



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **300318**

(13) B1

(51) Int Cl⁶ C 06 B 31/28, 45/00, 45/14

Patentstyret

(21) Søknadsnr	964107	(86) Int. inng. dag og	
(22) Inng. dag	27.09.96	søknadsnummer	
(24) Løpedag	27.09.96	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	12.05.97	(30) Prioritet	Ingen
(45) Meddelt dato	12.05.97		

(73) Patenthaver	Dyno Industrier ASA, Postboks 614, 3412 Lierstranda, NO
(72) Oppfinner	Jan Hans Vestre, Lier, NO
(74) Fullmektig	Asbjørn Bendiksen, Bryn & Aarflot AS, 0104 OSLO

(54) Benevnelse **Vannfast sprengstoffblanding**

(56) Anførte publikasjoner US 5076867

(57) Sammendrag

Vannfast ANFO-sprengstoff, inneholdende ett eller flere organiske brennstoffer, ett eller flere uorganiske salter, ett eller flere fortykningsmidler, samt et gassgenererende stoff som utvikler gass ved kontakt med vann.

Ammoniumnitrat/olje-sprengstoffer, i det følgende kalt ANFO, har i dag en dominerende plass i verdens totale forbruk av sivile sprengstoffer. I utgangspunktet består ANFO bare av to komponenter, ammoniumnitrat og mineralolje, som brennstoff. Årsaken til at ANFO har denne dominerende plassen som verdens mest benyttede sprengstoff, er i
5 hovedsak at sprengstoffet er sammensatt av to meget billige råvarer og det er svært enkelt å fremstille.

ANFO kan enten produseres på fabrikk og sendes da ut til brukerne, vanligvis emballert i sekker á 25 eller 1000 kg, eller det produseres direkte på brukerstedet.

ANFO-prills har gode flyteegenskaper, dvs. at de strømmer lett i rørledninger, og
10 de er spesielt godt egnet for bulkloading med pneumatisk ladeutstyr. ANFO fylles da i et overtrykksapparat, vanligvis betegnet som en "ladepære", og trykkluft med et trykk på 3-6 bar påsettes. Ved hjelp av en ventil som åpnes og stenges blir ANFO'en blåst inn/ned i borehullene.

Den største ulempen ved ANFO-sprengstoffet er at det ikke tåler vann. Dette
15 problemet løses vanligvis ved at borehullene blåses rene for vann med trykkluft umiddelbart før lading, og at salven skytes hurtigst mulig etter lading. I mange tilfeller er denne teknikken god nok til å lade ANFO i vannfylte hull, bortsett fra dersom slepper i fjellet leder vann inn i borehullet etter at ANFO'en er ladet.

Det er arbeidet meget med å gjøre ANFO til et mer vannfast sprengstoff, men
20 hovedproblemet med en vannfast ANFO er at nye tilsetningsstoffer som skal gjøre ANFO'en vannfast, samtidig forårsaker at produktet både blir dyrere og mer komplisert å fremstille. Derved reduseres også hovedfordelen ved ANFO, nemlig lav pris, og andre vannfaste sprengstoffalternativer blir mer konkurransedyktige.

Fra patentlitteraturen er det kjent to prinsipielle metoder for å gjøre ANFO
25 "vannfast":

Den ene metoden går ut på å tilsette en viss prosentandel av et emulsjonssprengstoff til ANFO. Dette er beskrevet i US-patentskrifter nr. 4.111.727 og 4.181.546. Det resulterende sprengstoffet kalles Heavy ANFO og betraktes vanligvis som en egen klasse sprengstoff. Heavy ANFO lar seg heller ikke lade med pneumatisk
30 ladeutstyr. Heavy ANFO forbindes normalt ikke med en vannfast ANFO.

Den andre metoden går ut på å tilsette såkalte vannfortykningsmidler til ANFO, og disse reagerer med vannet slik at dette blir høyviskøst og stopper videre vanninntrengning i produktet.

I US-patentskrift nr. 4.933.029 er det beskrevet et vannfast ANFO-sprengstoff der
5 vannfastheten oppnås ved å benytte et vannfortykningsmiddel såsom guar gum. I tillegg kan det benyttes vannavstøtende stoffer såsom fettsyrer, voks mm. Også fyllstoffer såsom talk, glasskuler, ekspandert perlitt, svovel mm. kan benyttes for å bremse vanninntrengningen i ANFO.

