

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 129726



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

(51) Int. Cl. B 29 c 27/00

(52) Kl. 39a²-27/00

(21) Patentsøknad nr. 3236/70

(22) Inngitt 26.8.1970

(23) Løpedag 26.8.1970

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 2.3.1971

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 20.5.1974

(30) Prioritet begjært fra: 28.8.1969 Forbundsrepublik-
ken Tyskland, nr. P 19 43 820

- (71)(73) Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg Aktiengesellschaft,
Dachauerstrasse 667, 8000 München,
Forbundsrepublikken Tyskland.
- (72) Friedrich Laussermair, Fafnerstrasse 6, 8 München 19 og
Karl Mötz, Schleissheimer Strasse 139, 806 Dachau, begge:
Forbundsrepublikken Tyskland.
- (74) Tandbergs Patentkontor A-S
- (54) Fremgangsmåte ved fremstilling av sammensatte
legemer med høy fasthet og bøyestivhet og lav vekt.

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte ved fremstilling av sammensatte legemer med høy fasthet og bøyestivhet og lav vekt, særlig sentrifuge-rotorer, bestående av et ytre plastlegeme av varmherdbare, tverrbundne polymere, særlig epoksydharpikser som er forsterket med fibre med stor fasthet og som ved oppvarming ikke utvider seg i lengderetningen, og et koaksialt og konsentrisk indre metallegeme som har stor elastisitet og et stort forhold fasthet til spesifikk vekt, hvilke to legemer forbindes kraft- og formslutende med hinannen ved utnyttelse av deres forskjellige varmeutvidelseskoeffisienter, således at der i det forsterkede plast-hullege- me bygges opp tangentialt og radialt rettede strekkspenninger.

Sammensatte legemer av denne art finner anvendelse på de områder av teknikken hvor der kreves byggelementer med lavest

mulig vekt og størst mulig fasthet. Disse krav gjelder særlig i forbindelse med hurtigroterende sentrifugerotorer.

Det har vært forsøkt å fremstille rotorere som kommer til anvendelse i sentrifuger, av en glassfiberforsterket plast og renonsere på det bøyestive konsentriske metallrør som ligger innenfor den fiberforsterkede plast. Ved det kjente forsøk ble den ytre glassfiberforsterkede plast viklet på en dor i aksial- og omfangsretningen. Ved en på denne måte fremstilt rotor viste det seg imidlertid at den glassfiberforsterkede plast ikke hadde den nødvendige bøyestivhet og fasthet ved de høye rotasjonshastigheter (over 450 m/s) som forekommer.

I forbindelse med sentrifugekonstruksjoner er også rotorere kjent som er fremstilt som et konsentrisk legeme, hvor det indre legeme består av et metallrør med stor stivhet og konsentrisk omgitt av et fiberforsterket plastrør.

I den senere tid anvendes varmherdbare duroplaster, f.eks. epoksydharpikser, sammen med karbonfibre som ved siden av sine høye fasthetsverdier og lave spesifikke vekt har den egenskap at de ved oppvarming utvider seg sterkt i fibrenes tverretning, mens de i fibrenes lengderetning til og med forkortes ganske lite.

Fremstillingen av de kjente sammensatte rotorere ved den hittil brukte metode gjennomføres på den måte at der over et metallrør, hvis ytre overflate er forsynt med et kobleskikt (klebemiddel), ved romtemperatur vikles et lav av karbonfiberforsterket plast (CFP), hvilket skikt herdes ved forhøyet temperatur.

Som følge av de forskjellige store utvidelseskoeffisienter for de anvendte komponenter som ved metall er av størrelsesordenen 11 til $25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ og ved karbonfibre i lengderetningen er $1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ og i tverretningen $25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ og ved kunstharpiks (matrix) $60 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, oppstår betydelige vanskeligheter med hensyn til lengdeutvidelsesforholdene.

Ved den temperaturforhøyelse som er nødvendig for herdingen av matrixen, utvider alle komponentene seg i overensstemmelse med sine utvidelseskoeffisienter, under hvilket behandlingstrinn harpiksen herdes ut, men ennå er så viskos at lengdeutvidelsene er mulig uten oppbygging av en egenspenningstilstand.

Som en særegenhet må observeres at den radiale utvidelse av det indre metallrør bare delvis hindres av fiberomviklingen, da fibrene i harpiksomviklingen ennå ikke er nøyaktig fiksert i sin

stilling. Metallrøret utvider seg i radial og aksial retning, mens fiberomviklingen forblir uforandret i radial retning og bare utvider seg aksialt.

