



(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 145748 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Ansøgning nr. 4774/70

(51) Int.Cl.³ F 01 C 1/113

(22) Indleveringsdag 17. sep. 1970

F 04 C 2/113

(24) Løbedag 17. sep. 1970

F 16 H 1/10

(41) Alm. tilgængelig 13. maj 1971

(44) Fremlagt 14. feb. 1983

(86) International ansøgning nr. -

(86) International indleveringsdag -

(85) Videreførelsesdag -

(62) Stamansøgning nr. -

(30) Prioritet 12. nov. 1969, 875905, US

(71) Ansøger W.H. NICHOLS COMPANY, Waltham, US.

(72) Opfinder John Dyer Shaw, US: Edward Henry Gervais, US.

(74) Fuldmægtig Plougmann & Vingtoft Patentbureau.

(54) Tandhjulssæt, fortrinsvis til
hydraulisk tandhjulsmaskine.

DK 145748 B

Opfindelsen angår et tandhjulssæt, fortrinsvis til hydraulisk tandhjulsmaskine og omfattende et inderste tandhjul med en understøtningsdel, der har et antal langs sin periferi med lige store indbyrdes afstande beliggende delcylinderformede recesser, i hver af hvilke der 5 drejeligt er anbragt et stift cylindrisk tandorgan, der rager ud fra understøtningsdelens periferi, og et yderste tilsvarende indvendigt fortandet tandhjul, hvis akse er i hovedsagen parallel med, men forskudt i forhold til det inderste tandhjuls akse, og hvis fortanding er i samtidigt indgreb med alle det inderste tandhjuls tandorganer, 10 der hver især har i hovedsagen den samme diameter som den tilhørende reces.

Sådanne tandhjulssæt kan eksempelvis anvendes i forbindelse med såvel mekaniske som hydraulisk-mekaniske transmissionssystemer. Det kan imidlertid også anvendes til fluidumpumper, idet tandhjulenes 15 tænder er således i indgreb med hinanden, at der mellem tænderne dannes kamre, hvis volumen under tandhjulenes indbyrdes rotation tiltager eller aftager.

Apparater, i hvilke der anvendes tandhjulssæt af den ovennævnte type, har den ejendommelighed, at det inderste tandhjuls topcirkel er 20 centreret om en akse, der ligger i afstand fra og er parallel med den akse, omkring hvilken topcirklen for det yderste tandhjul er centreret, og denne afstand kaldes "excentriciteten". Ved en cyklus forstås den drejning, det inderste hjul skal foretage for at blive ført én tand frem i forhold til det yderste hjul, og den totale volumetriske 25 ekspansion (eller kontraktion) for mellemrummene mellem tandhjulstænderne med en bestemt bredde under en cyklus kaldes "fortrængningen".

Når det nævnte tandhjulssæt anvendes i forbindelse med fx pumper, motorer og servostyringsforbindelser, er det vigtigt for givne dimensioner af tandhjulssættet at opnå en forholdsvis stor fortrængning og 30 at reducere slitagen på tandhjulene til det mindst mulige. Ved en konstruktion, der er beskrevet i USA patentskrift nr. 2.790.394, har man søgt at løse slitageproblemet ved at udforme langsgående cylindriske recesser i tænderne på det inderste tandhjul langs disse tænder.

ders tandtoppe og ved i disse recesser at anbringe cylindriske ruller, der har en væsentligt mindre diameter end de recesser, i hvilke rullerne er optaget. Når det inderste tandhjul roterer, vil rullerne under påvirkning af centrifugalkraften blive presset radiale udefter og således komme til at udgøre selve tandtoppene på det inderste tandhjuls tænder. På denne måde opnås ved den nævnte kendte konstruktion en vis slitagekompensation ved tandtoppene.

Fra tysk fremlæggelsesskrift nr. 1.297.620 kendes en rotationsstempelmaskine, der har et roterende stempel og et omgivende hus, og som stort set er af samme type som det indledningsvis omtalte tandhjulssæt. Ved denne kendte konstruktion er det roterende stempel således kun i indgreb med indervæggen af det omgivende hus ved hjælp af cylindriske ruller, der drejeligt er optaget i delcylindriske recesser med i hovedsagen samme diameter som rullerne. Da kun de frit drejelige ruller på det roterende stempel kommer i indgreb med det omgivende hus, opnås en ringe friktion. Da rullerne som nævnt har i hovedsagen samme diameter som de tilhørende recesser, har de imidlertid ikke som ved den først omtalte kendte konstruktion mulighed for at kompensere for slitage og eventuelle uregelmæssigheder.

