



NORGE

(12) UTLEGNINGSSKRIFT

(19) NO

(11) 172006

(13) B

(51) Int Cl⁵ F 16 L 11/08

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr 883409
(22) Inng. dag 01.08.88
(24) Løpedag 01.08.88
(41) Alm. tilgj. 06.02.89
(44) Utlegningsdato 15.02.93

(86) Int. inng. dag og søknadsnummer
(85) Videreføringsdag
(30) Prioritet 03.08.87, FR, 8710997

(71) Patentsøker Coflexip, 23, avenue de Neuilly, F-75116 Paris, FR
(72) Oppfinner Richard Ochsner, Rosny-sous-Bois, FR
(74) Fullmektig Oslo Patentkontor AS, Oslo

(54) Benevnelse Slange eller fleksibelt rør med et indre lekkasjetett deksel

(56) Anførte publikasjoner NO B 150093, B 165126, WO A1 87/02116, US 4343333, 4649963.

(57) Sammendrag

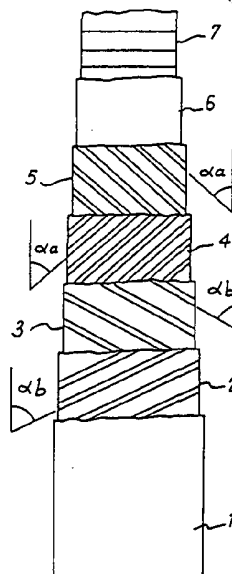
Foreliggende oppfinnelse vedrører en slange som i lengderetningen blir stabilisert under påvirkning av et indre trykk, omfattende et indre lekkasjetett deksel (6), en armering (2,3,4,5) bestående av i det minste to par av lag av skrueformet snodde tråder, idet de to lag av det samme par er tildannet av like tråder som er lagt ved den samme dekselvinkel men i motsatt retning, samt et ytre beskyttende deksel (1).

Alle trådene er lagt under én av to dekselvinkler, idet den ene vinkel er mindre enn 55° (α_a) og den annen er større enn 55° (α_b), samtidig som trådene i minst ett av parene av lag oppviser den samme dekselvinkel α_a , slik at:

$$40^\circ \leq \alpha_a \leq 53^\circ$$

og trådene hos i det minste ett par av lagene oppviser den samme dekselvinkel α_b , slik at:

$$57^\circ \leq \alpha_b \leq 70^\circ$$



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en slange eller fleksibelt rør med et indre lekkasjetett deksel, en armering som omfatter i det minste to par av lag av skrueformet
5 snodde tråder, idet de to lag av det samme par er tildannet av like tråder som er lagt ved samme armeringsvinkel men i motsatt retning, samt et ytre beskyttelsesdeksel.

Foreliggende oppfinnelse vedrører spesielt slanger for
10 transport av fluider under trykk, f.eks. spesielt hydrokarboner som fremskaffes under operasjon av undervannsbrønner.

Søkerens selskap produserer og markedsfører, i større lengder, slike slanger som oppviser gode mekaniske egen-
15 skaper, spesielt strekkstyrke, motstand overfor knusing og overfor det indre trykk fra det transporterte fluidum.

Således produserer søkerens selskap slanger som hovedsakelig omfatter et lekkasjetett deksel, en armering med en strekk-
20 styrke som vanligvis er tildannet av to kryssede lag, som hvert består av tråder som er anordnet i skrueform rundt slangen med samme dekselvinkel, samtidig som trådene i de to lag er spunnet med motsatte vinkler i forhold til slangeaksen, en trykkbestandig armering som omfatter et eller
25 flere lag av festede strimler eller tildannede tråder som er spunnet med skrueform under en vinkel i nærheten av 90° i forhold til slangeaksen, samt et ytre deksel. Disse slanger er av typen "glatt boring".

