



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 144047
[C] (45) PATENT MEDDELT
10. JUNI 1981

(51) Int. cl.³ E 21 B 33/13, C 04 B 9/00

(21) Patentsøknad nr. 751247

(22) Inngitt 09.04.75

(23) Løpedag 09.04.75

(41) Alment tilgjengelig fra 28.10.75
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 02.03.81
(30) Prioritet begjært 25.04.74, USA, nr. 463899

(54) Oppfinnelsens benevnelse Herdbar blanding for sementering av
dype borehull.

(71)(73) Søker/Patenthaver OIL BASE, INC.,
3625 Southwest Freeway,
Houston, TX 77027,
USA.

(72) Oppfinner GEO. L. MILLER, Houston, TX, USA,
HORST K.F. BARTHEL, Hamburg, Forbundsrepublikken
Tyskland.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner USA (US) patent nr. 3447938

Foreliggende oppfinnelse angår sementering av brønner eller borehull. Mer spesielt angår oppfinnelsen en blanding for å omdanne en vannbasert borevæske til en herdet sement slik at brønnsementering kan utføres med øket effektivitet.

5 For å trygge olje- eller gassbrønner er det vanligvis nødvendig å sementere fast stykker av brønnforingsrøret langs visse deler av brønnen, og heri inngår også produserende soner, for derved effektivt å lukke det ringformede rom som oppstår mellom foringsrøret og selve brønnveggen.

10 En rekke forskjellige hydrauliske sementer (som er istand til å herdne under vann) har vært brukt for dette formål, f.eks. pozzolan, Portland- eller aluminiumsment, samt forskjellige høytemperaturesementer. Hvis man i olje- og gassbrønnene bruker såkalt åpenhullteknikk, så er det ønskelig og nødvendig å bruke sementer med høy styrke. I de senere år er det imidlertid blitt mer vanlig å feste og sementere foringsrør også gjennom produktive soner og så oppnå produksjon ved å perforere den seksjon av røret som ligger i det ønskede intervall. Når man utfører perforeringen, kan dette lett resultere i at man bryter opp sementen når man bruker sementer med høy styrke, noe som gjør at sementen ikke lenger holder ute fra borehullet slik uønskede forurensninger som f.eks. vann som stammer fra soner som ligger fjernt vekk fra selve perforeringen. Følgelig har man funnet at sementer med høy styrke ikke oppfyller de krav man ønsker, og endog kan være ufordelaktige til tider under selve sementeringen.

25 Sementer som skal brukes i borehull er derfor blitt modifisert ved tilsetning av bentonitt eller leire slik at man får dannet "gelsesementer" som gir en sammensetning med lavere styrke, men som gir bedre perforeringskarakteristika foruten at sementsuspensjonen får lettere total vekt fordi at en rekke forskjellige typer av leirer har en tendens til å svulle i nærvær av vann.

35 En annen vanskelighet i forbindelse med sementering av borehull eller brønner oppstår på grunn av at det ofte på borehullveggen eksisterer rester eller store flak av boreslamfilterkake. For å hindre at væsker flyter vekk fra borehullet og inn i de formasjoner som gjennombores, er borevæsker eller

boreslam ofte utformet slik at det skal avsette et kakelignende flak eller avsetning på borehullets eksponerte overflate for derved å hindre en vandring av væsker inn i selve de omgivende formasjoner. En slik filterkake blir imidlertid sittende fast på veggen når man senere skal utføre sementering. Dette residuum kan således hindre en utvikling av en god binding mellom sementen og den eksponerte formasjonen. Dette kan igjen svekke den tetning som tilveiebringes av sementen i det ringformede rom mellom selve foringsrøret og formasjonen.

Det har vært foreslått at sistnevnte problemer kan elimineres ved å utvikle et slam-sement-system hvor boreslammet som brukes for boringen omdannes til en fast sementmasse hvorved man øker forenligheten mellom boreslamssystemet og sement-systemet samtidig som man får bedre binding langs grenseflaten mellom formasjonen og selve slamfilterkaken. I artikkelen "A New Material to Cement Well Casing", Oliver and Jones, The Oil and Gas Journal, 13. oktober 1969, side 95 - 96, er foreslått et materiale som gjør at borevæsker kan brukes for fremstilling av den type sement som senere skal brukes i hullet.

