



NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. **139532**

(51) Int. Cl.² **F 17 D 1/16**

(21) Patentsøknad nr. **752481**

(22) Inngitt **10.07.75**

(23) Løpedag **10.07.75**

(41) Alment tilgjengelig fra **27.01.76**

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt **18.12.78**

(30) Prioritet begjært **26.07.74, USA, nr. 492092**

(54) Oppfinnelsens benevnelse **Fremgangsmåte for å nedsette friksjonstap i vandige væsker som strømmer gjennom en ledning.**

(71)(73) Søker/Patenthaver **CALGON CORPORATION,
Route 60-Campbell's Run Road,
Robinson Township, Allegheny County, PA,
USA.**

(72) Oppfinner **FRED DAVID MARTIN, McMurray, PA,
JERRY EMILE BOOTHE, Pittsburgh, PA,
USA.**

(74) Fullmektig **Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.**

(56) Anførte publikasjoner **Ingen.**

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for å nedsette friksjonstap i vandige væsker som strømmer gjennom en ledning, særlig ved den vandige hydrauliske oppbrytning av underjordiske formasjoner.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for å nedsette energitap under strømmingen av vandige væsker gjennom rør hvilket ved vanlig bruk i oljeterminologien er blitt betegnet som "friksjonsnedsettelse". Mere spesielt er foreliggende oppfinnelse rettet på en fremgangsmåte for friksjonsnedsettelse i den vandige hydrauliske oppbrytning av underjordiske formasjoner. Den vandige oppbrytningsvæske kan være saltlake, ferskvann eller syre. Oppfinnelsen vil også være nyttig ved brannbekjempelse, hydrauliske reguleringsystemer, og en hvilken som helst annen anvendelse hvor energitap av vandige væsker som strømmer gjennom en ledning, bør unngås.

Det er velkjent at ved bevegelsen av vandige væsker gjennom ledninger frembringes friksjon og derved tapes energi. Dette energitap viser seg ved trykkfallet som følger av å føre væsken over en viss avstand, og er direkte proporsjonalt med hastigheten av væsken. I henhold til de velkjente væskedynamiske lover, vil, så lenge som det kritiske Reynolds-tall for et flytende medium som strømmer gjennom en ledning ikke overstiges, væsken beveges i lag som er parallelle med ledningen. Under disse betingelser for laminær strømning er energitapet minimalt. Når imidlertid hastigheten øker sterkt, overskrides det kritiske Reynolds-tall og turbulens inntreer. Denne turbulens representerer forandringene fra laminær til ikke-laminær strømning. Dessuten økes turbulensen ved eventuelle uregelmessigheter i ledningen eller ved oppbrytning av en underjordisk formasjon ved inntrengning i formasjonen. En økning i turbulens bevirker en økning i mengden av energi som tapes ved friksjon.

I faget å produsere olje eller gass fra en underjordisk formasjon er det vel kjent at produksjonen kan økes sterkt ved hydraulisk oppbrytning av formasjonen. I en hydraulisk oppbrytningsoperasjon tvinges en oppbrytningsvæske ned gjennom et brønnborehull under høye trykk for å bryte opp fjellformasjonen som omgir brønnhullet. Trykket oppheves så og tillater oljen eller gassen å sive gjennom sprekke i borehullet hvor det så pumpes til jordoverflaten.

Ved den hydrauliske oppbrytningsoperasjon kreves en stor hastighet og ekstremt høye trykkfall oppstår, hvilket fører til store energitap. Ved hydraulisk oppbrytning er det nødvendig å injisere tilstrekkelige mengder av oppbrytningsvæske til å bygge opp det nødvendige trykk i brønnen for å bevirke sprekker eller brudd i den underjordiske formasjon. Trykk så høye som 210 - 700 kg/cm² målt ved overflaten er ofte nødvendige. På grunn av de store mengder av væske som trenges, de høye hastigheter som er nødvendige og de alminnelige uregelmessigheter ved formasjonen, er det vanskelig å oppnå tilfredsstillende resultater i mange oppbrytningsoperasjoner på grunn av energitapet. En metode for å nedsette dette friksjons- eller energitap er meget ønskelig.

Det er derfor hovedmålet ved foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en fremgangsmåte som reduserer friksjonstapet i strømmende vandige væsker, særlig som anvendt ved hydraulisk oppbrytning av underjordiske formasjoner.

Vanligvis anvendes ferskvann eller vandige saltlaker som oppbrytningsmedium i oljefeltoperasjoner. Saltlakene inneholder vanligvis fra noen få deler pr. million til høye prosent av oppløste salter. Oljefeltsaltlaker inneholder noen ganger totalt oppløste faststoffer opp til ca. 10 % eller høyere. Særlig er vanlige saltlaker som er vanskelige å anvende med polymertilsetninger, de som har oppløst i seg jordalkalimetallsaltkonsentrasjoner på over 1.000 ppm. De fleste oljefeltsaltlaker inneholder minst flere hundrede ppm calcium i tillegg til 2 % eller mere natriumklorid og kaliumklorid.