De slanger som er av typen "ru boring", omfatter ytterligere, under det interne lekkasjetette deksel, en armering med motstand mot knusing og mot yttertrykk, hovedsakelig omfattende en skrueformet vinning med en liten stigning av en eller flere festbare former, spesielt stålstrimler.
35

I noen tilfeller blir den trykkbestandige armering eliminert, og trådene i de to armerte lag blir deretter plassert under likevektsvinkelen, nemlig 55°, i forhold til slange-

aksen.

Ved noen anvendelser, spesielt i det tilfelle hvor slangene som blir benyttet for oppsamling av hydrokarboner som produseres fra undervannsbrønner, må graves ned, dvs. plasseres på bunnen av en grøft som er tildannet i undervannsbunnen, er det vesentlig å unngå en betydelig aksiell forlengelse av slangen under drift under påvirkning av det indre trykk av det fluidum som transporteres, fordi en slik aksiell forlengelse bevirker en deformasjon av slangen, hvilket innebærer den risiko at slangen kan bringes ut av grøften.

Der er utført forsøk som går ut på at slanger skal utsettes for så liten forelengelse som mulig under drift under høyt indre trykk.

Således er det i FR-A 2 557 254 omtalt en slange, omfattende en armering med strekkstyrke som består av minst et par av deksellag generelt påført med en dekselvinkel mellom 15 og 45° i forhold til slangeaksen, samt en trykkbestandig armering omfattende et eller flere lag av skrueformede tråder. Dette dokument gir anvisning på bruken av bestemte forhold mellom stivheten av trådene og de skrueformede lag av trykkbestandig armering samt lagene av tråder som utgjør armeringen med strekkstyrke.

Ved det vanlige tilfelle hvor alle trådene er av samme materiale, f.eks. stål, blir forholdet redusert til et forhold av tykkelser.

Dersom elastisitetmodulene for trådene i de skrueformede lag og hos trådene i lagene av armering med strekkstyrke er like, oppnår man et høyt tykkelsesforhold (mellom 2,5 og 8) mellom armeringen med strekkstyrke og den trykkbestandige armering, som i vesentlig grad øker den linjære vekt av slangen og således kostnaden.

Videre er det ikke mulig å oppnå full fordel av driftshastigheten hos armeringsmaskinene, som i praksis er klart større enn driftshastigheten hos en sno-maskin.

5 Dessuten er det ifølge FR-A 2 464 423 foreslått å bruke en armering bestående av en flerhet av par av kryssede lag av dekseltråder. Imidlertid gir denne publikasjon ingen konstruktiv løsning som sikrer dimensjonell stabilitet, spesielt i akseretningen for slangen under påvirkning av et
10 indre trykk. Videre er det anslått at forekomsten av et eller flere par av lag som er snodd under en vinkel på 90° i forhold til slangeaksen, dvs. der foreligger et tilfelle av snodde tråder med de ulemper som er omtalt ovenfor.

15 De studier som er utført av søkerens selskap, viser at når en slange blir satt under indre trykk, vil der suksessivt opptre to stadier av aksialdeformasjon.

For det første vil der under en forholdsvis svak økning i
20 trykk, f.eks. opp til 5MPa, observeres en forholdsvis stor aksialdeformasjon som uunngåelig opptre utifra forekomsten av fremstillingsmellomrom mellom lagene av armeringstråder og utifra det forhold at det foreligger deformasjon av de fyllmaterialer som etter valg plasseres mellom armerings-
25 lagene.

Dersom der ikke blir foretatt spesielle konstruktive forholdsregler, vil der da opptre en etterfølgende deformasjonsfase som kan være betydelig når det indre trykk er
30 høyt, noe som er tilfelle ved praktiske anvendelser hvor driftstrykket kan nå verdier på flere titalls MPa.

Oppfinnelsen går ut på å fremskaffe en slange, som ved hjelp av spesielle konstruktive forholdsregler, fremviser bare en
35 svak eller ingen deformasjon under den annen fase av nevnte deformasjon.

