



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **319038**

(13) **B1**

(51) Int Cl⁷

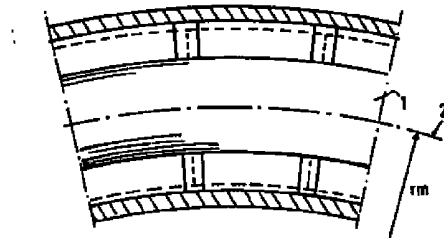
F 16 L 59/153 , B 29 C 47/02

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19995586	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1999.11.15	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1999.11.15	(30)	Prioritet	1998.11.16, FR, 9814383
(41)	Alm.tilgj	2000.05.18			
(45)	Meddelt	2005.06.06			
(73)	Innehaver	Institut Francais du Petrole , 1 & 4, avenue de Bois-Préau, 92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR			
(72)	Oppfinner	Jacques Jarrin, Nanterre, FR Bernard Dewimille, Corbeil, FR Fabrice Dal Maso, Rueil-Malmaison, FR			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS , Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Rør som er varmeisolert med et elastomermateriale og fremgangsmåte for fremstilling			
(56)	Anførte publikasjoner	WO 94/29634 A1			
(57)	Sammendrag				

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte beregnet for varmeisolasjon av et rør (1), omfattende de følgende suksessive trinn: - på ytterflaten til røret som beveges i lengderetningen avsettes en tykkelse (3) av et isolasjonsmateriale som er laget av elastomer med en oppførsel av elastisk type, hovedsakelig uten irreversibel plastisk deformasjon, - en rundtløpende slisse (4) utformes i materialets tykkelse, hovedsakelig vinkelrett på rørets akse (2), - isolasjonsmaterialets tykkelse belegges med en forseglet kappe. Ifølge en variant maskineres slissen i isolasjonens tykkelse. Oppfinnelsen angår også et varmeisolert rør.



Foreliggende oppfinnelse angår et varmeisolert, bøyelig eller fleksibelt rør som f.eks. brukes for transport av effluenter som produseres fra oljebrønner, eller for skips- eller landetransport av væske som krever varmeisolasjon.

Problemet med varmeisolasjon av undervanns petroleumproduksjonsrør oppstår særlig for reservoarer hvis effluenter, som utsettes for hurtig avkjøling på grunn av sjøbunn-temperaturen og tykkelsen av vanddybden, gjennomgår fysiokjemiske fenomener som forstyrrer deres strømming i røret. Spesielt kan hydratdannelse, parafin, asfalten-avsetning eller olje-gelatinering forekomme.

Termen fleksible rør betegner her rør som består av polymerlag og metall-arming, samt viklede, deretter oppviklede metallrør. Problemet med varmeisolasjon er det samme for begge typer rør: isolasjonsmaterialets tykkelse må ikke avstive røret slik at det kan brukes på samme måte som et rør uten isolasjon. Med andre ord må rørets "bøyelighet" eller "stivhet" være hovedsakelig den samme, med eller uten isolasjon.

WO 94/29634 A1 viser et varmeisolert, fleksibelt rør og fremgangsmåte for varmeisolering av rør som omfatter å avsette et isolasjonsmateriale på ytterflaten på røret, utforme minst en rundtløpende slisse i tykkelsen av isolasjonsmaterialet og belegge den isolerte materialtykkelse med en forseglet kappe.

EP 4,006,689 beskriver et bøyelig rør som er varmeisolert ved hjelp av skrueviklede strimler av ekspandert plast. Disse forholdsvis tynne strimler vikles ved elastisk deformasjon rundt kjernen til det bøyelige rør. Det isolasjonsmateriale som velges bør derfor tillate bruk av denne vikleoperasjon, som dessuten er temmelig omfattende ettersom flere lag er påkrevet, og samtidig ha en tilstrekkelig egenskap med hensyn til varmeisolasjon og mekanisk styrke under vanskelige hydrostatiske trykkforhold. Denne løsning er imidlertid ikke egnet ved et høyt utvendig trykk, fordi de viklede strimler ikke motstår høye trykkspenninger.