Dessuten er det også vel kjent i faget ved produksjon av olje eller gass fra en underjordisk formasjon at væskeproduksjon kan av og til stimuleres ved å injisere sure oppløsninger i formasjonen gjennom brønnborehullet. Dette gjelder særlig når reservo-

aret inneholder store mengder av carbonatfjell som kalksten, dolomitt og lignende. Syren reagerer med carbonatinnholdet i fjellet, og danner derved kanaler i fjellet mellom reservoaret og brønnhullet. Dette øker den effektive drenering av området ved brønnhullet og stimulerer produksjonen.

Den mest vanlig anvendte syre for dette formål er saltsyre. Andre syrer som flussyre, salpetersyre, maursyre, eddiksyre og sulfonsyre har imidlertid også vært meget vellykket til å øke produksjonen i kalkholdige formasjoner. Blandinger av to eller flere forskjellige syrer har også vært anvendt, særlig blandinger inneholdende flussyre. Syrene anvendes vanligvis som 1 - 35 vekt%ige oppløsninger i vann. På grunn av mangelen på ferskvann og av økonomiske grunner er det imidlertid ofte nødvendig å anvende oljefeltsaltlaker som det vandige medium istedenfor vann. I disse tilfelle vil det vandige medium være en sur saltlake. Syring og hydraulisk oppbrytning kombineres i alminnelighet i en behandling ved å anvende en sur væske under hydraulisk oppbrytningstrykk. Denne kombinerte behandling av brønnen kalles syreoppbrytning, og stimulerer produksjonen ved å oppnå fordelene ved både de kjemisk dannede kanaler og de trykkbevirkede sprekker. Ved syreoppbrytning kan den vandige væske være en syreoppløsning eller en sur saltlake som beskrevet ovenfor.

Det er blitt vanlig praksis i oljefaget å tilsette friksjonsreducerende polymerer til oppbrytningsvæskene for å nedsette turbulens og senere energitap etter som oppbrytningsvæsken tvinges fra overflaten inn i den underjordiske formasjon. Se f.eks. US patenter 3.023.760 som angår anvendelse av natriumpolystyren-sulfonat som friksjonsnedsetter, og US patenter 3.102.548, 3.254.719 og 3.370.650 som angår anvendelsen av polyacrylamider som friksjonsnedsettere. Dessuten angår US patenter 3.451.480 og 3.537.525 anvendelsen av polymerer inneholdende diacetonacrylamid som friksjonsnedsettere. Endelig angår US patent 3.562.226 anvendelsen av polymerer inneholdende dialkyl-diallyl-kvartære ammoniumgrupper som friksjonsnedsettere.

Skjønt de fleste av de ovennevnte friksjonsnedsettere er effektive og har til en viss grad slått an, lider mange av dem under en eller flere ulemper. Eksempelvis har noen av polymerene en tilbøyelighet til å felles i nærvær av de høyt konsentrerte oppløste uorganiske salter. Noen av polymerene er relativt ustabile ved de forhøyede temperaturer som forekommer i de fleste

underjordiske formasjoner. Dessuten nedsettes viskositetene av mange av polymerene sterkt i nærvær av saltlake eller syre. Det har vært kjent i flere år at delvis hydrolysert polyacrylamid, når det oppløses i rent vann, danner en meget mere viskøs oppløsning enn de uhydrolyserte polyacrylamider. Det meste av denne viskositetsøkning går imidlertid tapt i vann som inneholder høye konsentrasjoner av oppløste uorganiske salter og/eller syrer. Dette viskositetstap påvirker polymerens friksjonsreducerende egenskaper alvorlig. Dessuten er mange av disse tidligere anvendte polymerer ikke skjærstabile, særlig i nærvær av oppløste uorganiske salter og/eller syrer. På grunn av de ekstremt høye hastigheter er det viktig at polymerene er skjærstabile. Til slutt er mange av polymerene ikke så effektive som ønskes, og nye og forbedrede friksjonsreducerende tilsetninger er alltid ønskelige. Dessuten er ingen av de tidligere kjente forbindelser virksomme i alle de forskjellige vandige oppbrytningssystemer.

Det er derfor et mål ved oppfinnelsen å fremskaffe en forbedret fremgangsmåte for å nedsette friksjonstap i vandige væsker som strømmer gjennom en ledning, og fremgangsmåten kjennetegnes ved at der i den vandige væske opprettholdes en effektiv mengde på minst 10 ppm av en høymolekylær polymer av dimethylaminomethylacrylamid med molekylvekt på minst 100.000.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er effektiv i ferskvann, saltlake og sure oppbrytningsvæsker. Dessuten er de anvendte polymerer temperaturstabile og skjærstabile. Endelig er de meget virksomme ved lave konsentrasjoner. Denne kombinasjon av egenskaper fyller et lenge følt behov i faget. Polymerene som anvendes ifølge oppfinnelsen, er høymolekylære, vannoppløselige polymerer av dimethylaminomethylacrylamid, og de kan fremstilles på en hvilken som helst bekvem måte, som f.eks. som angitt i US patent 2.328.901 eller 3.539.535.