Under avkjølingen fra herdetemperaturen vil det indre metallrør gjerne trekke seg sammen i radial retning, mens fiberomviklingen forblir uforandret i denne retning, således at det klebende skikt mellom metall- og fiberomvikling utsettes for en strekkpåkjenning, hvilket fører til lokal eller en total avløsning.

I aksial retning er forholdene omvendt, da varmeutvidelseskoeffisienten for fiberomviklingen her er høyere enn for metallet, det vil si under avkjølingen trekker omviklingen seg sammen og utsetter det klebende skikt i tillegg for en skyvepåkjenning.

Disse utvidelsesforhold fører til at der for det tilfelle at kobleskiktet holder, oppstår en egenpenningstilstand som blant annet består av aksiale strekkforspenninger i fiberomviklingen, som under drift enten direkte eller sammen med overlagrede bøyepåkjenninger fører til riss i harpiksen. Ved overskridelse av den tillatte radiale strekkspenning mellom metallrør og fiberomvikling vil der i det annet tilfelle oppstå lokal eller total avløsning mellom de to deler. Begge fenomener er uheldig når det dreier seg om sammensatte legemer som finner anvendelse som hurtigroterende rotor i sentrifugekonstruksjoner og kan av sikkerhetsgrunner ikke tas med på kjøpet.

Hensikten med oppfinnelsen er å skaffe sammensatte legemer av metall og fiberforsterkede, varmeherdbare plaster med stor fasthet og bøyestivhet, hvor disse legemer også skal kunne anvendes ved høye periferihastigheter og som under de i tilfelle opptredende temperaturer, turtall og mekaniske spenninger skal sikre pålitelig forbindelse.

Denne oppgave løses ved hjelp av oppfinnelsen som består i at (a) det fiberforsterkede plast-hullegeme først fremstilles ved at fibre med stor fasthet og impregnert med kunstharpiks på i og for seg kjent måte vikles opp på en formfast dor, hvoretter harpiksen varmeutvideres ved forhøyet temperatur, idet der for impregnering av fibrene anvendes en harpiks som i utherdet tilstand har en større varmeutvidelseskoeffisient enn metall, (b) etter at vikle-doren er blitt fjernet fra det utherdede, fiberforsterkede plast-hullegeme blir metallegemet ved en lavere temperatur enn driftstemperaturen for det sammensatte legeme skjøvet eller trukket inn i

det til samme temperatur avkjølte plast-hullegeme, (c) hvorefter de to legemer igjen bringes på driftstemperatur, således at der - betinget av de forskjellig høye utvidelseskoeffisienter i metallet og det fiberforsterkede plast-hullegeme - i det fiberforsterkede plast-hullegeme, ved siden av strekkspenningene i tangential og radial retning, også dannes trykkspenninger i aksial retning.

Plastsylindren er forsterket med karbonfibre og metallet består av titan, beryllium, aluminiumlegeringer eller av høyfast stål.

Etter varmeuterdningen dykkes plastlegemet ned i et kryogent bad, i hvilket dets diameterverdier vil forbli uforandret, men dets lengdeverdier bli vesentlig forkortet. Derpå bringes metalllegemet konsentrisk inn i platsylindren som ved den flytende gass' lave temperatur vil trekke seg sammen radialet så meget at der mellom metall- og plastlegemet (-røret) er et spillerom tilstede.

Etter at det sammensatte legeme er tatt ut av dykkbadet, altså er blitt oppvarmet til rom- eller driftstemperatur, vil komponentene forandre seg både i radial og aksial retning. Metallegemet utvider seg i overensstemmelse med sin utvidelseskoeffisient og legger seg an mot det omgivende plastrør, i hvilket der vil oppstå radialet virkende strekkspenninger som følge av at diameteren forblir uforandret.

Som følge av de forskjellige store utvidelseskoeffisienter for metall- og plastlegemet, vil plastdelen ved oppvarmingen fra badetemperaturen utvide seg meget sterkt i lengderetningen, mens metalldelen vil utvide seg mindre sterkt i samme retning. Denne forlengelse av de to legemer skjer etter den lineære utvidelseslov så lenge inntil der ikke lenger er noe spillerom tilstede mellom metalldelen og den karbonfiberforsterkede plastdel. Når metallrørets ytterflate ved en bestemt temperatur berører plastlegemets innerflate, opptrer en tilstand, i hvilken friksjonskraften (friksjonen mellom metallflaten og plastflaten) er større enn den skjærkraft som det mer forlengede plastlegeme måtte utøve for å rive seg løs henholdsvis gli utenpå det indre metallegeme.

