



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSKRIFT Nr. 141290

(51) Int. cl.² H 02 K 1/30

(21) Patentsøknad nr. 753829

(22) Inngitt 14.11.75

(23) Løpedag 14.11.75

(41) Alment tilgjengelig fra 20.05.76

(44) Søknaden utlagt, utlegningskrift utgitt 29.10.79

(30) Prioritet begjært 19.11.74, Sveits, nr. 15352/74

(54) Oppfinnelsens benevnelse Rotor for en elektrisk maskin.

(71)(73) Søker/Patenthaver BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE,
CH-5401 Baden,
Sveits.

(72) Oppfinner MIHAILO STARČEVIĆ,
Mellingen,
Sveits.

(74) Fullmektig A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Svensk (SE) patent nr. 160216, 177950
USA (US) patent nr. 3272444

Foreliggende oppfinnelse vedrører en rotor for en elektrisk maskin, især av vertikal konstruksjon, hvor rotorens sentrale legeme og polkrans danner to konsentriske ringer, som er innbyrdes forbundet over et antall eiker, som er jevnt fordelt over omkretsen.

Slike rotorer konstrueres spesielt for langsomt gående maskiner med stor diameter, f.eks. sementmølle-drivanordninger eller vannkraftgeneratorer. Polhjulskransens befestigelse på rotorstjernen må derved være i stand til å oppta både de dreiemomenter som opptrer under den elektriske maskinens drift og de radialt rettede krefter, som fremkommer på grunn av kransens utvidelse som følge av sentrifugalkraftpåvirkning og på grunn av oppvarming. Det må endog tilstrebes at en løfting av kransen fra stjernen først finner sted ved et høyere turtall enn driftsturtallet, om mulig ikke før ved sentrifugalturtall.

En første, alminnelig kjent befestigelse opprettes ved påkrymping og/eller radial fastkiling av kransen på stjernen som er forsynt med radiale armer. Det kan derved opptre meget store krympekrefter mellom de to elementene, slik at det eventuelt er nødvendig å gi elementene en mekanisk forsterkning. Dette er spesielt tilfelle ved rotorer med vertikal akse, hvor hjulstjernen utsettes for sterke trykkpåkjenninger som følge av krympingen. Disse meget kostbare metoder har dessuten den ulempe at polhjulkransene ikke uten videre kan demonteres fra rotorstjernen.

Ved en annen kjent utførelse (sveitsisk patent 537 656) festes polhjulkransen på hjulstjernen med radiale armer ved hjelp av elastiske pass-stykker, som dels er festet på armene og dels griper uten klaring inn i spor i kransen. Disse pass-stykker

overfører de tangensial rettede krefter som skyldes dreiemomentet. For at et tett radiallyt anlegg av pass-stykkene skal sikres under alle driftsbetingelser, er de før montering for store i radial retning, slik at det oppnås en forspenning som motvirker sentrifugalkraften. Kransen som er forsynt med pass-stykkene, oppvarmes, trekkes på stjernen, og etter avkjøling sveises pass-stykkene til armene. En slik anordning hindrer riktignok at kransen løftes av ved for stort turtall, men som følge av bruken av elastiske elementer kan hverken rotorens sirkelform eller sentrisitet sikres, især ikke ved asymmetrisk belastning.

En annen rotorutformning er foreslått i forbindelse med en sementmøllerrotor (US patentskrift 3 272 444). Elastiske eiker forløper eksentrisk fra det sentrale legeme til polhjulskransen, men kan også forløpe radiallyt, fordi de er elastiske. Eikene kan erstattes av skiver, hvis disse er tynne nok til å sikre den nødvendige elastisitet. Hvis bærelegemet utføres som en stiv skive, må hjulnavet være av elastisk konstruksjon.

Ved alle ovenfor omtalte løsninger oppnås de relative ekspansjoner av de forskjellige konstruksjonsdeler enten ved radial elastisitet eller ved radial bevegelsesfrihet av armene. Særlig ved store maskiner, hvor de ringformede elementer utføres med stor elastisitet, forskyves problemene på ring-stivheten og konsentrisiteten, hvilket fører til meget kostbare løsninger.