Endelig kendes, fx fra fransk patent nr. 1.547.034 og USA patent nr. 3.289.602, tandhjulsmaskiner, hvor tandtoppene i det yderste tandhjul udgøres af ruller, hvis radiale bevægelighed indefter udelukkende bestemmes af tandhjulets kontur, og som er i konstant indgreb med det inderste tandhjul. Ved denne tandhjulsmaskine kan der imidlertid ikke kompenseres for slitage ved centrifugalkraftens påvirkning af tandorganerne, der er anbragt på det yderste hjul.

Ved opfindelsen er der blevet tilvejebragt et tandhjulssæt af den indledningsvis omhandlede art, hvor det inderste tandhjul kun er i berøring med det yderste ved hjælp af de cylindriske eller rulleformede tandorganer, men hvor man ligesom ved den førstnævnte kendte konstruktion opnår en automatisk kompensation for slitage og eventuelle uregelmæssigheder. Tandhjulssættet ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at hver af de delcylinderformede recessers perifere udstrækning højst udgør 180° , og at tandorganernes bevægelsesmulig-

hed i radiale udadgående retning udelukkende begrænses af det yderste tandhjuls fortandede indervæg.

Da det yderste tandhjuls fortanding ved tandhjulssættet ifølge opfindelsen er i samtidigt indgreb med alle de inderste tandhjuls tandorganer, og da disse hver især har i hovedsagen den samme diameter som den tilhørende reces, vil hvert af disse tandorganer under tandhjulssættets funktion normalt ligge tæt an mod såvel den cylinderflade, der afgrænser den tilhørende reces, som mod det ydre tandhjuls fortanding. Hvis der imidlertid ved ét eller flere af tandorganerne, fx som følge af slitage, bliver tale om, at tandorganet får en mindre radial bevægelighed, der kunne give anledning til utæthed, vil en sådan utæthed blive imødegået ved, at tandorganet på i og for sig kendt måde under det inderste tandhjuls rotation af centrifugalkraften holdes presset i tæt anlæg mod det yderste tandhjuls indvendige fortanding. Dermed sikres god tæthed og dermed en stor fortrængning eller god volumetrisk virkningsgrad, selv efter at en vis slitage har fundet sted.

Det inderste tandhjuls rulleformede tænder, der alle samtidig ligger an mod det yderste tandhjuls tænder, giver en god lejring af de to tandhjul i forhold til hinanden. De to tandhjul kan begge anbringes drejeligt omkring faste akser, eller det ene af tandhjulene kan holdes fast, medens det andet drejes og bevæges i en bane omkring det førstnævnte tandhjul. Valget mellem disse alternativer træffes i nogen grad på grundlag af overvejelser vedrørende den tilsigtede anvendelse af tandhjulssættet.

I det følgende vil en udførelsesform for tandhjulssættet ifølge opfindelsen blive nærmere beskrevet under henvisning til tegningen, på hvilken fig. 1 viser et centralt længdesnit i en rotationspumpe indeholdende den nævnte udførelsesform for tandhjulssættet ifølge opfindelsen, og fig. 2 et tværsnit efter linjen 2-2 i fig. 1, hvor man ser tandhjulssættets konstruktion.

På tegningen er tandhjulssættet ifølge opfindelsen vist anvendt i forbindelse med en smøreoliepumpe, men tandhjulssættet kan naturligvis anvendes til adskillige andre formål. I apparater af den viste type roterer det inderste og det yderste tandhjul om faste, med 5 indbyrdes afstand beliggende akser. Tandhjulssættet ifølge opfindelsen kan imidlertid også anvendes i andre apparattyper, hvor et af tandhjulene holdes fast, medens det andet roterer om sin egen akse, der igen bevæges i en bane omkring det faste tandhjuls akse. De nævnte apparater kan eksempelvis være pumper, motorer eller trans- 10 missioner af forskellig art.