Stive plast- eller elastomermaterialer er velegnet for isolasjon og mekanisk styrke, men de utgjør et bøyelighetsproblem ved store tykkelser. Materialer av elastomertypen gjennomgår ingen plastisk deformasjon, de avstiver imidlertid røret for sterkt når deres tykkelse er stor, dvs. i størrelsesorden flere centimeter.

I følge foreliggende oppfinnelse løses det ovennevnte problem ved et varmeisolert bøyelig rør, som angitt i det etterfølgende krav 10, samt en fremgangsmåte beregnet for varmeisolering av et bøyelig rør, som angitt i det

etterfølgende krav 1. Fordelaktige utføringsformer av oppfinnelsen fremgår av de øvrige etterfølgende krav.

Andre trekk og fordeler med foreliggende oppfinnelse vil fremgå av følgende beskrivelse av ikke-begrensede eksempler, vist på de medfølgende
5 tegninger:

Fig. 1a og 1b viser oppfinnelsens prinsipp,

Fig. 2a til 2e viser forskjellige varianter av fremgangsmåten for fremstilling av røret ifølge oppfinnelsen, og

Fig. 3 viser en annen variant av oppfinnelsen.

10 Fig. 1a og 1b viser, i lengdesnitt, et bøyelig rør 1 med tillatelig vikleradius r_m og lengdeakse 2. Diameteren til det isolerte rør er D . Ytterfiberens forlengelsesforhold kan beregnes som følger:

$A = D/2r_m$ (%), idet det antas at den med hensyn til bøyelighet nøytrale fiber befinner seg på rørets lengdeakse 2.

15 I henhold til delingen p mellom to påfølgende slisser 4 som er utformet eller utskåret i laget 3 av isolasjonsmateriale, kan bredden av slissene e og delingen p estimeres ved å ta hensyn til en forlengelsesforholdsverdi som generelt er tillatt for høytrykksrør, generelt mellom 5 og 8%.

For en 7% forlengelse og en slissebredde $e = 3$ mm, bør f.eks. delingen
20 mellom slissene være omtrent $(3/7) \times 100 = 43$ mm.

I dette tilfelle innebærer dette at rundtløpende slisser 4 bør ha en innbyrdes avstand på ca. 50 mm eller, dersom hulrommet består av en skruelinjeslisse, bør spiralstigningen være ca. 50 mm. Fig. 1b viser skjematisk slissenes rolle for gjenoppretting av rørets bøyelighet til tross for isolasjonsmaterialets stivhet i det
25 tilfelle der det utvendige trykk som påføres den forseglede kappe 10 ikke fører til trykk-deformering av isolasjonsmaterialet.

Oppfinnelsen anvender her et elastomer-isolasjonsmateriale hvis elastisitetsmodul er meget mindre enn elastisitetsmodulen til et plastmateriale, f.eks. under 100 mPa, og ofte i størrelsesorden noen mPa. Det valgte materialet
30 har en meget elastisk oppførsel overfor utstrakt deformasjon (gummi-elastisitet).

Ved håndtering av røret under lavt hydrostatisk trykk (ved overflaten eller på grunt vann), blir isolasjonsmaterialet ikke deformert eller ikke meget, og slissene vil virke til at det opprettholdes en god rør-bøyelighet.

Når trykket øker, blir materialet under utvendig trykkbelastning som overføres av den forseglede kappen 10 deformert og slissene blir gradvis fylt. Rørets bøyelighet vil da avta, ettersom det ikke lenger er noen slissevirkning, men da elastomerens elastisitetsmodul er liten, vil den totale stivhet forbli mindre enn i det

5 isolasjonstilfellet hvor materialet har en høyere modus.