Fordi de radiale rotoreiker utsettes for bøyepåkjenninger ved overføring av dreiemomentet, må eikenes tverrsnittsflate være sterkt bueformet f.eks. for at de krefter som opptrer på generator-klemmene ved en støtkortslutning, skal kunne opptas.

Til grunn for oppfinnelsen ligger den oppgave å unngå de ovenfor angitte ulemper og tilveiebringe en stiv konstruksjon, som kan overføre aksiale, radiale og tangensiale krefter, muliggjør en konsentrisk ringekspansjon både ved symmetriske og asymmetriske belastninger og hvor det bare opptrer ringe ekspansjonskrefter.

Ifølge oppfinnelsen løses denne oppgave ved at eikene er tangenter på mantelflaten for en tenkt, koaksial sylinder, hvor dennes diameter er mindre enn den for feststedene av eikene på den konsentriske indre ring, at de tenkte, rettlinjet ut over ringene

forlengede akser for to i omkretsretning nærliggende eiker bare skjærer hverandre innenfor feststedene av eikene på den konsentriske indre ring og at eikene i lengderetning er strekk- og trykkfaste.

Fordelen ved oppfinnelsen ligger især i det forhold at det muliggjøres en fullstendig fri, sentrisk ekspansjon av alle elementer uten bruk av radiale, elastiske elementer, som f.eks. fjærer. Dette muliggjør konstruktivt enklere og prismessig rimeligere konstruksjoner, idet påkrympingen dessuten faller bort.

Hvis eikene er ledd-forankret på minst en av ringene, er de sentrifugal- og varmeeekspansjonskrefter som påvirker ringene fra eikene, så å si fullstendig eliminert, slik at ringene kan få en lettere konstruksjon. Da eikene ikke utsettes for böyepåkjenninger, kan også deres tverrsnitt gjøres mindre, hvilket medfører en betydelig materialbesparelse. Dessuten vil en ledd-befestigelse gi betydelige fordeler med henblikk på montering og demontering, i forhold til en stiv befestigelse.

Det er hensiktsmessig at eikene er lengdejusterbare. Dermed kan begynnelses-eksentrisiteter holdes små og de ringformede elementers sirkelform kan innstilles nøyaktig.

Særlig fordelaktig er en anordning, hvor en av ringene består av et antall segmenter som er forbundet med hverandre via ledd og således danner et slags kjede. Det blir derved mulig, særlig ved meget langsomt gående maskiner med høyt poltall, å tilveiebringe en standardisert polsko, som følgelig kan fremstilles i serier og til gunstig pris.

I det følgende skal oppfinnelsen beskrives nærmere under henvisning til noen utførelseseksempler som er vist i tegningen, hvor

fig. 1 viser en del av et radialsnitt gjennom rotorlegemet for en elektrisk maskin,

fig. 2 viser et partielt tverrsnitt av anordningen ifølge fig. 1,

fig. 3 er en skjematisk gjengivelse av en rotor til belysning av oppfinnelsens virkemåte og

fig. 4 viser en del av et radialsnitt gjennom rotorlegemet for en mølle-drivanordning med horisontal akse.

Like elementer er betegnet med samme henvisningstall i figurene.

Det utførelseseksempel som er vist i fig. 1 og 2, er en sjikt-kransrotor for en langsomt gående maskin med vertikal konstruksjon, som er utført som en kombinert eike-skivekonstruksjon. Elementer som er uvesentlige for oppfinnelsen, som f.eks. polsko, sjiktbolter, maskinaksel o.l. er ikke vist. Den konsentrisk indre ring 1 dannes av et platelegeme, som fortrinnsvis omfatter skiver 2, som er anordnet aksialt i to plan og på sin indre omkrets er sveiset fast til maskinakselen, som bare er antydnet. Den ytre ring 3 dannes av sjikt-kransen som er stanset og lagt i lag av så lange segmenter som mulig, som omfatter flere poldelinger, hvorpå segmentene er føyd sammen til en full krans med sjiktbolter. Sjikt-krans og platelegeme er forbundet med eiker 4, som danner tangenter på mantelflaten av en tenkt, koaksial sylinder 7, hvis diameter er mindre enn ytre platelegeme-diameter. Eikenes 4 forankringspunkter i de to ringene 1,3 er utført som ledd, hvilket i det viste eksempel er antydnet ved leddstenger 5, som er leiret i ikke viste føringer. Eikene 4 er plater, som strekker seg over tilnærmet hele rotorlengden og er sveiset sammen med leddstengene.