Det resulterende slam-betong-produkt, hvis natur ikke er beskrevet, er angitt å være forenlig med en rekke forskjellige slam-systemer, f.eks. lignosulfonatholdige boreslam. Det fremgår imidlertid av nevnte artikkel at det angitte materiale var av en slik type at man tilsatte visse sementerende ingredienser som dermed størknet slammene. Det produkt som var angitt i nevnte artikkel innbefattet således ikke et system hvor innholdet i slammene medvirket til størkningen eller selve den sementerende reaksjon.

Det har nylig vært utviklet leirefrie boreslam opparbeidet av uorganiske salter, da spesielt magnesiumsalter. Borevæsker eller boreslam av denne karakter er beskrevet i US-PS 3.878.110. Disse sammensetninger tilveiebringer syreopløselige, vandige boreslam som kan opparbeides med sjøvann og som er fri for økologisk forurensende tungmetallsalter. Bruken av slike slamtyper vil følgelig være meget fordelaktig både offshore og i visse typer av landområder.

Det har tidligere også vært foreslått å bruke én eller flere forskjellige magnesiumsementer for brønnsementering. En

velkjent magnesiumsement er magnesiumoksykloridsement eller Sorel-sement som fremstilles av magnesiumoksyd eller (en egnet type av aktivert magnesiumoksyd som kalsinert magnesitt) blandet med magnesiumkloridoppløsning (f.eks. US-PS 1.634.505).

- 5 En annen form for magnesiumsement er magnesiumoksysulfatsement som fremstilles ved å blande magnesiumoksyd i en slik form som er angitt ovenfor med en magnesiumsulfatoppløsning. I US-PS 2.378.687, er det foreslått at visse jordformasjoner, såsom formasjoner gjennom hvilke det er boret en brønn, kan lukkes
- 10 ved å føre magnesium inn i den sone som skal lukkes og deretter bringe magnesiumen i kontakt med en korroderende væske som er istand til å danne et fast vannoppløselig produkt ved reaksjon med nevnte magnesium. Egnede oppløsninger som kan bringes i kontakt med magnesiumen innbefatter natriumklorid, ammonium-
- 15 klorid, natriumsulfat og magnesiumsulfat. I US-PS 2.649.160, er det foreslått at brønnsementering kan utføres ved først å danne en sementaktig filterkake sammensatt av en oksyklorid- eller oksysulfatsement og deretter fullføre sementeringen ved hjelp av vanlige sementmaterialer. Det er foreslått at bore-
- 20 væsken som brukes for boringen kan fremstilles ved å tilsette en viss mengde av en reagens såsom magnesiumoksyd (som er nødvendig for å fremstille en oksyklorid- eller oksysulfatsement. Deretter kan filterkaken bringes i kontakt med en oppløsning, f.eks. av magnesiumklorid for å omdanne filterkaken til en
- 25 magnesiumoksykloridsement. Denne form for en sementerende filterkake vil deretter kunne motstå gjennom boring og bedre bindingen mellom en etterfølgende standardsement og den herdnede filterkake.

Magnesiumoksykloridsement eller Sorel-sement har spesielt

30 visse ulemper når de brukes for sementering av borehull. For det første har dette materiale den ulempe at det ikke er resistent mot oppløst magnesiumsulfat som kan være tilstede i det innstrømmende vann eller saltlake i borehullet. Videre er herdningstiden for Sorel-sement meget vanskelig å regulere. Det er

35 meget viktig ved sementering av borehull eller brønner at man har en sementsammensetning hvis herdningstid er tilstrekkelig til at man kan pumpe sementsuspensjonen på et ønsket tidspunkt inn i borehullet før herdningen begynner.