Under dypt vann (høyt trykk), hvor slissene fylles, blir laget av elastomer-materiale nesten inkompresibelt (idet den hydrostatiske kompresjonsmodul er i størrelsesorden 1000 til 2000 mPa). Tykkelsen av dette isolasjonslag blir således ikke lenger endret. Hvis ytterkappen brister, kan isolasjonen dessuten ikke

10 modifieres av vannet. Fylling av slissene har også den fordel at det eliminerer et eventuelt problem med kryping av ytterkappen i slissene under påvirkning av det ytre hydrostatiske trykk. Dette problem kan opptre med stive isolasjonsmaterialer som er atskilt av slisser som ikke er fylt.

Størrelsesordenen til isolasjonsmaterialets trykk-deformasjon kan estimeres

15 ved hjelp av fig. 1a.

Isolasjonens ytterdiameter avtar fra D til $D-\Delta D$ og bredden mellom slissene øker fra L til $L+\Delta L$. Rørets diameter d antas ikke å variere.

Volumet V er $V = \pi/4(D^2-d^2)L$.

Materialet antas å være inkompressibelt, følgelig $\Delta V = 0$.

20 Vi har følgelig hatt $\Delta D/D = -(\Delta L/L) \times (D^2-d^2)/2D^2$.

Tallseksempler:

bredde: $d=30$ cm, $D=40$ cm og $\Delta L/L=0,05$, gir $\Delta D/D \approx 0,01$;

bredde: $d=30$ cm, $D=44$ cm og $\Delta L/L=0,05$, gir $\Delta D/D \approx 0,0134$.

Ytterkappen skulle derfor motstå en diameter-minskning på ca. 1%, dvs. en

25 sammentrykking på noen prosent, hvilket er tillatelig for rørene i foreliggende oppfinnelse.

Fig. 1a og 1b viser, med brutte linjer, den teoretiske form (dimensjonene er overdrevet for klarhetens skyld) som den elastiske isolering antar under sammentrykking i rørets hovedsakelig rettlinjede posisjon og i en bøyd posisjon.

30 Elastomerenes elastiske oppførsel er reversibel, dvs. når et rør som er slik isolert løftes fra sjøbunnen, vil slissene bli åpnet som følge av trykkavlastningen av materialet (denne reverserbarhet er mer eller mindre partial avhengig av hvilken

Fig. 2b viser en variant med to ekstrudere og en enkelt dyse. I betraktning av den store tykkelse som generelt er ønskelig for isolasjonen, kan en andre ekstruder være nødvendig for å mate dysen.

Fig. 2c viser en annen variant der ekstrudering av isolasjonsmaterialer utføres i flere trinn for å få flere suksessive lag som gjør det mulig å oppnå en 5 forholdsvis stor endelig tykkelse. Det første lag 3a kan skjæres ved hjelp av et første maskineringsystem 8a. De suksessive lag kan også ha sitt eget maskineringsystem (8b for lag 3b). Ifølge denne variant blir et lag av bånd fortrinnsvis plassert på laget 3a for å hindre at ekstruderingen som utføres av 10 dysen 5b fyller slissene som er maskinert i laget 3a. Ved bruk av to separate ekstrudere muliggjør avsetning av lag av forskjellige materialer.

Fig. 2d viser en fremstillingsvariant med de samme fordeler som variant 2c, men fremstillingsanordningen omfatter et enkelt slisse-maskineringsystem.

Fig. 2e viser en meget spesiell bruk av fremstillingsmetoden der det ikke er 15 noen koaksial dyse slik som før, men radiale ekstruderingsåpninger 9a, 9b hvis funksjon er å avsette isolasjonsmaterialet i form av skruviklede strimler på det bøyelige rør.

I dette tilfellet blir selvsagt enten røret 1 drevet i rotasjon rundt sin lengdeakse, eller ekstruderingsystemet roterer rundt røret. Sistnevnte løsning er 20 vanskelig å realisere, såfremt ikke anordningen som omfatter ekstruderingsåpningene roterer rundt røret, idet selve ekstruderen forblir stasjonær og forsyner den roterende dyse ved hjelp av et rotasjonsledd. Med en roterende dyse som avsetter en strimmel sideveis, kan skruelinjeslissene utformes direkte ved hjelp av en spesiell forme-anordning som etterlater et rom tilsvarende den ønskede 25 slissebredde.