Den på tegningen viste pumpe har en ringformet monteringsplade 12 med en central boring, i hvilken der er monteret en legebøsning 14, som optager en drivaksel 16. En lejetætning 18 af en passende type er anbragt i en ringformet udvidelse af boringen ved den ene ende af 15 legebøsningen. Pladen 12 har også en plan monteringsflade 20 og gevindhuller 22 til montering af pumpen på en passende understøtning.

I pladen 12 findes to diametralt anbragte blinde gevindhuller, der danner en trykåbning 24 og en sugeåbning 26. Disse åbninger optager henholdsvis pumpens tryk- og sugeledning. Trykåbningen 24 står 20 fortrinsvis i forbindelse med et væsentligt mindre hul 28, der tillader olie fra cirkulationsledningerne at nå lejet gennem et ud for hullet 28 beliggende hul 30 i bøsningen 14. Hver af åbningerne 24 og 26 står i forbindelse med den ene endeflade af pladen 12 gennem en tilspidset, 25 buet åbning eller kanal, henholdsvis 32 og 34, og omridset af disse åbninger eller kanaler er i fig. 2 vist med punkterede linjer.

Et hus 36 er boltet på pladen 12 ved hjælp af skruer 38. For at sikre en nøjagtig placering i tværgående retning i forhold til akslens akse er huset forsynet med et nøjagtigt uddrejet ringformet bryst 40, der 30 passer ind i en krave 42, der er dannet ved en nøjagtig undersænkning af den tilgrænsende endeflade af pladen. For at sikre en nøjagtig vinkelplacering omkring akslens akse er huset og pladen forsynet med huller til optagelse af enderne af en lokaliseringstift 44. En cirkulær O-ringstætning 46 er også anbragt mellem huset og pladen.

Huset har en nøjagtig blind central boring 48, der er koncentrisk med akslens akse. I denne boring er der anbragt en legebøsning 50 til optagelse af akslen 16. Denne aksel, hvis akse ligger fast i forhold til den understøtning, på hvilken pumpen er monteret, optager og er ved hjælp af cylindriske federe 52 fastlåst til et understøtningsorgan 54, der danner en del af et inderste tandhjul 56.

Huset 36 har en forsænkingsboring 57, der er udformet excentrisk i forhold til akslen 16's akse. I fig. 2 er akslens akse betegnet med 58, og aksen for forsækningsboringen 57 er betegnet med 60. Inde i denne forsækningsboring er der monteret et yderste tandhjul eller en indvendig fortandet rotor 62. En ventilationskanal 64 er boret diagonalt gennem huset 36 fra et sted ved bunden af forsækningsboringen inden for det yderste tandhjul 62 til bunden af boringen 48, og denne kanal tjener til at hindre trykbelastning af akslen.

Det inderste og det yderste tandhjul er konstrueret som følger: Hvert af tandhjulene er fremstillet ud fra et plademateriale med nøjagtigt parallelle sideflader. Understøtningen 54 er fremstillet ved udboring af et antal parallelle huller, der har samme diameter, og som ligger med samme indbyrdes vinkelafstand og med samme radiale afstand fra aksen 58. Kanterne af pladen bearbejdes derefter således, at der dannes plane flader 66, der skærer de borede huller på en sådan måde, at der fremkommer delcylindriske recesser eller lommer 68, der danner det inderste tandhjuls tandmelletrum, og som er åbne udadtil mod tandhjulets periferi. Massive cylindriske tandorganer eller ruller 70 af metal optages i recesserne eller lommerne, fortrinsvis med en glidepasning. Disse ruller har i hovedsagen samme diameter som de huller, ud fra hvilke recesserne er dannet. Længden af tandorganerne eller rullerne 70 er ved den viste udførelsesform lig med bredden eller tykkelsen af understøtningen 54, men er større, når der som nedenfor beskrevet anvendes enderinge. Tandorganerne rager således radialt ud af åbningerne og ud fra det inderste tandhjuls ydre periferi og danner det inderste tandhjuls tænder.

Det yderste tandhjul 62 kan fremstilles på en almindelig Fellows-tandhjulsshapemaskine eller på en hvilken som helst anden kendt maskine

til fremstilling af den ønskede form med tænder 72 og tandmelletrum 74. Antallet af tænderne 72 er én større end antallet af de cylindriske tandorganer eller ruller 70. Formen for tænderne 72 og tandmelletrummen 74 frembringes som den konjugerede form for det inderste tandhjul.