Virkemåten av foreliggende oppfinnelse kan belyses ved hjelp av skjemaet ifølge fig. 3. De to konsentriske ringene og eikene har samme henvisningstall som tilsvarende deler i fig. 1 og 2. Forlengelsen av eikene 4 er tangenter mot den antydede sylinder 7. Med utgangspunkt i systemets sentrum 8, er R_I ringens 1 radius, R_A er ringens 3 radius og begge radier omslutter vinkelen β . α betegner den omsluttede vinkel mellom R_A og den betrakte eike, som har lengden L . Til forenkling benyttes vinkelen γ , som utgjør den aritmetiske sum av α og β .

Det skal først tas utgangspunkt i en f.eks. varmebetinget, symmetrisk ekspansjon ΔL av eikene 4. Denne forlengelse omsettes i

en relativ dreining av de to ringene 1,3, hvilket mest fordelaktig kan uttrykkes i en endring av vinkelen β .

$$\Delta\beta = \frac{\Delta L}{R_I \cdot \sin\gamma}$$

Ifølge den stilte oppgave kreves en mest mulig fri og konsentrisk ringekspansjon ved alle belastninger. Ved enkelte eller kombinerte endringer av L , R_I og R_A kan følgende almengyldige forhold noteres:

$$\Delta\beta = \frac{\Delta L}{R_I \cdot \sin\gamma} + \frac{\Delta R_I}{R_I \cdot \operatorname{tg}\gamma} - \frac{\Delta R_A \cdot \cos\alpha}{R_I \cdot \sin\gamma}$$

Dette forhold gjelder for tosidig ledd-forankring av eikene 4.

Ved en symmetrisk belastning av anordningen vil ekspansjonen eller krympingen av de ringformede deler alltid være konsentrisk.

Hvis forankringspunktene på begge ringer forsynes med ledd, vil ingen krefter forårsaket av eikene 4 gå over på ringene 1,3. Like fullt er en upåklagelig overføring av dreiemomentet mulig. Ved at eikene bare utsettes for strekk- og trykkpåkjenninger, må de bare dimensjoneres med henblikk på disse krefter, som bestemmes på følgende måte:

$$F = \frac{M}{N \cdot \sin\alpha \cdot R_A}$$

Her betyr:

F = normalkraft som påvirker den enkelte eike

M = dreiemoment som skal overføres

N = antall eiker

R_A og $\sin\alpha$ fremgår av fig. 3.

Et annet utførelseseksempel av oppfinnelsen er vist i fig. 4. Det dreier seg her om rotoren for en delt maskin med horisontal akse, en konstruksjon som spesielt forekommer ved sementmølle-drivanordninger. Under drift er slike, uttalt langsomt gående rotor, som kjent, utsatt for mindre sentrifugalkraftspenninger enn ekstreme, delvis asymmetriske varmeeekspansjonskrefter. De