Forholdsreglene som foreslås ifølge den foreliggende

oppfinnelse, gjør det mulig å fremskaffe slanger som når de settes under trykk, kan fremskaffe en avkortning under den annen deformasjonsfase, idet denne avkortning kan tilføyes en avkortning som allerede oppnås under den første deformasjonsfase og kompenserer totalt eller delvis for en forlengelse som ville opptre under den første deformasjonsfase.

Med andre ord gjør oppfinnelsen det mulig å oppnå slanger hvis dimensjonelle variasjoner, spesielt i aksialretningen, kan styres perfekt, for å fremskaffe en viss forlengelse under påtrykk av et høyt indre trykk, dersom en slik forlengelse er tillatt, idet man tar i betraktning bruksbetingelser, en dimensjonsstabilitet eller også en styrt avkortning.

Dette formål oppnår man i henhold til den foreliggende oppfinnelse ved en slange av den innledningsvis angitte art, som er kjennetegnet ved at alle tråder er lagt ved en av to armeringsvinkler, idet den ene er mindre enn 55° (α_a) mens den annen er større enn 55° (α_b), samtidig som trådene i det minste ett par av lag oppviser den samme armeringsvinkel α_a , slik at:

$$40^\circ \leq \alpha_a \leq 53^\circ$$

og trådene i minst ett par av lag oppviser den samme armeringsvinkel α_b , slik at:

$$57^\circ \leq \alpha_b \leq 70^\circ$$

idet lagene er innrettet til å tilfredsstille relasjonen:

$$0,5 < \frac{R\rho}{R\rho_0} < 2$$

med:

$$R\rho = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} \frac{(ka)_i}{(\ell'_a)_i}}{\sum_{j=1}^{n_b} \frac{(kb)_j}{(\ell'_b)_j}}$$

5 og:

$$R\rho_o = \frac{\frac{2 \sin^2 \alpha_b \cos^2 \alpha_b}{D_i} - \frac{\sin^4 \alpha_b}{D_{mb}}}{\frac{\sin^4 \alpha_a}{D_{ma}} - \frac{2 \sin^2 \alpha_a \cos^2 \alpha_a}{D_i}}$$

med:

- 10 n_a = antall av par av lag som er armert ved vinkel α_a ,
 n_b = antall av par av lag som er dekket ved vinkel α_b ,
 ka_i (og henholdsvis kb_j) = stivheten ved aksialfor-
 lengelse av trådene i hvert par av armeringslag i (og
 henholdsvis j) armert ved vinkel α_a (og henholdsvis α_b),
 15 idet k er definert ved $k=T/\epsilon$
 idet T er spenningen hos den tilsvarende tråd og ϵ er den
 relative forlengelse av tråden,
 $l'a_i$ (og henholdsvis $l'b_j$) = gjennomsnittlig verdi av
 den bredde som okkuperes av tråder, dvs. bredden av tråden
 20 målt i tverrsnitt av tråden og i planet tangensielt til den
 sylinder som fremskaffes ved armeringslaget forøket ved
 klaringen mellom to suksessive tråder, idet denne bredde er
 bestemt ved:

25 $l'_k = \frac{\pi D_k \times \cos \alpha_k}{N_k}$

idet

- D_k er den gjennomsnittlige diameter av laget av tråder,
 α_k er dekselvinkelen,
 30 N_k er antallet av dekseltråder,
 D_i er innerdiameteren av det første lag av indre
 armeringstråder,
 D_{ma} er gjennomsnittsdiameter av n_a par av lag armert ved
 vinkelen α_a ,
 35 D_{mb} er gjennomsnittsdiameteren av n_b par av lag armert
 ved vinkel α_b .

For fordelaktig utførelsesformer for slanger i henhold til

den foreliggende oppfinnelse, skal forholdet $\frac{R_p}{R_{p0}}$ fortrinnsvis tilfredsstillende relasjonen:

$$0,7 < \frac{R_p}{R_{p0}} < 1,7$$

5

og mer spesielt relasjonen:

$$1 < \frac{R_p}{R_{p0}} < 1,7$$

- 10 dersom det er ønsket i alle tilfeller å oppnå en forkortning av slangen under anvendelse av indre trykk.

