



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **176140**

(13) B

(51) Int Cl⁵ C 06 B 47/14, 31/28, 31/02

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	923248	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	19.08.92	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	19.08.92	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	21.02.94		
(44) Utlegningsdato	31.10.94		

(71) Patentsøker	Dyno Industrier AS - Sivile Sprengstoffer Norge, Verpen, 3475 Sætre, NO
(72) Oppfinner	Bjørn R. Petterson, Oslo, NO Kjell Hanto, Spikkestad, NO
(74) Fullmektig	Arne Sundnes, Norsk Hydro AS, Oslo

(54) Benevnelse **Sprengstoff for anvendelse i bulk eller patronert form**

(56) Anførte publikasjoner NO C 168886, NO A 921688, EP A3 256669, US 5078813

(57) Sammendrag Oppfinnelsen vedrører fenghette- eller overdrager (booster) følsomme sprengstoffer for anvendelse i bulk eller patronert form i borehull. Det oksygen-givende salt i sprengstoffet er ammoniumnitrat, natriumnitrat og/eller kalsiumnitrat med ustampet bulk-tetthet på 0,3-0,75 g/cm³. Sprengstoffet ifølge oppfinnelsen kan være et v-i-o emul-sjonssprengstoff hvor den diskontinuer-lige fase er en vandig løsning av oksygen-givende salt og hvor lavtetthets ammoniumnitrat omfatter 10-80 vekt% av det totale sprengstoff. ANFO, HANFO og vanngel sprengstoffer omfatter nevnte oksygen-givende salter med en ustampet bulk-tetthet på 0,3-0,75 g/cm³ og er eksempler på sprengstoffer ifølge opp-finnelsen. Ovennevnte type sprengstoffer er spesielt anvendelige i små og mellom-stor borehull hvor det ikke brukes føl-somhets-givende eller tetthets-givende midler.

Foreliggende oppfinnelse vedrører fenghette- eller overdrager (booster) følsomme sprengstoffer for anvendelse i bulk eller patronert form i borehull og som inneholder ammonium, natrium og/eller kalsiumnitrat som oksygenkilde. Mer spesielt er sprengstoffet en vann-i-olje (v-i-o) emulsjon, et ammoniumnatrat-brenselolje (ANFO) sprengstoff eller HANFO sprengstoffer (blandinger av ANFO og v-i-o emulsjoner).

For å oppnå tilstrekkelig følsomhet for ovennevnte sprengstoffer i slike små borehull er det nødvendig å anvende følsomhetsmidler. Glasskuler, mikroballer eller gassingsmidler som natriumnitrat kan tilsettes for å skaffe lufting og aktive punkter eller "hot spots" og derved gi grunnlag for detonering. Tilsats av inerter som glasskuler reduserer energi/volumforholdet til sprengstoffet. Et annet problem er at glasskulene eller gassboblene kan kollapse når de utsettes for tilstedeværende trykk under produksjon eller anvendelse av sprengstoffet. Sprengstoffets følsomhet vil da bli lavere enn forventet, og dette vil resultere i redusert detonasjonshastighet og til og med uteblivelse av detonasjon.

Fra US patent nr. 4.111.727 er det kjent en to-komponent v-i-o sprengstoffsammensetning omfattende 10-40 vekt% av en v-i-o emulsjon som omfatter vandig løsning av oksyngengivende salt og olje som den kontinuerlige fase blandet med fast partikulert oksyngengivende salt i forhold på 60-90 vekt% av totalen. For å fremskaffe de nødvendige aktive punkter ("hot spots") for igangsetting av detonasjon, bør emulsjonen bare delvis fylle

tomrommet i strukturen til ANFO-delen eller den partikulære AN-del av sprengstoffet. For små borehull vil dette sprengstoffet kunne ha ønsket følsomhet for heller begrensede forhold ANFO/-emulsjon. Fra US patent nr. 4.181.546, som er en delvis fortsettelse av ovennevnte US patent, er det innlysende at tilsats av følsomhetsmidler som hule glasskuler o.l. ofte vil være nødvendig for slike HANFO sprengstoffer, spesielt når det kreves høy vannbestandighet.