sistnevnte kan indusere spenninger i en slik utstrekning i polhjulskransene at forbindelsene kan sprenge i deleplanet. På grunn av det lave turtall forsynes slike rotorer som regel via frekvensomformere med en strøm med lav frekvens (≈ 5 Hz), for at poltallet skal holdes innen rimelige grenser. I fig. 4 er trommelen ikke vist. Den konsentrisk indre ring 1' dannes av trommelflensen, som bærer sjiktkransen via 40 jevnt over omkretsen fordelte eiker 4'. Eikene 4' er forankret i ledd 5' både i sjiktkransen og i trommelflensen. Deres forlengelser danner tangenter på mantelflaten for en koaksial sylinder 7. Eikene 4' er rundstaver, hvorved det ikke er vist at de har justerbar lengde, hvilket f.eks. kan tilveiebringes ved at de er høyre- og venstregjenget i endene. Denne lengdeinnstilling gjør det mulig å redusere monteringsbetingede begynnelses-eksentrisiteter til et minimum og sikre en nøyaktig sirkelform av motoren. Sjiktkransen som er forsynt med tyve polpar, består av førti segmenter 10 som er forbundet med hverandre via ledd 9, og danner ifølge oppfinnelsen det konsentrisk ytre polygon 3. En slik kransanordning, som kan betegnes som kjederotor, vil i forbindelse med trommelflensen og eikene 4', som i det minste er leddforankret i selve kransen, danne en stiv anordning, dels fordi det som følge av leddene ikke foreligger noen bøyning i kransen og dels fordi de krefter som påvirker rotoren, deles opp i komponenter, som virker i retning av eikenes akser og følgelig forårsaker en relativ dreining mellom krans og trommelflens. Dette er spesielt fordelaktig for trommelprodusenten, som for fremtiden ikke lenger må ta hensyn til krefter som påvirker trommelen fra rotoren, når trommelen skal dimensjoneres. Ytterligere en fordel ved kjede-rotoren ligger i det forhold at det ved geometriforandringer alltid kan benyttes samme poltype, hvorved bare antallet polpar varieres og den nødvendige tilførte frekvens med det ønskede turtall tilpasses via omformerer.

Oppfinnelsen er selvsagt ikke begrenset til det som er vist i tegningene. Eikeforbindelsene kan også utføres fast, f.eks. ved skruer eller sveising. Som følge av den relative dreining av ringene utsettes eikene for en lett bøyning og vinkelforandringen $\Delta\beta$ blir noe mindre enn ved en ledd-anordning. Da eikene på grunn av bruddfaren fortrinnsvis har en profilform med et forholdsvis stort treghetsmoment, kan endene gjøres massive, men må

ha et så lite treghetsmoment som mulig om böyeaksen. Således kan böyningen lokaliseres til endene av eikene. En særlig enkel lösning for å gjøre disse ender böyemyke består i bruk av hulprofiler som eiker. Over den virksomme, bærende lengde har eikene et tynnvegget tverrsnitt med et forholdsvis stort treghetsmoment. I forankringspunktene presses hulprofilet sammen til et flatt profil, hvorved det bærende tverrsnitt forblir det samme, mens treghetsmomentet om böyeaksen forringes sterkt.

Ringene ifølge oppfinnelsen kan ha polygonal eller sirkulær form, såfremt forankringspunktene for hver ring ligger på en sirkel.

P a t e n t k r a v

1. Rotor for en elektrisk maskin, især av vertikal konstruksjon, hvor rotorens sentrale legeme og polkrans danner to konsentriske ringer, som er innbyrdes forbundet over et antall eiker, som er jevnt fordelt over omkretsen, k a r a k t e r i s e r t v e d at eikene (4, 4') er tangenter på mantelflaten for en tenkt, koaksial sylinder (7), hvor dennes diameter er mindre enn den for feststedene av eikene (4, 4') på den konsentriske indre ring (1, 1'), at de tenkte, rettlinjet ut over ringene (1, 1', 3, 3') forlengede akser for to i omkretsretning nærliggende eiker (4, 4') bare skjærer hverandre innenfor festestedene av eikene (4, 4') på den konsentriske indre ring (1, 1') og at eikene (4, 4') i lengderetning er strekk- og trykkfaste.
2. Rotor som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at eikene (4, 4') har ledd-forankringspunkter på minst en av ringene (1, 1', 3, 3').
3. Rotor som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t

141290

8

v e d at eikene (4, 4') er lengdejusterbare.