144047

4

I overensstemmelse med dette frembringes det således ifølge oppfinnelsen en herdbar blanding for sementering av dype borehull som tilsetning til en borevæske på basis av sjøvann eller en vandig saltoppløsning med mindre enn 14,2 g/liter
5 svellbar leier eller slam og andeler av magnesiumoksyd, magnesiumklorid og/eller magnesiumsulfat, og denne herdbare blanding karakteriseres ved at den inneholder ca. 9 til 40 vektdeler magnesiumoksyd, 12 til 50 vektdeler magnesiumsulfat, 20 til 60 vektdeler magnesiumkarbonat eller dolomitt og 20 til 47 vektdeler vann inkludert det som tilveiebringes fra borevæsken.
10

Borevæsker som kan omdannes til sement slik det er beskrevet her, er beskrevet i det ovenfor nevnte US-PS 3.878.110.

Således kan et borehull sementeres ved å blande en borevæske sammensatt av en vandig saltoppløsning samt et tilsetningssystem som innbefatter magnesiumsulfat og karbonater av magnesium og kalsium, samt en blanding av magnesiumoksyd og magnesiumsulfat i tilstrekkelige mengder til å øke konsentrasjonen av magnesiumoksyd til minst 42,8 g/liter og konsentrasjonen av magnesiumsulfat til minst 113,3 g/liter. Det totale
15 system etter tilsetningen bør ikke inneholde mer enn ca. 50 vektprosent vann, og ytterligere mengder av magnesiumoksyd, magnesiumsulfat eller andre forbindelser såsom magnesiumkarbonat eller dolomitt eller fyllstoffer kan dessuten tilsettes. Skjønt magnesiumkarbonat og dolomitt kan ansees å utføre en fyllende
20 funksjon, så er det mulig at magnesiumkarbonatet deltar i en kjemisk reaksjon, og følgelig kan magnesiumkarbonatet bidra til den sementerende reaksjonen.

Blandingen ifølge foreliggende oppfinnelse inneholder fortrinnsvis magnesiumkarbonat og/eller dolomitt i mengder som
30 varierer fra ca. 85,6 g/liter og oppover som kan tilsettes sammen med magnesiumoksyd og magnesiumsulfat som angitt ovenfor.

I overensstemmelse med et annet aspekt ifølge foreliggende oppfinnelse kan natriumtetraborat brukes som en retarder for sementen for å forsinke herdningstiden uten at man derved
35 taper styrke i sammensetningene.

Som nevnt ovenfor er de styrkekrav som settes til brønnsementer ikke særlig store, og vanligvis er det tilstrekkelig at man tilveiebringer en sementsammensetning som har en styrke

på ca. 36 kg pr. cm² etter 24 timer målt ved hjelp av API-standard. Andre nødvendige egenskaper for brønnsementer innbefatter lav permeabilitet for å sikre en sikker tetning av formasjonen, tilstrekkelig fortykningstid og herdetid til at man kan plassere sementsuspensjonen. I forbindelse med sistnevnte egenskap kan det angis at under trykk kan sementers fortykningstid synke meget betydelig. Magnesiumoksydsulfatsementer ifølge foreliggende oppfinnelse har en tetthet på ca. 1,7 g/cm³ avhengig av sammensetningen, mens de fleste oljebrønnsementer har en tetthet på ca. 2,5 g/cm³. Således vil det hydrostatiske trykk i en sementsøyle i et borehull hvor man bruker blandingene ifølge foreliggende oppfinnelse bli betydelig redusert og følgelig kan man lettere og enklere regulere herdetid og fortykningstid.

Ved hjelp av foreliggende oppfinnelse kan man fremstille en sement som kan opparbeides med sterkt varierende styrke, som lett kan reguleres med hensyn til herdetid og fortykningstid og som har en ønskelig lav permeabilitet.

For å vise fordelene ved magnesiumoksydsulfatsementer fremfor Sorel-sementer av magnesiumoksydkloridtypen, ble det utført parallelle prøver idet man brukte en magnesiumoksydsulfatsementsammensetning som beskrevet her og en parallell magnesiumoksydkloridsement. Styrken ble målt etter 24 timer ved å bruke API-metoder. Alle angitte prosentsetser er pr. vekt, og de gjenværende mengder er vann.