Det vil være klart at alle de materialer som kan ekstruderes og hurtig avkjøles for maskinering ifølge foreliggende metode, er egnet. Termoplast-elastomermaterialer brukes fortrinnsvis her. Det bøyelige rør omfatter en ekstrudert, forseglest ytterkappe 10 (fig. 1a).

Fig. 3 er et snitt av vikleprinsippet ifølge hvilket en strimmel av elastomer- 30 materialet, som ovenfor definert, vikles rundt røret 1 som skal isoleres. Materialets elastisitetmodul er slik at det faktisk kan vikles i form av en strimmel såfremt dets tykkelse tillater dette. I dette tilfelle vil det være klart at slissene oppnås ved

skruelinjeformet avsetning med en spalte tilsvarende den ønskede spaltebredde. Dersom større isolasjonstykkelse er ønsket, kan flere strimler vikles på toppen av hverandre, som vist i figuren, med eller uten klebing.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte beregnet for varmeisolering av et bøyelig rør, karakterisert ved de følgende suksessive trinn:
 - 5 - på ytterflaten til røret (1) som beveges i lengderetningen, avsettes en tykkelse (3) av et isolasjonsmateriale laget av elastomer med en elastisk oppførsel,
 - i isolasjonsmaterialtykkelsen utformes minst én rundtløpende slisse (4) i forhold til røraksen (2), for å opprettholde bøyeligheten til røret (1) etter at det er
10 belagt med isolasjonsmaterialet,
 - isolasjonsmaterialtykkelsen (3) belegges med en forseglet kappe (10).
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at den rundtløpende slisse (4) utføres ved maskinering.
15
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, karakterisert ved at slissen (4) er skruelinjeformet, med en bestemt bredde og stigning avhengig av det bøyelige rørets tillatelige bøyeradius.
- 20 4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, karakterisert ved at den rundtløpende slisse (4) dannes ved å vikle strimler med en innbyrdes avstand som svarer til slissens (4) bredde.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, karakterisert ved at den
25 rundtløpende slisse (4) består av en rekke sirkulære slisser med en bestemt bredde og deling i henhold til det bøyelige rørets (1) tillatelige bøyeradius.
6. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, karakterisert ved et ekstruderingshode (5) som er konsentrisk med røret (1).
30
7. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 til 5, karakterisert ved at et ekstruderingshode (9a, 9b) anordnes ved siden av røret (1) og roterer i forhold til røret (1) for derved å avsette materialet i form av en skruelinjeformet strimmel.

8. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, karakterisert ved at avsetningen utføres i flere suksessive lag for derved å oppnå store isolasjonsmaterial-tykkelser.
- 5 9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, karakterisert ved at hvert lag omfatter nevnte maskinerte slisser (4).
10. Varmeisolert, bøyelig rør, karakterisert ved at det på utsiden omfatter minst et lag (3) av et elastomer-isolasjonsmateriale med en elastisk oppførsel, at isolasjonsmateriallaget (3), for gjenoppretting av det isolerte rørets fleksibilitet etter at det er belagt med isolasjonsmateriellaget (3), omfatter en
- 10 rundtløpende slisse (4) på isolasjonsmateriallaget (3), og at isolasjonsmateriallaget (3) er belagt med en utvendig, forseglet kappe (10).
- 15 11. Rør ifølge krav 10, karakterisert ved at slissenes (4) bredde og deling beregnes i henhold til rørets tillatelige bøyeradius.
12. Rør ifølge krav 10 eller 11, karakterisert ved at isolasjonsmateriallaget (3) er av et elastisk materiale som fyller slissen (4) når
- 20 røret utsettes for det hydrostatiske trykk.