4. Rotor som angitt i krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at en av ringene (1, 1', 3, 3') består
av et antall segmenter (10), som er forbundet med hverandre
via ledd (9).

141290

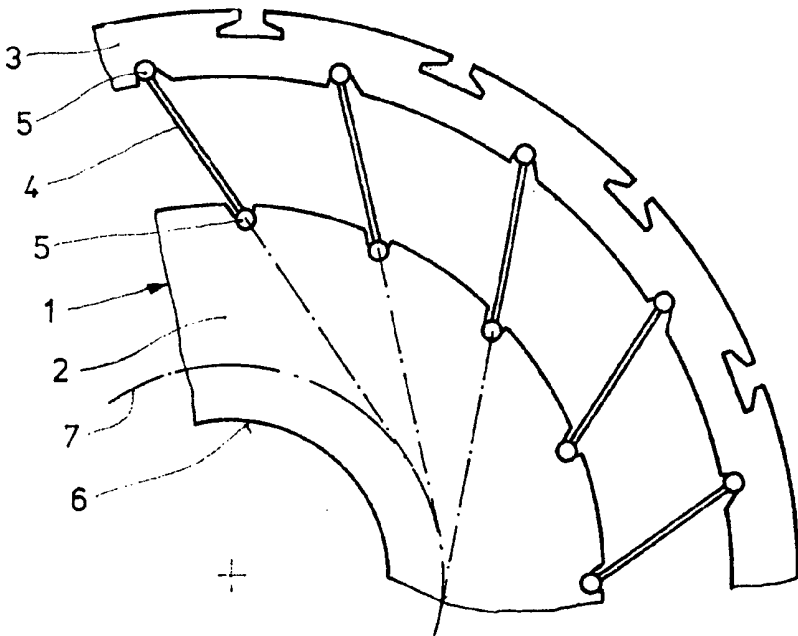


Fig. 1

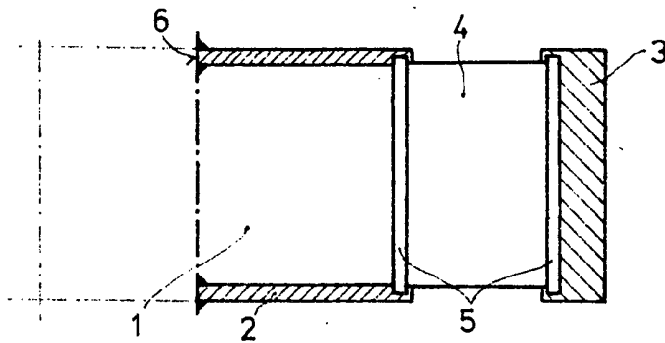


Fig. 2

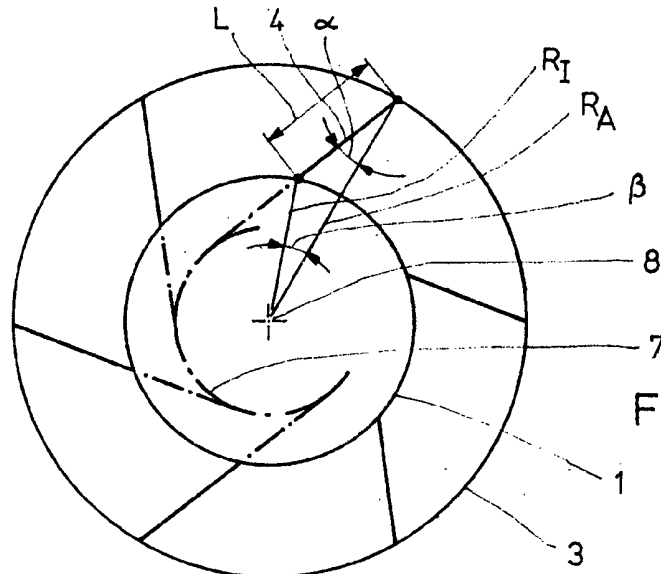


Fig. 3

Fig. 4