I EP 0256669 A2 er det beskrevet en tørr, frittflytende ammonium-nitrat (AN) sprengstoffblanding med høy følsomhet og som er i stand til å generere høy detonasjonshastighet. Sprengstoffet omfatter partikulert AN, karbonholdig brensel og en polymer. Den AN som brukes er høytetthets AN med en ustampt bulktetthet på 0,85-0,95 g/cm³. Det er foretrukket å bruke miniprills med en partikkelstørrelse på 0,5-1,7 mm. Slike miniprills gjør det mulig å få tett partikkelpakning samtidig som man bevarer tilstrekkelig med luft og tomrom mellom de eksplosive partikler slik at blandingen vil fungere som et sprengstoff. Ifølge beskrivelsen til dette patentet er det blitt rapportert at tette, mikroprill AN har større bulktetthet og en høyere detonasjonshastighet enn porøs lavtetthets AN. Men denne anvendelse er begrenset til ANFO type sprengstoffer som inneholder polymer og hvor det anvendes AN med meget liten partikkelstørrelse, dvs. mikroprills, dersom man ønsker høy detonasjonshastighet.

Hovedformålet med foreliggende oppfinnelse var å oppnå et sprengstoff som ville detonere i borehull uten at man anvendte dyre følsomhetsmidler, slik som partikler med innesluttet luft, slik som mikrokuler, og som ikke hadde de begrensninger og ulemper som kjente sprengstoffer.

Et annet formål var å oppnå emulsjons- eller HANFO sprengstoffer som vil detonere i borehull med diameter < 125 mm uten anvendelse av tetthetsreduserende midler.

Et ytterligere formål var å oppnå sprengstoffer som vil være detonerbare i borehull med liten diameter og hvor sprengstoffet kunne anvendes både i bulk og patronert form.

Oppfinnerne var primært opptatt med å forbedre følsomheten til emulsjonstype sprengstoffer for borehull med små eller mellomstore diametre, og de startet med å teste forskjellige typer av oksyngengivende salter som anvendes i den diskontinuerlige, vandige fase til sprengstoffet. En grunn for å starte undersøkelsene her var de rapporterte begrensningene til HANFO sprengstoffer uten innesluttet luft. For å unngå slike begrensninger syntes det nødvendig å undersøke den diskontinuerlige fase til emulsjonen og dens salter. Selv om porøs AN var blitt rapportert å være mindre anvendelig enn tett AN, som mikroprills, bestemte oppfinnerne seg for å teste lavtetthets AN. Dette ble også bestemt på tross av den generelle oppfatning at energiinnholdet til sprengstoffet og detoneringshastigheten ville bli for lav dersom AN med lavere tetthet enn det som er konvensjonelt ble anvendt. Det ble følgelig startet opp med testing av AN som hadde vesentlig lavere tetthet enn konvensjonell, porøs AN. Testene ble utført i stålrør med diameter varierende fra 43 mm-64 mm. Tester ble også utført under vann i plastrør med diameter på 83 mm-103 mm. Det ble da funnet at når AN med ustampet bulk tetthet lavere enn 0,75 ble anvendt, ville sprengstoffet detonere i stålrør med diameter på 43 mm og under vann i plastrør med diameter 103 mm. Under tilsvarende forhold, dvs. uten tilsats av følsomhetsmidler som mikroballer, oppnådde man ikke detonering av sprengstoffer som inneholdt konvensjonell AN med bulk tetthet over 0,75 g/cm³ i stålrør med diameter på 64 mm, og under vann fikk man ufullstendig detonering i plastrør med diameter på 103 mm.

Ytterligere tester bekreftet anvendelsen av lavtetthets oksydanter for borehull med liten diameter. CN og NaN med tettheter under 0,75 g/cm³ vil også være anvendelige. Blandinger av AN, CN og/eller NaN kan også anvendes.

Emulsjonens kontinuerlige hydrokarbonfase var den samme som i konvensjonelle emulsjonssprengstoffer, altså slike som de angitt som teknikkens stand ovenfor. Anvendelige hydrokarboner omfatter brenselolje, aromatiske hydrokarboner, nafta, parafin, voks, vegetabiliske oljer. Anvendelige emulgatorer omfatter sorbitan monooleat (SMO) og dets derivater, polyisobutylen (PIB) derivater og polyisobutylen-ravsyre (PIBSA) derivater.

En overraskende effekt ved det nye sprengstoffet var at det kunne tåle høyere statiske og dynamiske trykk enn konvensjonelle emulsjoner eller HANFO sprengstoffer under produksjon og uten at det tapte følsomhet.

Oppfinnelsens omfang er som definert i de tilknyttede krav.

