\circ$ niiden ennestään tunnettuihin kulma-asentoihin verrattuna, niiden keskinäisen lähestymisen suunnassa tai mainitun vastaavan naapuripolven loitontumisen suunnassa siten, että ne nyt muodostavat keskenään terävän kulman $45,94^\circ$ ja terävän kulman $56,32^\circ$ naapuripolvien 06' ja 02' suhteen. Todetaan, että täten saatu uusi rakenne on symmetrinen suoraan 04'nähdessä, joka edustaa sitä pituussuuntaista aksiaalitasoa, joka menee polven 04' pituussuuntaisen geometrisen akselin läpi.

Patenttivaatimus

Kampiakseli, jossa on pariton luku kulloinkin vastapainojen tasapainottamia polvia, jotka on sijoitettu pareittain symmetrisellä kulmalla keskeiseen polveen nähden, jolloin kulma-asennot ovat tasaisesti kehän ympäri jakautuneisiin vastaaviin kulma-asentoihin nähden siirretyt, t u n n e t t u siitä, että kampiakselissa, jossa on seitsemän polvea, jotka on numeroitu jatkuvalla numeroinnilla 01', 02', 03', 04', 05', 06' ja 07' kampiakselilla olevan järjestyksen mukaan, polvien kulma-asennot projektiossa (piirustus-) tasoon, joka on kohtisuorassa kampiakselia vastaan, ovat siten järjestetyt, että keskimmäisen polven 04' ollessa kulloinkin kulman puolittajana polviparit järjestyksessä suurenevaan kulmaan päin ovat: ensimmäinen pari 05'-03', toinen pari 02'-06' ja kolmas pari 07'-01', sekä että kunkin polviparin ja keskimmäisen polven 04' välinen kulma tasaisen kulmajaon $\alpha = 360^\circ/7$ mukaiseen kulma-asentoon nähden ensimmäisen parin kohdalla on suurennettu $1,241^\circ$, toisen parin kohdalla pienennetty $2,147^\circ$ ja kolmannen parin kohdalla suurennettu $2,744^\circ$.

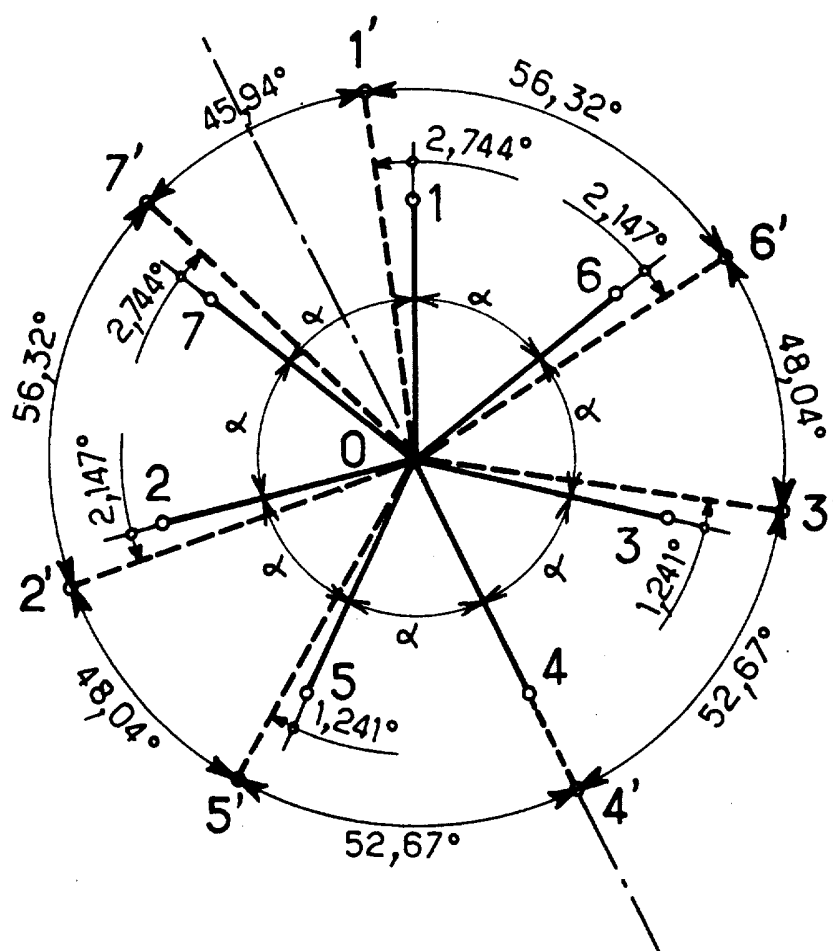
Patentkrav

Vevaxel med ett udda antal i vart fall genom motvikter balanserade knän, som är anordnade parvis med symmetriskt vinkelavstånd till det mittersta knäet, varvid vinkelställningarna är förskjutna gentemot motsvarande på periferin jämnt fördelade vinkelställningar, k ä n - n e t e c k n a d därav, att i en vevaxel med sju knän, som numrerats med löpande nummer 01', 02', 03', 04', 05', 06' och 07' enligt ordningen på vevaxeln, knänas vinkelställningar i en projektion mot en vinkelrätt mot vevaxeln stående (ritnings-)yta, är så anordnade, att knäparen, då det mittersta knäet 04' i vart fall halverar vinkeln, i ordning mot ökande vinkel utgörs av: första paret 05'-03', andra paret 02'-06' och tredje paret 07'-01', samt att vinkeln mellan respektive knäpar och det mittersta knäet 04', jämfört med en vinkelställning enligt den jämna vinkelfördelningen $\alpha = 360^\circ/7$, för det första paret är förstörad $1,241^\circ$, för det andra paret är förminskad $2,147^\circ$ och för det tredje paret är förstörad $2,744^\circ$.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 142 727 (46 a¹¹ 1).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 331 197 (47 b 11).



$$\alpha = \frac{360^\circ}{7} = 51,4286$$