TABELL I

	Magnesium- oksyd	Dolomitt vektpro- sent	MgSO ₄ ·H ₂ O vekt- prosent	MgCl ₂ ·6H ₂ O Vekt- prosent	Herdni- ngstid ved 90°C (min.)	Styrke kg/cm ²
30	10	40	14		105	29
	10	40		14	60	136
	20	30	14		95	57
	20	30		14	50	157
35	25	25	14		80	68
	25	25		14	45	210
	30	20	14		75	81
	30	20		14	40	215
	40	10	14		60	96
	40	10		14	35	248

Disse resultater viser at magnesiumoksydsulfatsementer kan gi tilstrekkelig styrke og mer regulerbare herdetider enn magnesiumoksydchloridsementer. Ettersom magnesiumsulfat dessuten er betydelig billigere enn magnesiumklorid, vil oksydsulfatsementer være mer økonomisk fordelaktige.

De ovennevnte resultater indikerer også at styrken og herdetiden på sementen er direkte proporsjonal med mengden av magnesiumoksyd i sementsammensetningen, idet styrken øker med økende mengder samtidig som herdetiden avtar.

Brønnsementering bør fortrinnsvis utføres etter at hullet er blitt boret med en magnesiumsaltholdig borevæske. Slike borevæsker er vanligvis leirfrie når de opparbeides og består av en vandig saltoppløsning sammen med magnesiumsulfat, dolomitt og enten magnesiumoksyd eller kalsiumoksyd som en såkalt fremmer. Saltoppløsningskonsentrasjonen kan variere fra 42,8 til 484,8 g salt/l (basert på et fat på 158,8 liter). Den nøyaktige sammensetningen av saltene vil være avhengig av den formasjon som skal bores, ettersom man har funnet at ved å tilveiebringe tilstrekkelige saltkonsentrasjoner i slammet som tilsvarende de salter som finnes i den gjennomborede formasjon, kan man få minimal svelling og slamdannelse i borehullet.

I kystområdene i de vestlige Forenede Stater og langs den Meksikanske Gulf er det vanligvis tilstrekkelig å tilveiebringe en saltoppløsning av kaliumklorid eller natriumklorid eller en blanding av disse, i konsentrasjoner på opptil 141,7 g/liter. Hvis det imidlertid er nødvendig å bore gjennom formasjoner som inneholder magnesiumklorid, (f.eks. karnallitt eller bischofitt) eller magnesiumsulfat (f.eks. allenitt, kieseritt eller "bittersalter"), så må disse salter tilsettes saltoppløsningen. Når man borer i Europa, vil man ofte møte slike formasjoner. I visse tilfeller vil de formasjoner som gjennombores indikere at man må bruke saltoppløsninger inneholdende opptil 484,8 g salt/liter i boreslammet for å oppnå en passende "saltbalanse" mellom væsken og de formasjoner som gjennombores.

Idet man vet at slammet derfor kan ha varierende innhold av magnesiumsulfat, dolomitt og magnesiumoksyd, så må man ved omdannelsen av en leirfri borevæske av denne type til en sement ta hensyn til de bestanddeler som allerede er tilstede i slammet.

I tillegg til saltene i saltoppløsningen vil et leirefritt magnesiumsaltslam vanligvis inneholde fra 42,8 til 182,6 g/liter magnesiumsulfat (f.eks. i form av epsomsalter), fra ca. 56,7 til 195,2 g/liter av dolomitt og fra ca. 8,2 til 42,8 g/liter av kalsiumoksyd, magnesiumoksyd eller dolomitt-hurtigkalk, sammen med mindre mengder av gips, dvs. fra 11,3 til 28,3 g/liter. De ovennevnte områder er typiske, og nøyaktig sammensetning på slike borevæsker er mer detaljert forklart i US Serial No. 300.389.

Andre magnesiumsaltholdige boreslam som tidligere er kjent og hvor man bruker ammoniumsalter kan også omdannes til sementer ved hjelp av foreliggende oppfinnelse. Referanse til slike tidligere kjente magnesiumslamsammensetninger er angitt i US-PS 2.856.256 og DE-PS 1.020.585. Det er vanligvis foretrukket å bruke sementering og en blanding ifølge foreliggende oppfinnelse når man borer med leirfrie magnesiumsaltholdige slam hvor man eventuelt har magnesiumkarbonat eller dolomitt som fyllstoffet. Det tør være velkjent at man under selve boringen kan få medrevet leire i magnesiumslam av den type som er beskrevet ovenfor, og en slik medrivning utelukker ikke at man kan bruke slammet under sementeringen.