I US-patentskrift nr. 5.480.500 er det også beskrevet et slikt vannfast ANFO-
10 sprengstoff. I dette patentet er vannfastheten oppnådd ved både å anvende et vannfortykningsmiddel som guar gum og samtidig tilsette et partikkelformig fyllstoff, f.eks. findelt ammoniumnitrat slik at vannet ikke så lett trenger inn i ANFO'en.

Det karakteristiske ved anvendelse av ovennevnte produkt ifølge teknikkens stand er at man tillater noe vann å trenge inn i sprengstoffet, der dette reagerer med ANFO'en og
15 danner en barriere mot videre vanninntrengning. Der hvor vannet alt har trengt inn, vil ANFO'en være ødelagt. Graden av vanninntrengning brukes som et mål på hvor god angjeldende vannfaste ANFO er. I US-patentskrift nr. 5.480.500 måles vanninntrengningen i ANFO ved å helle 100 ml kaldt vann i senter av et ANFO-sprengstoff som er fylt i en 1000 ml målesylinder. I løpet av 15 sekunder helles vannet
20 forsiktig på toppen av sprengstoffet. Den vannfaste ANFO'en og vannet står i 1 time, hvorefter man måler hvor dypt vannet har trengt ned i ANFO'en. Det beste resultatet i omtalte patent var en vanninntrengning på 5,5 cm. I borehull med tilstrømmende vann vil dette i praksis si at sprengstoffet får et sjikt på 5,5 cm der ANFO'en vil være ødelagt av vann og ikke bidra ved detonasjon. Og skulle man helle dagens vannfaste ANFO i et
25 borehull delvis fylt med vann, så vil sprengstoffet blande seg med vannet, og man får en blanding som ikke lar seg detonere.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et vannfast ANFO-produkt som lar seg detonere selv om man heller det ned i et borehull som er delvis fylt med vann. Dette konseptet bygger således ikke lenger på det tidligere kjente prinsipp om at vannet reagerer
30 med det ytre ANFO-sjiktet og danner en barriere som så hindrer videre vanninntrengning i ANFO-sprengstoffet.

Det nye med foreliggende vannfaste ANFO-konsept er at det utnytter vannet i borehullet slik at det dannes en slurry. Denne vannfaste ANFO'en kan således betegnes som en "instant slurry" av watergel-typen.

Det som kjennetegner en watergel-slurry er at den består av oppløste salter av nitrat eller perklorat, og vanninnholdet kan variere fra ca. 10% og oppover mot ca. 30%. Slurrien er fortykket med ulike typer gum og inneholder ofte også noe uoppløst salt, vanligvis ammoniumnitrat. Watergel-slurrien gjøres følsom (sensitiviseres) for detonasjon enten ved kjemisk gassing eller ved tilsetning av porøse partikler såsom hule glasskuler eller ekspandert perlitt.

Vannfast ANFO i henhold til oppfinnelsen ("instant slurry") kan derfor bestå av de samme komponenter (bortsett fra vann, som finnes i borehullet) som er kjent fra patentlitteraturen angående watergel-slurry.

I henhold til foreliggende oppfinnelse kan det anvendes et hvilket som helst kjemisk gassereagens som reagerer med vann i borehullet og som utvikler gassblærer som så sensitiviserer sprengstoffet. Noen eksempler på gassereagenser som kan benyttes er: Natriumbikarbonat, aluminium, nitritt (særlig natriumnitritt) og kalsiumkarbid. For at de tre førstnevnte stoffene skal reagere med vann og utvikle en gass kreves det at vannet har en lav pH-verdi. Borehullsvannet må derfor surgjøres ved at den vannfaste ANFO'en også inneholder en syre som senker pH- verdien tilstrekkelig til at reaksjon og gassutvikling kan finne sted. Det foretrekkes å bruke én eller flere organiske syrer valgt blant sitronsyre, vinsyre, askorbinsyre og eddiksyre. Det kan også brukes en uorganisk syre som senker vannets pH på hensiktsmessig måte.

De to sistnevnte gassereagensene vil lett dekomponere eller reagere ved lengre tids lagring med AN og små mengder fuktighet som alltid er tilstede i ANFO'en, og disse bør derfor gis et beskyttende vannløselig lag, for eksempel gjennom en mikroinnkapslingsprosess. Natriumbikarbonat foretrekkes som gassereagens fordi det er billig, enkelt å bruke og lagringsstabil sammen med ANFO. Natriumbikarbonat kan brukes i mengder fra 0,1 til 10 vekt% av den totale blandingen. Den foretrukne mengden er fra 0,5 vekt% til 5 vekt%. Sammen med natriumbikarbonat foretrekkes brukt sitronsyre som surhetsregulerende middel, i mengder på 0,5 til 10 vekt% regnet på total blanding. Foretrukket mengde sitronsyre brukt sammen med natriumbikarbonat er 2 til 7 vekt%.