Forlengelsen av det karbonfiberforsterkede plastlegeme begrenses til den aksiale forlengelse av metallegemet, således at de to legemer ved tiltagende oppvarming utsettes for en jevn utvidelse til samme lengde. Derved oppstår en gunstig egenspenningstilstand, i hvilken der i aksialretningen i det ytre plastrør opp-

trer strekkspenninger. I tillegg hertil trykkes metallrøret i aksial retning mot plastrøret som søker å bibeholde sin diameter ved alle de under drift opptredende temperaturer.

Den fordel som oppnås ved et ifølge oppfinnelsen fremstilt, sammensatt legeme, består i at forbindelsen mellom metallet og den karbonfiberforsterkede plast i enhver tilstand er form- og kraftsluttende. Som følge av de aksiale trykkespenninger som er tilstede i det karbonfiberforsterkede plastrør, kan det sammensatte legeme også påkjennes for strekk eller bøyning uten at der oppstår tverriss.

Det sammensatte legeme ifølge oppfinnelsen egner seg ikke bare for sylindriske sentrifugerotorer som roterer med stor hastighet, men også for de områder at teknikken, i hvilke der kreves konstruksjonsdeler med stor fasthet og lav vekt, såsom trykkbeholdere, motorkjøretøyer etc.. Da plastviklingen kan formes vilkårlig, har konstruktøren mulighet for å velge profil og tverrsnitt av det sammensatte legeme.

Det viktigste anvendelsesområde for det sammensatte legeme ifølge oppfinnelsen er dog i forbindelse med sentrifugekonstruksjoner, i hvilke der trenges rotorere som selv ved de høyeste turtall gir en sikker drift.

Et utførelseseksempel på oppfinnelsen fremgår av tegningen som viser et sammensatt sylindrisk legeme i lengdesnitt. Den rørformede karbonfiberforsterkede plasthylse 1, hvis karbonfibre 4 er antydnet ved prikker og forløper i omkretsretningen, omgir konsentrisk et metallrør 2. Berøringsflaten mellom legemet 1 og 2 er betegnet med 3.

Pilene angir de i det sammensatte legeme tilstedeværende egenspenninger ved rom- eller driftstemperatur. I omviklingen 1 opptrer disse spenninger som trykkespenninger A. De tangentielle strekkspenninger er antydnet ved B og de aksiale strekkspenninger i metallegemet 2 er betegnet med C.

P a t e n t k r a v

Fremgangsmåte ved fremstilling av sammensatte legemer med høy fasthet og høyestivhet og lav vekt, særlig sentrifuge-rotorer, bestående av et ytre plastlegeme av varmeherdbare, tverrbundne poly-

mere, særlig epoksyharpikser som er forsterket med fibre med stor fasthet og som ved oppvarming ikke utvider seg i lengderetningen, og et koaksialt og konsentrisk indre metallegeme som har stor elastisitet og et stort forhold fasthet til spesifikk vekt, hvilke to legemer forbindes kraft- og formluttende med hinannen med utnyttelse av deres forskjellige varmeutvidelseskoeffisienter, således at der i det forsterkede plast-hullegeme bygges opp tangentialt og radialt rettede strekkspenninger, k a r a k t e r i s e r t ved at (a) det fiberforsterkede plast-hullegeme først fremstilles ved at fibre med stor fasthet og impregnert med kunstharpiks på i og for seg kjent måte vikles opp på en formfast dor, hvorefter harpiksen varmeutvideres ved forhøyet temperatur, idet der for impregnering av fibre anvendes en harpiks som i utherdet tilstand har en større varmeutvidelseskoeffisient enn metall, (b) etter at vikleøren er blitt fjernet fra det utherdede, fiberforsterkede plast-hullegeme blir metallegemet ved en lavere temperatur enn driftstemperaturen for det sammensatte legeme skjøvet eller trukket inn i det til samme temperatur avkjølte plast-hullegeme, (c) hvorefter de to legemer igjen bringes på driftstemperatur, således at der - betinget av de forskjellige høye utvidelseskoeffisienter i metallet og det fiberforsterkede plast-hullegeme - i det fiberforsterkede plast-hullegeme, ved siden av strekkspenningene i tangential og radial retning, også dannes trykkspenninger i aksial retning.

- (56) Anførte publikasjoner:
Fransk patent nr. 1419285
U.S. patent nr. 2659547

129726