Ved en spesiell utførelsesform for oppfinnelsen er der fremskaffet to par armeringstråder, idet verdien R_p da er
15 definert ved følgende relasjon:

$$R_p = \frac{k_a}{k_b} \times \frac{l'_b}{l'_a}$$

- 20 Dersom der benyttes flate armeringstråder som ligger inntil hverandre eller tilnærmet ligger inntil hverandre med rektangulære eller flate seksjoner av et eneste linjært elastisk materiale og med tykkelser på trådene for de to indre lag og for de to ytre like lag, respektive, vil slangen i henhold til den foreliggende oppfinnelse være
25 kjennetegnet ved følgende relasjon:

$$0,5 < \frac{R_e}{R_{p0}} < 2$$

med

30

$$\sum_{i=1}^i = n_a \quad e_{ai}$$

$$R_e = \frac{\sum_{j=1}^j = n_b \quad e_{bj}}{\sum_{j=1}^j = n_b \quad e_{bj}}$$

- 35 idet R_e utgjør forholdet mellom tykkelsen på armeringstrådene som er plassert henholdsvis under vinkler α_a og α_b , samtidig som e_{ai} og e_{bj} utgjør tykkelsene av de respektive lag plassert under vinkler α_a og α_b .

Fortrinnsvis vil forholdet $\frac{Re}{R_{p0}}$

tilfredsstille relasjonen:

5
$$0,7 < \frac{Re}{R_{p0}} < 1,7$$

og spesielt:

$$1 < \frac{Re}{R_{p0}} < 1,7$$

10

De lag av armeringstråder som oppviser den mindre deksel-
vinkel (α_a) blir fordelaktig plassert på innsiden i forhold
til lagene med armeringstråder som oppviser den større
vekselvinkel (α_b) for i alle tilfeller å oppnå en avkortning
15 under den første deformasjonsfase.

Som armeringstråder i henhold til oppfinnelsen, er det mulig
å bruke tråder av stål eller sammensatte materialer, f.eks.
omfattende mineralfibre, f.eks. glass eller karbon, eller
20 organiske fibre, f.eks. aramidfibre som er innlemmet i en
matrise av termoplastisk harpiks, f.eks. polyamidharpiks,
eller termoherdene plast, f.eks. en epoksyharpiks.

I henhold til oppfinnelsen kan armeringstrådene bestå av
25 enkelttråder eller kabler som er tildannet av ståltråder.

Armeringstrådene kan også bestå av parallelle fibre av
plastmateriale, f.eks. polyester omgitt av en kappe eller et
deksel.

30

Plast- eller elastomerdeksler eller -kapper kan plasseres
mellom parene av trådlag eller lagene av et par.

Det er mulig i henhold til oppfinnelsen å fremskaffe
35 konstruksjoner både av den glatte boringstype og den ru
boringstype.

KORT OMTALE AV TEGNINGSFIGUREN

På den vedføyde tegningsfigur er skjematisk anskueliggjort en slange i henhold til oppfinnelsen.

5 DETALJERT OMTALE AV UTFØRELSESFORM

På figuren er der vist et ytre beskyttende deksel eller kappe 1 av plastisk eller elastomer materiale, et par lag av armeringstråder 2, 3 som er montert under en vinkel αb , et par av lag av armeringstråder 4, 5 som er montert under en vinkel αa , samt et indre lekasjetett deksel 6 av plastisk eller elastomer materiale. På det viste eksempel av en konstruksjon av typen ru boring, er der ytterligere anordnet en indre armering 7, f.eks. av fastgjort strimmel, som sikrer motstand mot knusing og ytre trykk.

15

Der vil nå bli omtalt utførelsesformer for slanger i henhold til oppfinnelsen.