Oppfinnelsen vil bli forklart ytterligere i de følgende ikke-begrensende eksempler.

Eksempel 1

Dette eksemplet viser detonasjonstester i stålrør for forskjellige typer av porøs AN i forskjellige v-i-o emulsjonssprengstoffer ifølge oppfinnelsen. Den kontinuerlige hydrokarbonfase var en konvensjonell mineralolje og en konvensjonell emulgator (SMO). Alle sprengstoffene var oksygenbalansert. Det ble ikke anvendt noe tetthetsreduserende middel. Resultatene er vist i tabell 1.

Tabell 1

Emulsjon	AN *	Vekt%	AN Tetthet	VOD	Diameter
A	0.83	30	1.40	Mislykket	64
C	0.74	40	1.33	Mislykket	43
A	0.74	40	1.34	Det.	43
A	0.68	30	1.32	2100	43
D	0.68	40	1.29	Det	43
A	0.57 1)	30	1.30	2500	43
A	0.57 1)	30	1.31	2300	43
A	0.57	30	1.29	2700	43
D	0.57 1)	30	1.27	2700	43
C	0.57 1)	30	1.32	Det./Mislykket	64/43

A: Oksygengivende løsning inneholdende AN, NaN, glykol og vann
 C: Oksygengivende løsning inneholdende AN, CN, og vann
 D: Oksygengivende løsning inneholdende AN og vann
 *: Ustampet bulk tetthet, de merket med 1), er AN blandet med brenselolje for dannelsen av ANFO
 VOD: Detonasjonshastighet i m/s
 Mislykket: Ingen detonasjon

Som man kan se i tabell 1, detonerte en emulsjon (den mest følsomme, type A) i et stålrør med diameter på 43 mm når det ble anvendt AN med tetthet på $0,74 \text{ g/cm}^3$ eller lavere, men det detonerte ikke selv i 64 mm rør når det ble anvendt konvensjonell AN med tetthet på $0,83 \text{ g/cm}^3$. Et meget vanlig emulsjonssprengstoff (type D) detonerte i stålrør med diameter på 43 mm når det ble anvendt AN med tetthet på $0,68 \text{ g/cm}^3$ eller lavere. Den tredje og minst følsomme emulsjonen (type C) detonerte ikke i stålrør med diameter på 43 mm, men i stålrør med diameter på 64 mm når det ble anvendt den mest porøse AN under testen.

Eksempel 2

Dette eksempel viser detonerings tester under vann for de samme typer sprengstoffer som er beskrevet i eksempel 1 og uten anvendelse av tetthetsreducerende middel eller følsomhetsgivende middel. Frigitt energi og VOD ble målt i PVC plastrør på 10 m dybde. Testresultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2

Emul- sjon	AN *	% AN	Tetthet	Energi	VOD	Diameter
A	0.83	40	1.48	Mislykket	Mislykket	103
A	0.74	30	1.40	65	Mislykket	103
A	0.74	30	1.42	62	Mislykket	83
A	0.68	30	1.39	80	2500	103
D	0.68	40	1.35	60	Mislykket	83
A	0.57 1)	30	1.39	91	2800	103
A	0.57 1)	30	1.36	91	2300	103
A	0.57	30	1.35	93	2600	103
D	0.57 1)	30	1.33	96	2800	103
C	0.57 1)	30	1.39	70	Mislykket	103

- A: Oksygengivende løsning inneholdende AN, NaN, glykol og vann
 C: Oksygengivende løsning inneholdende AN, CN, og vann
 D: Oksygengivende løsning inneholdende AN og vann
 *: Ustempet bulk tetthet, de merket med 1), er AN blandet med brenselolje for dannelsen av ANFO. Tetthet er målt ved et trykk på 1 bar.

Frigitt energi er angitt som % av teoretisk energi.

Eksemplet viser at når tettheten til AN er 0,68 g/cm³ eller lavere, oppnår man detonasjon med høy energi for emulsjonstype A, og når tettheten er 0,57 g/cm³ vil også emulsjonstype D detonere

med høy energi. Den minst følsomme emulsjonen (type C) viste ufullstendig detonasjon selv når det ble anvendt AN med tetthet på $0,57 \text{ g/cm}^3$, men energinivået var høyere enn for type A med høytetthets AN. Det er derfor grunn til å anta at alle typer emulsjoner kan anvendes ved sprengstoffer ifølge oppfinnelsen hvis AN tettheten er tilstrekkelig lav. Den mest følsomme emulsjonen, type A, med konvensjonell AN med tetthet på $0,83 \text{ g/cm}^3$ og $0,74 \text{ g/cm}^3$ detonerte ikke.