Sementering ved hjelp av foreliggende oppfinnelse kan også utføres ved at man tilsetter ingredienser slik at det dannes en oksysulfatsement i andre sjøvannsslam inneholdende lignosulfonat, karboksymetylcellulose, stivelse eller lignende. Leireinnholdet i slammet må imidlertid modifieres slik at man holder det på et minimum ettersom betydelige leiremengder i høy grad påvirker og svekker magnesiumoksysulfatsementproduktet. Vanligvis vil sementsammensetninger brukes med sjøvann eller saltoppløsningsslam opparbeidet med lavt leireinnhold. Disse slam med lavt leireinnhold har vanligvis mindre enn 14,2 g/liter av en svellbar leire når de opparbeides, og slam med så lavt leireinnhold gir en god sement når de brukes sammen med sammensetninger ifølge foreliggende oppfinnelse. Det skal understrekes at i de foretrukne magnesiumslam, kan man lett tolerere innhold av faste stoffer av dolomitt, magnesiumkarbonat og lignende på mer enn 14,2 g/liter. Svellbare leirer svekker imidlertid sementsammensetningen og ettersom man vanligvis får medrevet

144047

8

noe leire i borevæsken under selve boringen, så er det foretrukket ikke å prøve sementering ved hjelp av foreliggende sammensetninger når slammet opprinnelig er opparbeidet slik at innholdet av leire er mer enn 14,2 g/liter.

5 Således blir sementering utført ved å tilsette magnesiumoksyd, magnesiumsulfat og dolomitt eller magnesiumkarbonat til en borevæske i tilstrekkelige mengder til at man får fremstilt en magnesiumsoksydsulfatsement. For å fremstille den sementerende sammensetning kan ovennevnte materialer kombineres
10 i tilstrekkelige mengder til at man får tilveiebragt fra ca. 9 til ca. 40 vektdeler magnesiumoksyd, fra ca. 12 til ca. 50 vektdeler magnesiumsulfat og fra ca. 20 til ca. 60 vektdeler magnesiumkarbonat eller dolomitt. Monohydratformen av magnesiumsulfat er foretrukket ettersom heptahydratformen (epsom-
15 saltet) er mer korroderende. Denne sementadditivkombinasjonen kombineres så med boreslammet, med eller uten tilsetning av vann for regulering av viskositeten og for å få en sammensetning med pumpbar viskositet. Vanligvis vil slam basert på magnesiumsalter være lett pumpbare. F.eks. vil et magnesium-
20 saltbasert slam av den type som er beskrevet som slamsetninger A, B og C, gi en viskositet på 150 sekunder og allikevel være lett pumpbar. Ferskvann eller saltvann kan tilsettes sementen for å regulere viskositeten. Leirebaserte slam med en slik viskositet resulterer ofte i for sterk oppbygning av
25 trykk. Vanligvis vil den endelige sammensetningen inneholde fra ca. 20 til ca. 47 vektprosent vann heri inngår også det som tilveiebringes av slammet, avhengig av den forønskede pumpbarhet. Vanligvis vil de fleste sementer hvor man bruker magnesiumsaltbaserte slam være opparbeidet med fra 28 til 40 vekt-
30 prosent vann.

Sementsammensetninger bør fortrinnsvis ikke opparbeides ved å bruke silisiumdioksyd, natriumsilikat eller kaliumsilikat som fyllstoffer. Natriumsilikat og diatomejord som fyllstoffer resulterer i en for sterk fortykning av sementsammensetningen.
35 Silisiumdioksydpulver har en tilsvarende effekt og gir et seigt og kornet produkt. Kalsiumkarbonat som fyllstoff vekker sementstyrken når det tilsettes i mengder på over ca. 15 vektprosent. Det foretrukne fyllmaterialet er følgelig dolomitt eller magne-

siumkarbonat. Skjønt fortykningstiden og herdetiden reduseres, så vil bruken av dolomitt og/eller magnesiumkarbonat gi en sterk ekspanderende sement med lav permeabilitet.