Der ble undersøkt fem slanger med egenskaper som er angitt i følgende tabell:

		: Eksempel 1	: Eksempel 2	: Eksempel 3	: Eksempel 4	: Eksempel 5	:
	: αa	: 40°	: 40°	: 43°	: 43°	: 50°	:
	: αb	: 60°	: 60°	: 65°	: 65°	: 70°	:
25	: Di	: 230,2 mm	: 230,2 mm	: 174,4 mm	: 119,6 mm	: 230,2 mm	:
	: Dma	: 234,2 mm	: 234,2 mm	: 180,4 mm	: 125,6 mm	: 238,2 mm	:
	: Dmb	: 244,2 mm	: 244,2 mm	: 190,4 mm	: 136,60 mm	: 250,2 mm	:
	: eal	: 0,88 mm	: 2 mm	: 3 mm	: 3 mm	: 2 mm	:
	: ea2	:	:	:	:	: 2 mm	:
30	: eb	: 3 mm	: 2,15 mm	: 2 mm	: 2 mm	: 1,04 mm	:
	: Re	: 0,293	: 0,93	: 1,5	: 1,5	: 3,846	:
	: R ρ_o	: 0,490	: 0,490	: 1,125	: 1,02	: 3,358	:
	: Re/R ρ_o	: 0,6	: 1,9	: 1,33	: 1,47	: 1,15	:

De første fire slanger oppviser en konstruksjon med ru boring, svarende til den som er anskueliggjort på tegningsfiguren.

Eksemplet i henhold til kolonne 5 beskriver også en

konstruksjon med ru boring, som på det indre lekasjetette deksel omfatter to par av lag av armeringstråder som er montert under den samme vinkel oa.

- 5 Ved eksemplene 1, 2 og 5 er der tilføyet mellomliggende deksler mellom par av lag av armeringstråder.

Armeringstrådene utgjøres av høymotstandsdyktige ståltråder (elastisk grense av størrelsesorden 140 daN/mm^2) som er
10 flate og hovedsakelig anordnet butt i butt.

Etter at der er påtrykket indre trykk og etter den første deformasjonsfase som hovedsakelig utgjøres av å ta opp spillerommene ved fremskaffelsen, ble der for hver av
15 slangene som ble undersøkt, oppnådd følgende relative lengdevariasjoner ved et indre trykk på 40 MPa.

Slange 1: $+ 3,8 \times 10^{-3}$
Slange 2: $- 3,7 \times 10^{-3}$
20 Slange 3: $- 1,2 \times 10^{-3}$
Slange 4: $- 1,8 \times 10^{13}$
Slange 5: $- 1,3 \times 10^{-3}$

Selv om oppfinnelsen er blitt beskrevet i forbindelse med
25 spesielle utførelsesformer, er det åpenbart innlysende at denne ikke på noen måte er begrenset, og at det er fullt mulig å utføre en flerhet av variasjoner og modifikasjoner av oppfinnelsen uten derved å fravike oppfinnelsens omfang og ånd.

P a t e n t k r a v

1. Slange eller fleksibelt rør med et indre lekkasjetett deksel (6), en armering (2, 3, 4, 5) som omfatter i det minste to par av lag av skrueformet snodde tråder, idet de to lag av det samme par er tildannet av like tråder som er lagt ved samme armeringsvinkel men i motsatt retning, samt et ytre beskyttelsesdeksel (1),

k a r a k t e r i s e r t v e d at alle tråder er lagt ved en av to armeringsvinkler, idet den ene er mindre enn 55° (α_a) mens den annen er større enn 55° (α_b), samtidig som trådene i det minste ett par av lag oppviser den samme armeringsvinkel α_a , slik at:

$$40^\circ \leq \alpha_a \leq 53^\circ$$

og trådene i minst ett par av lag oppviser den samme armeringsvinkel α_b , slik at:

$$57^\circ \leq \alpha_b \leq 70^\circ$$

idet lagene er innrettet til å tilfredsstille relasjonen:

$$0,5 < \frac{R\rho}{R\rho_0} < 2$$

med:

$$R\rho = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} \frac{(ka)i}{(\ell'a)i}}{\sum_{j=1}^{n_b} \frac{(kb)j}{(\ell'b)j}}$$

og:

$$R\rho_0 = \frac{\frac{2 \sin^2 \alpha_b \cos^2 \alpha_b}{D_i} - \frac{\sin^4 \alpha_b}{D_{mb}}}{\frac{\sin^4 \alpha_a}{D_{ma}} - \frac{2 \sin^2 \alpha_a \cos^2 \alpha_a}{D_i}}$$

med:

n_a = antall av par av lag som er armert ved vinkel α_a ,

n_b = antall av par av lag som er dekket ved vinkel α_b ,
 ka_i (og henholdsvis kb_j) = stivheten ved aksialfor-
 lengelse av trådene i hvert par av armeringslag i (og
 henholdsvis j) armert ved vinkel α_a (og henholdsvis α_b),

5 idet k er definert ved $k=T/\epsilon$

idet T er spenningen hos den tilsvarende tråd og ϵ er den
 relative forlengelse av tråden,

10 $l'a_i$ (og henholdsvis $l'b_j$) = gjennomsnittlig verdi av
 den bredde som okkuperes av tråder, dvs. bredden av tråden
 målt i tverrsnitt av tråden og i planet tangensielt til den
 sylinder som fremskaffes ved armeringslaget forøket ved
 klaringen mellom to suksessive tråder, idet denne bredde er
 bestemt ved:

$$15 \quad \ell'_k = \frac{\pi D_k \times \cos \alpha_k}{N_k}$$

idet

D_k er den gjennomsnittlige diameter av laget av tråder,
 α_k er dekselvinkelen,

20 N_k er antallet av dekseltråder,

D_i er innerdiameteren av det første lag av indre
 armeringstråder,

D_{ma} er gjennomsnittsdiameter av n_a par av lag armert ved
 vinkelen α_a ,

25 D_{mb} er gjennomsnittsdiameteren av n_b par av lag armert
 ved vinkel α_b .

2. Slange som angitt i krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d følgende relasjon:

$$30 \quad 0,7 < \frac{R_p}{R_{p0}} < 1,7$$

3. Slange som angitt i krav 1 eller 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d følgende relasjon:

$$35 \quad 1 < \frac{R_p}{R_{p0}} < 1,7$$

4. Slange, spesielt i henhold til krav 1, omfattende

flate armeringstråder som ligger butt i butt eller tilnærmet butt i butt og har rektangulære eller flate seksjoner av et eneste lineært elastisk materiale, karakterisert ved følgende relasjon:

$$0,5 < \frac{Re}{R_{\rho 0}} < 2$$

med:

$$Re = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} e_{ai}}{\sum_{j=1}^{n_b} e_{bj}}$$

idet Re utgjør forholdet mellom tykkelsene av de armeringsstråder som er lagt henholdsvis ved vinkler α_a og α_b , og e_{ai} og e_{bj} utgjør tykkelsene av de respektive lag som er plassert under vinkler α_a og α_b .

5. Slange som angitt i krav 4, hvor forholdet $\frac{Re}{R_{\rho 0}}$ tilfredsstiller relasjonen:

$$0,7 < \frac{Re}{R_{\rho 0}} < 1,7$$

6. Slange som angitt i krav 4 eller 5, karakterisert ved at forholdet $\frac{Re}{R_{\rho 0}}$ tilfredsstiller relasjonen:

$$1 < \frac{Re}{R_{\rho 0}} < 1,7$$

7. Slange som angitt i et av de foregående krav, karakterisert ved at den omfatter to par av armeringstråder.

8. Slange som angitt i et av de foregående krav, karakterisert ved at lagene med armeringsstråder som oppviser den mindre armeringsvinkel α_a er plassert på innsiden i forhold til de lag av armeringstråder som oppviser den større armeringsvinkel α_b .

9. Slange som angitt i et av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytterligere om-
fatter under den lekkasjetette armering, en knusnings- og
yttertrykkbestandig armering (7) bestående av en skrueformet
vikling med en svak stigning med en eller flere innbyrdes
5 låsbare profiler.

172006