Man vil kunne forstå shapeoperationen ved fremstillingen af det yderste tandhjul ved at betragte dele i fig. 2 som en Fellows-tandhjulshapemaskine, der er set fra oven, og hvor delen 36 repræsenterer maskinens vandrette bord, der roterer omkring den med 60 betegnede faste akse, medens delen 62 repræsenterer emnet, der oprindeligt er ringformet, og som er monteret på bordet således, at emnet roterer omkring sin egen akse, der er sammenfaldende med aksens 60. Det ene af tandorganerne 70 i fig. 2 kan anses for at repræsentere et cirkulært metalskæreværktøj med en akse c og en diameter, der er lig med diameteren for et af tandorganerne 70. Skæreværktøjet er monteret på tandhjulsshapemaskinens skærespindel, der har en fast akse s vinkelret på pladens plan. Spindelen bevæges i aksialt rettede slag på den måde, der er karakteristisk for tandhjulsshapemaskiner. I stedet for at montere det cirkulære skæreværktøj koaksialt med dets spindel, som det normalt gøres ved shapening af indvendigt fortandede tandhjul, fastgør man det således til spindelen med skæreværktøjets akse c anbragt excentrisk i forhold til og i afstand fra spindelens akse s med en excentricitet, der er lig med afstanden mellem akslerne 58 og 60 i den færdige pumpe. Spindelens akse s ligger også i afstand fra emnets akse, der er betegnet med 60, med et stykke, der er lig med det inderste tandhjuls deleradius.

Under tandhjulsskæreoperationen roterer akslen c med konstant hastighed omkring den faste akse s. Emnet roterer også omkring en fast akse 60 med konstant hastighed synkroniseret dermed og i samme retning. Dette opnås ved en passende indstilling af shapemaskinens tandhjulssudveksling mellem skærespindelen og bordet. Det ses, at der for hver omdrejning af akslen c fremstilles en tand på det emne, der skal danne det yderste tandhjul, og tandhjulssudvekslingen vælges derfor således, at akslen c for hver hele omdrejning af emnet foretager lige så mange omdrejninger, som der skal skæres tænder på det

yderste tandhjul, nemlig én mere end antallet af tænder på det inderste tandhjul 56.

Det følger heraf, at når pumpen arbejder, vil hvert tandorgan eller rulle 70 på det inderste tandhjul teoretisk forblive i berøring med det yderste tandhjuls overflade og derved danne lige så mange udvidelige og sammentrækkelige mellemrum eller kamre, som der er tænder på det inderste tandhjul. I fig. 2 er disse kamre betegnet med 76, 78, 80, 82, 84 og 86. Hvis akslen 16 bringes til at rotere i den ved pilen viste retning, er det yderste tandhjul 62 tvunget til at rotere omkring sin akse 60 med en noget lavere hastighed, hvorunder forholdet mellem akslernes rotationshastigheder vil være det samme som forholdet mellem antallet af tandorganer på det inderste tandhjul og antallet af tænder på det yderste tandhjul. Det ses, at de kamre, der står i forbindelse med åbningen eller kanalen 32 har et aftagende volumen, medens de, der står i forbindelse med åbningen eller kanalen 34, udvider sig. Apparatet vil derfor pumpe fluidum fra sugeåbningen 26 til trykåbningen 24, idet hvert kammer under en akselomdrejning vil bevæge sig gennem en hel ekspansions- og kontraktionscyklus. Det totale volumen, der for hver cyklus fortrænges i et kammer, ganget med antallet af kamre vil være lig med pumpens teoretiske fortrængning pr. cyklus.

Det her beskrevne tandhjulssæt er ejendommeligt ved, at de enkelte tandhjulsorganer eller ruller 70 vil rulle på det yderste tandhjul 62's indvendigt fortandede flade i modsætning til den glidning, der finder sted i mange af de sædvanligt anvendte tandhjulssæt af denne almindelige type. Denne rulning bevirker, at hvert tandorgan eller rulle 70 vil glide inde i den tilhørende reces eller lomme 68. Som følge af denne rullende kontakt er belastningskapaciteten væsentligt forøget, idet slid hidrørende fra gnidning, svejsning og ridsning, der forekommer ved glidende friktion, elimineres. Rullevirkningen tillader også en meget tæt pasning mellem de to tandhjul, så at fluidumlækagen formindskes, og der opnås et fluidumfortrængningsapparat med stor volumetrisk og mekanisk virkningsgrad. Da rullevirkningen også tillader de to tandhjul at arbejde med større indgrebsvinkler, end det ellers ville være muligt, kan fortrængningen gøres større, end det

ville have været tilfældet ved anvendelse af konventionelle elementer af samme størrelse.