En rekke eksempler på sementsammensetninger ble fremstilt ved å bruke de mengder som er angitt i det etterfølgende (på vektbasis). Styrke- og herdetid ble bestemt ved 90°C og 1 atmosfæres trykk. Herdetiden er den tid som sammensetningen brukte for å nå en viskositet på 100 poise.

TABELL II

Sement	Vann	MgSO ₄ ·H ₂ O	Dolomitt	MgO	Herdnings- tid (min)	Styrke kg/cm ² (24 t)
1	35,7	14,2	40,8	9,1	140	20
2	34,4	13,3	34,4	17,7	100	97
3	34,0	16,4	24,7	24,7	75	89
4	34,4	13,3	17,7	17,7	70	97

En retarder var nødvendig for å forsinke herdningen på sementene med høy styrke. Boraks eller natriumtetraborat fant man var egnet til å forsinke herdetiden uten å svekke styrken. Således fant man at fra 1 - 2% natriumtetraborat forsinket herdetiden på sementsammensetning til over ca. 200 - 400 minutter med en resulterende styrke på over 21 kg/cm². I sammensetningene 3 og 4 øket den samme mengde natriumtetraborat herdetiden til 130 - 300 minutter med styrker over 42 kg/cm² (sement 3) og til 100 - 230 minutter med styrker på over 71 kg/cm² (sement 4). Når man tilsatte så lite som ½ vekt-% natriumtetraborat, fikk man ingen eller liten forandring i herdetiden. Således kan ca. 1 til ca. 4 vekt-% natriumtetraborat tilsettes blandinger ifølge foreliggende oppfinnelse som en retarder. Det skal angis at en 2% konsentrasjon av denne retarder resulterer i en svekkelse av styrken på ca. 10% som bør forventes.

For å illustrere virkemåten for sementer ble det fremstilt forskjellige sementsammensetninger ved å bruke vann og ved å bruke magnesiumsaltslamsammensetninger. De slamsammensetninger som ble brukt var fremstilt som angitt nedenfor i vektdeler.

144047

10

5 Slam A: 1000 deler vann, 64 deler magnesiumklorid, 72 deler magnesiumsulfat (monohydrat), 20 deler kaliumklorid og 44 deler natriumklorid, 3 deler gips, 3 deler dolomitt hurtigkalk, 35 deler dolomitt og 30 deler stivelse.

Slam B: Samme som slam A, men den dobbelte saltmengde (dvs. magnesiumklorid, magnesiumsulfat, natriumklorid og kaliumklorid).

10 Slam C: 1000 deler vann, 48 deler magnesiumklorid, 54 deler magnesiumsulfat (monohydrat), 165 deler natriumklorid, 15 deler kaliumklorid, 3 deler gips, 3 deler dolomitt hurtigkalk, 35 deler dolomitt og 30 deler stivelse. Dette slam inneholdt forurensning av gips og leire.

15 Når de ovennevnte slamtyper ble brukt istedenfor vann i de ovennevnte sementsammensetninger (fra tabell II), med små vannjusteringer for viskositeten, fikk man følgende resultater:

TABELL III

20 Sement-sammen-setning	Slam A		Slam B		Slam C	
	Herde-tid	Styrke (kg/cm ²)	Herde-tid	Styrke (kg/cm ²)	Herde-tid	Styrke (kg/cm ²)
1	145	18	147	18	145	17,5
2	100	87	105	87	110	78
3	80	80	82	78	85	79
25 4	72	86	74	84	73	89

30 Det fremgår av de ovennevnte resultater at man ved å bruke boreslam, selv det forurensede slam C, hadde den effekt at man forlenget herdetiden og svakt senket styrken. Den endelige styrke på sement fremstilt ved hjelp av blandinger ifølge foreliggende styrke nåes ikke i løpet av 24 timer. Ved prøving av sementene fra tabell II for styrke etter lengre tidsrom, fant man at styrken på sement nr. 1 steg fra 20 kg/cm² ved 24 timer til 22 etter 72 timer og til 50 kg/cm² etter 168 timer. 35 Tilsvarende viste alle sammensetninger etter 168 timer tilsvarende proporsjonal økning.