1/3

FIG.1A

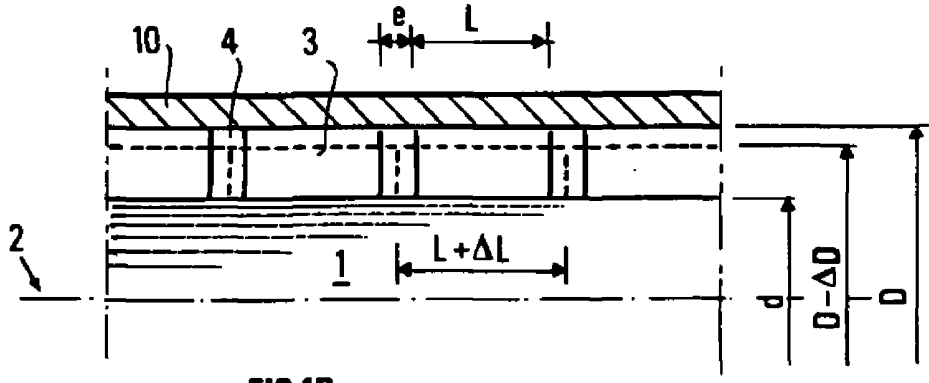


FIG.1B

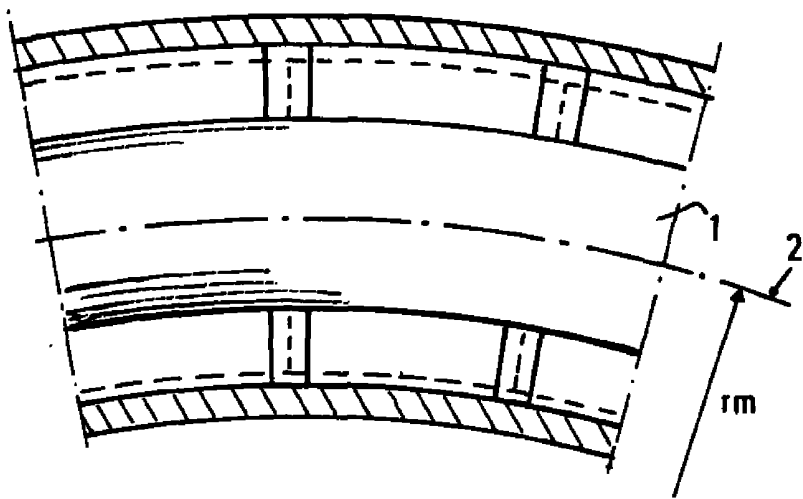


FIG.3

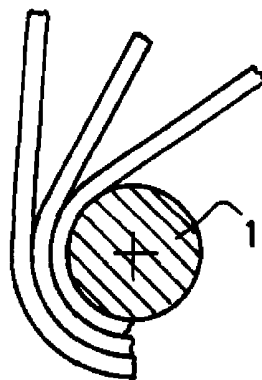


FIG.2A