Når begge elementer i tandhjulssættet roterer, vil rullerne 70 bevæge sig omkring akslens centerlinje i en cirkel, samtidig med at de roterer i deres recesser eller lommer. Rullernes ender kan om ønsket ved 5 begge sider understøttes i huller i metalenderinge, der drejes sammen med det inderste tandhjul i ringformede render, som er udformet i huset 36 og i pladen 12. Disse ringe vil således understøtte rullerne og aflaste akslen for en stor del af den belastning, den udsættes for 10 som følge af hydraulisk tryk, hvorved det bliver muligt at lade pumpen arbejde ved et højere tryk, uden at der fremkommer alvorlige belastninger af aksellejerne, hvilket tidligere var en begrænsende faktor ved konventionelle tandhjulspumpeelementer med indvendig fortanding.

15 Det ses, at det inderste tandhjul kan fremstilles forholdsvis let, uden at dette går ud over præcisionen. Da der som følge af den simple fremstilling kan anvendes meget små tolerancer, vil de mekaniske tab blive formindsket, og den totale virkningsgrad vil følgelig blive øget.

20 Der kan anvendes andre konstruktioner for det inderste tandhjul, og derudover kan antallet og diameteren for tandorganerne 70 vælges i afhængighed af de særlige arbejds-specifikationer. Således kan understøtningsorganet 54 fremstilles af forskellige materialer og antage forskellige former, der er i overensstemmelse med tilvejebringelsen af 25 recesser for tandorganerne. Disse former kan vælges således, at tandhjulssættets vægt yderligere formindskes. Tandorganerne kan være anbragt i recesserne 68 med en glidepasning.

Tandorganerne 70 kan også have rørform eller bøsningens form, dvs. en hul cylindrisk form, hvorved vægten formindskes. De kan også have 30 form af cylindre, uden på hvilke der er anbragt slidbøsninger af den samme eller af et derfra forskelligt materiale. De ydre overflader kan være behandlet således, at de kan modstå slid, og dette gælder især, når der anvendes letvægtsmaterialer som aluminium. Recesserne 68's

overflader har en perifer udstrækning, der er 180° eller mindre, idet det yderste tandhjul er konstrueret således, at det i alle sine stillinger holder tandorganerne i deres respektive recesser.

- 5 Selv om der ovenfor er blevet beskrevet et tandhjulssæt i forbindelse med en pumpe, kan tandhjulssættet anvendes enten i forbindelse med eller uden fortrængning af væske. Det kan eksempelvis lige så vel anvendes som reduktionsgear.

PATENTKRAV

- Tandhjulssæt, fortrinsvis til hydraulisk tandhjulsmaskine, og omfattende et inderste tandhjul (54, 70) med en understøtningsdel (54), der har et antal langs sin periferi med lige store indbyrdes afstande
- 5 beliggende delcylinderformede recesser (68), i hver af hvilke der drejeligt er anbragt et stift cylindrisk tandorgan (70), der rager ud fra understøtningsdelens periferi, og et yderste tilvarende indvendigt fortandet tandhjul (62), hvis akse (60) er i hovedsagen parallel med, men forskudt i forhold til det inderste tandhjuls akse (58), og hvis
- 10 fortanding er i samtidigt indgreb med alle det inderste tandhjuls (54, 70) tandorganer (70), der hver især har i hovedsagen den samme diameter som den tilhørende reces (68),
- k e n d e t e g n e t ved, at hver af de delcylinderformede recessers (68) perifere udstrækning højst udgør 180°, og at tandorganernes (70) bevægelsesmulighed i radialt udadgående retning udelukken-
- 15 de begrænses af det yderste tandhjuls (62) fortandede indervæg.

Fremdragne publikationer:

DE fremlæggeskrift nr. 1297620

FR patent nr. 1547034

US patenter nr. 2378390, 2737121, 2790394, 3082747, 3289602, 3307525.