Sementsammensetninger fra tabell II ble prøvet i en prøveanordning hvor sementen kunne underkastes økende temperatur

og trykk under herdning. Sementsammensetningene fra tabell II ble blandet med 2 og 4% natriumtetraborat. Herdetiden og styrke ble målt i anordningen med temperaturer som øket fra 20 - 96°C og et trykk som øket fra 1 atmosfære til 942 atmosfærer i løpet av 84 minutter.

TABELL IV

Sement-sammen-setning	2% natriumtetraborat		4% natriumtetraborat	
	Herde-tid (min.)	Styrke (kg/cm ²)	Herde-tid (min.)	Styrke (kg/cm ²)
1	100	11,2	150 ^x	10,0 ^x
2	75	40	110 ^x	36 ^x
3	65	58	90	42
4	55 ^x	77	80	70

(De verdier som er merket med en stjerne er tilnærmede verdier som ansees å være nøyaktige).

Det fremgår av det ovenstående at betingelser man vil finne langt nede i borehull vil korte herdetiden, men at natriumtetraboratet imidlertid funksjonerer slik at man får forsinket herdetiden betydelig selv om man reduserer styrken slik som angitt ovenfor.

Sementsammensetninger kan videre tilsettes additiver såsom biocider og lignende. Tilsetning av små mengder av kloridsalter såsom klorinert kalk eller jernklorid (spesielt FeCl₃·6H₂O) vil søke styrken uten at man i særlig grad påvirker herdetiden når de brukes i mengder på fra 1 - 3 vektprosent. Det er videre underforstått at modifikasjoner kan utføres ved å bruke naturlig forekommende materialer såsom naturlig brutt sulfat av pottaskemagnesiumoksyd (inneholdende magnesiumsulfat og kalsiumsulfat) eller kieseritt eller epsomitt for å få tilveiebragt det forønskelige magnesiumsulfat. Magnesiumsulfat kan også tilveiebringes i monohydrat- eller heptahydratformen (epsomsalter), skjønt sistnevnte forbindelse er mindre foretrukket ettersom dette gir en mer korroderende blanding. Magnesiumoksyd kan tilveiebringes i naturlig magnesiumoksyd eller kalsinerte, naturlige produkter som inneholder magnesiumoksyd. Andre variasjoner og modifikasjoner vil fremgå for fagfolk på området.

144047

12

Slam som beskrevet ovenfor kan brukes for sementering ved å bruke velkjent teknikk. Den herdbare blanding kan opparbeides sammen med slammet slik at man danner en sement-"pille" som kan pumpes til det ønskede sted i borehullet ved å bruke avstandsstykker eller velkjente brønnsementeringsredskap. Pilen av det herdbare materiale kan selvsagt pumpes ved å bruke borevæsken. Når pillen er plassert på det ønskede sted i borehullet, kan sirkulasjonen stoppes og man lar sementen herde. Det er underforstått at man kan bruke mange forskjellige brønnsementeringsteknikker for å plassere sementen, skjønt det vanligvis ikke er nødvendig å bruke skrapere eller lignende for å fremstille borehullet når boringen er blitt utført ved hjelp av borevæske av magnesiumsalttypen.

15

20

25

30

35

P a t e n t k r a v

1. Herdbar blanding for sementering av dype borehull som tilsetning til en borevæske på basis av sjøvann eller en vanlig saltoppløsning med mindre enn 14,2 g/liter svellbar leire eller slam og andeler av magnesiumoksyd, magnesiumklorid og/eller magnesiumsulfat, k a r a k t e r i s e r t v e d at blandingen inneholder ca. 9 til 40 vektdeler magnesiumoksyd, 12 til 50 vektdeler magnesiumsulfat, 20 til 60 vektdeler magnesiumkarbonat eller dolomitt og 20 til 47 vektdeler vann inkludert det som tilveiebringes fra borevæsken.
2. Blanding ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den inneholder ca. 1 til 4 vektprosent natriumtetraborat.
3. Blanding ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at borevæsken er en leirefri væske på basis av magnesiumsalter.
4. Blanding ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at borevæsken inneholder magnesiumsulfat, dolomitt eller magnesiumkarbonat og et kalsium- eller magnesiumoksyd.
5. Blanding ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at borevæsken inneholder magnesiumsalter i forbindelse med en amoniumforbindelse.

25

30

35