Ved foreliggende oppfinnelse har man oppnådd et sprengstoff som vil detonere med konvensjonell overdrager i borehull med diameter $< 127 \text{ mm}$ (5") uten anvendelse av følsomhetsgivende midler som glasskuler, mikrobobler, gassingsmidler etc. Dette er oppnådd ved å anvende lavtetthets oksyngengivende salter, spesielt AN med tetthet på $0,3\text{--}0,7 \text{ g/cm}^3$.

Bruk av nevnte lavtetthets salter er spesielt anvendelige i emulsjons- og HANFO sprengstoffer.

Bruk av lavtetthets AN i ANFO sprengstoffer viste seg også å være anvendelig når høytetthets og/eller sprengstoffer med lav volumstyrke var ønsket.

Vanngel eller olje-i-vann (o-i-v) sprengstoffer omfattende AN med ustampt bulktetthet på $0,3\text{--}0,75 \text{ g/cm}^3$ er også eksempler på sprengstoffer ifølge oppfinnelsen.

Ovennevnte nye type sprengstoff kan anvendes sammen med konvensjonell ANFO eller ANFO med lavtetthets AN for dannelse av HANFO sprengstoffer som er detonerbare i lavdiameter borehull uten at det anvendes spesielle følsomhetsgivende midler.

Sprengstoffer ifølge oppfinnelsen vil ha høyt energiinnhold grunnet den uvanlig høye tetthet som oppnås i borehullene og det faktum at de ikke inneholder inerte additiver. Sprengstoffene vil

også tåle høyere statiske og dynamiske trykk enn sprengstoffer som er gjort følsomme ved hjelp av gassbobler.

Det nye sprengstoffet er meget anvendelig i borehull med diametre mindre enn 127 mm, men det kan også anvendes i borehull med større diametre.

Sprengstoffer ifølge oppfinnelsen som inneholder lavtetthets oksyngengivende salter er ikke begrenset til spesielle formuleringer av sprengstoffet slik som de kjente sprengstoffer uten tetthetsreduserende midler. Det nye sprengstoffet kan anvendes både i bulk og patronert form.

Patentkrav

1. Fenghette- eller overdrager (booster) følsomme sprengstoffer for anvendelse i bulk eller patronert form i borehull og omfattende ammonium, natrium og/eller kalsiumnitrat som oksyngengivende salt, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det oksyngengivende salt er ammoniumnitrat eller natriumnitrat og/eller kalsiumnitrat med ustampet bulk tetthet på $0,3-0,75 \text{ g/cm}^3$.
2. Sprengstoff ifølge krav 1 og som er et v-i-o emulsjons-sprengstoff hvor den diskontinuerlige fase er en vandig løsning av et oksyngengivende salt, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det oksyngengivende salt er ammoniumnitrat med ustampet tetthet på $0,3-0,75 \text{ g/cm}^3$ og at ammoniumnitrattet omfatter 10-80 vekt% av det totale sprengstoff.
3. Sprengstoff ifølge krav 1 og som er en blanding av en v-i-o emulsjon og et ammoniumnitrat-brenselolje sprengstoff, tung ANFO eller HANFO sprengstoff, hvor den diskontinuerlige fase til emulsjonen er en vandig løsning av oksyngengivende salt, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det oksyngengivende salt er ammoniumnitrat eller natriumnitrat og/eller kalsiumnitrat med ustampet bulk tetthet på $0,3-0,75 \text{ g/cm}^3$ og at 10-80 vekt% av sprengstoffblandingen omfatter ammoniumnitrat-brenselolje (ANFO).

4. Sprengstoff ifølge krav 1 og som er et ANFO sprengstoff,
k a r a k t e r i s e r t v e d a t
minst en del av ammoniumnitratinholdet er ammoniumnitrat med ustampt bulktetthet på 0,3-0,75 g/cm³.
5. Sprengstoff ifølge krav 1 og som er et vanngel eller o-i-v sprengstoff,
k a r a k t e r i s e r t v e d a t
i det minste en del av ammoniumnitratinholdet er ammoniumnitrat med ustampt bulktetthet på 0,3-0,75 g/cm³.