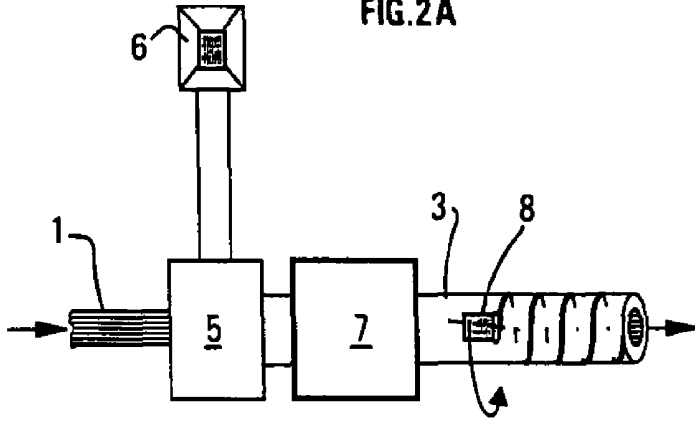


FIG.2B

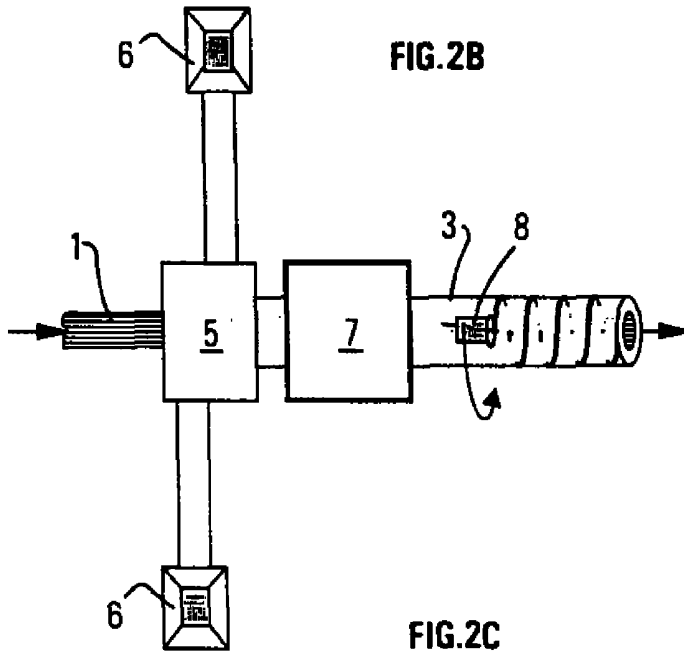


FIG.2C

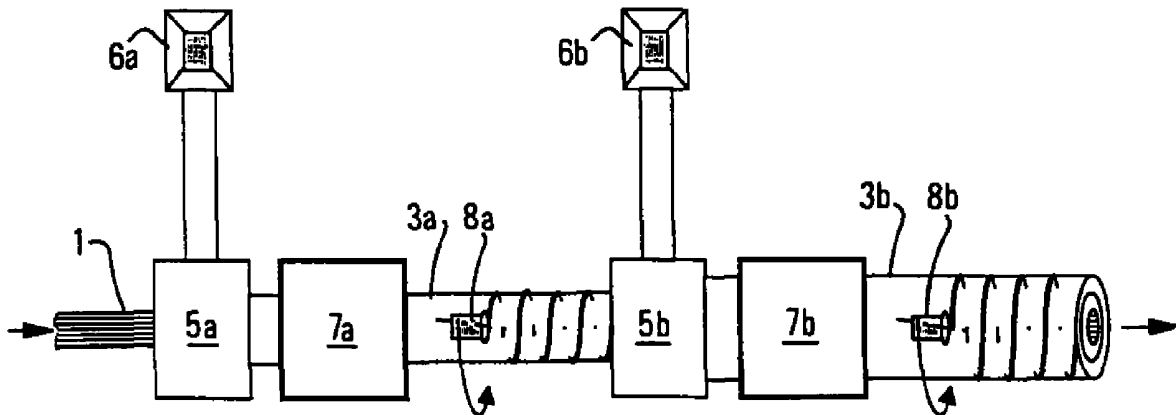


FIG.2D

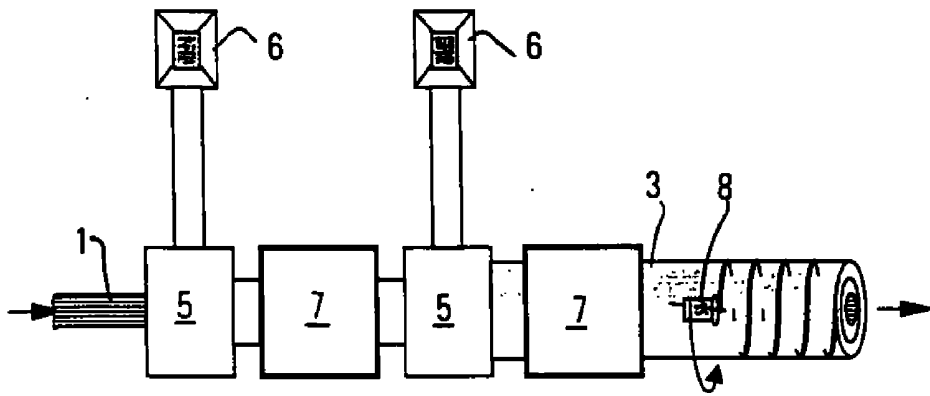


FIG.2E