Polymerene som er nyttige ved foreliggende oppfinnelse, bør ha høye molekylvekter på minst 100.000, og helst minst 1.000.000, og bør ha en oppløselighet i vann på minst 0,25%.

De her omtalte polymerer bør anvendes i en oppbrytningsvæske i konsentrasjoner på minst 10 ppm og opptil 1.000 ppm, beregnet på vekten av oppbrytningsvæsken. For andre ledninger og under andre trykk og strømningsbetingelser, kan konsentrasjoner fra

139532

1 ppm til 2.500 ppm være økonomisk. Dessuten kan oppbrytningsvæsken inneholde andre tilsetninger som er vanlig anvendt i oppbrytningsprosessen som kjent for fagfolk. Eksempler på noen av disse valgfrie tilsetninger er korrosjonsinhibitorer, oppstøttningsmidler og væsketapstilsetninger. En ytterligere fordel ved polymerene ifølge oppfinnelsen er deres forlikelighet med konvensjonelle kationiske korrosjonsinhibitorer.

For å demonstrere effektiviteten av foreliggende oppfinnelse ble der anvendt en laboratorie-"friksjonsløkke" hvori en forsøksvæske sirkuleres gjennom et rør med en innvendig diameter på ca. 6,4 mm. Trykkmålinger utføres på punkter ca. 1,5 m fra hverandre og friksjonsreduksjonsresultatene noteres. I alle tilfelle ble et skjær på 16.000 opm påført etter 10 minutter.

139532

Table 1 I

Friksjonsreduksjonsresultater

<u>Prøve</u>	<u>Gram</u>	<u>Væske</u>	<u>Begynn.</u>	<u>Skjær</u>			
				<u>5 min.</u>	<u>10 min.</u>	<u>15 min.</u>	<u>20 min.</u>
DMAMPAM (5%)	24	ferskvann	70,7	62,9	57	48,6	43,2
DMAMPAM (5%)	48	"-	73,8	65,6	64,2	61,4	57,4
DMAMPAM (5%)	48	2% CaCl ₂	72,9	64,8	61,3	58,2	52
DMAMPAM (5%)	48	10% NaCl	73,5	65,6	62	57	51,5

DMAMPAM = Poly-(dimethylaminomethyl-acrylamid)

Den følgende tabell II viser evnen til poly-(dimethylamino-methyl-acrylamid) (DMAMPAM) til å gi vann en god viskositet over et vidt pH-område, selv ved meget lav pH ved en prøve hvori et Fann-viskosimeter anvendes. De følgende data viser også evnen til DMAMPAM til å øke viskositeten av konsentrerte syrer som vanligvis anvendes industrielt til å syre produserende oljebrenner, gassbrenner og vanninntagningsbrenner.

T a b e l l II

Fann-viskositeter

<u>opm</u>	<u>15 vekt%-ig HCl-oppløsning</u>	<u>1 vekt% DMAMPAM i 15 vekt%-ig HCl-oppløsning</u>
100	3 cp	68,1 cp
200	2,4 cp	49,8 cp
300	2,4 cp	41,3 cp
600	2,2 cp	30,0 cp

Den følgende tabell III viser temperaturstabiliteten av poly-(dimethylaminomethyl-acrylamid) i en prøve hvor 600 mg/l DMAMPAM oppløses i ferskvann som er mettet med oxygen. Oppløsningen anbringes i 2 glassflasker og korkes. En prøve oppvarmes ved 99°C i 2 dager, og avkjøles så til værelsetemperatur. Viskositeten av både de oppvarmede og uoppvarmede oppløsninger måles i et Brookfield modell LVT viskosimeter.

T a b e l l III

<u>opm</u>	<u>Viskositet, cp</u>	
	<u>Uoppvarmet</u>	<u>Oppvarmet</u>
3	5,3	9,2
6	5,0	8,2
12	4,65	7,15
30	4,14	6,32
60	3,80	5,61

Som basis for sammenligning vil hydrolysert polyacrylamid, når det behandles på lignende måte ved denne temperatur, tape ca. 10 - 50 % av sin oppløsningsviskositet.

139532

8

P a t e n t k r a v

Fremgangsmåte for å nedsette friksjonstap i vandige væsker som strømmer gjennom en ledning, karakterisert ved at der i den vandige væske opprettholdes en effektiv mengde på minst 10 ppm av en høymolekylær polymer av dimethylaminomethyl-acrylamid med molekylvekt på minst 100.000.