I kombinasjon med et gassreagens kan ANFO'en tilsettes såkalte faste densitetsreducerende midler. Disse stoffene er godt kjent fra slurrylitteraturen og omfatter hule glasskuler, perlitt, skumglass, vulkansk støv eller andre porøse partikler med åpne eller lukkede porer som har en tilstrekkelig lav volum-densitet.

5 Som fortykningsmiddel for vann i vannfast ANFO i henhold til oppfinnelsen kan det benyttes flere ulike typer og kombinasjoner. Disse er også kjent fra patentlitteraturen både når det gjelder vannfast ANFO og watergel-slurry. Noen eksempler på slike fortykningsmidler er: Guar gum; xanthan gum; CMC (karboksymetylcellulose), ulike typer alginater og "super-absorbenter" brukt i moderne bleier og damebind. Kravene som stilles
10 til disse vannfortykningsmidlene er at de tolererer salter i vannet og at de fortykker vannet med en passende hastighet (dvs. i løpet av 1-10 minutter).

Det er også mulig å tverrbinde den fortykkede gum. Som tverrbindingsmiddel kan for eksempel kaliumpyroantimonat eller natriumdikromat anvendes. Generelt kan fortykningsmidlet eller -midlene være tilstede i en mengde av fra 0,1% til 10%, basert på
15 vekten av sprengstoffblandingen. Den foretrukne mengde er fra 2 vekt% til 7 vekt%.

Når vannfast ANFO i henhold til oppfinnelsen, tilsatt natriumkarbonat og syre, helles i et borehull der det står vann, f.eks. noen meter opp fra bunnen, vil ANFO'en blande seg med og fortrenge vannet oppover, samtidig som deler av ANFO'en løser seg opp. Den tilsatte syren vil løse seg i vannet, pH synker og natriumbikarbonatet begynner å
20 spalte seg under utvikling av CO₂-gass. Den utviklede gassen vil presse vannet som er i ferd med å fortykkes, videre opp i den tørre delen av ANFO-søylen, slik at konsentrasjonen av vann ikke blir for høy i den nedre del av borehullet. For å unngå for høy vannkonsentrasjon i bunnen av borehullet bør fortykningsmidlet ikke fortykke vannet alt for fort, men gradvis etter hvert som gassutviklingen kommer i gang og trykker (fordeler)
25 vannet videre oppover i den tørre delen av ANFO-søylen. Det kan også være fordelaktig å benytte en ANFO-blanding med noe finknust stoff, fordi dette også fortrenger vannet mer effektivt.

Eksempler

For å simulere et delvis fylt borehull ble det benyttet stålrør med en diameter på 64 mm og en lengde på 400 mm. Disse ble fylt med vann til 65 mm over bunnen, dvs. at ca. 16% av rørets lengde (eller volum) var fylt med vann. De ulike test-sprengstoffer ble så helt direkte ned i vannet til dette ble fortrengt, og videre til røret var fylt. Bunnen av røret var lukket med en kraftig tape, og etter at rørene var fylt med ANFO, ble også toppen av røret lukket med en kraftig tape som ble perforert med små hull for å slippe ut gassoverskuddet som utvikles. Rørene ble testskutt med en 150 grams primer festet til bunnen av rørene, og detonasjonshastigheten (VOD) ble målt over de øverste 100mm av røret.

Tabell 1 viser resultater med noen testblandinger sammenlignet med to i Skandinavia kommersielt tilgjengelige vannfaste ANFO-typer, nemlig Aqanol og Solamon.

I eksemplene ble ulike vannfaste ANFO-blandinger fylt i 64 mm stålrør som var fylt med 16 vol% vann. Detonasjonshastigheten (VOD) ble sammenlignet med de nevnte to kommersielle vannfaste ANFO-sprengstoffer og med ANFO-blandinger uten gassereagens.

TABELL 1

Komponentenes innhold angir vekt% av den totale blanding.

Eksempel	1	2	3 ¹⁾	4	5 ¹⁾	6 ¹⁾
AN-prill			83,5%	85,5%	84,0%	86,0%
Dieselolje			4,0%	4,0%	-	5,0%
Glykol			-	-	9,0%	-
Urea			2,0%	2,0%	-	-
Guar gum F-21			4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Sitronsyre			4,0%	4,0%	-	3,0%
Vinsyre			-	-	1,5%	-
Na-bikarbonat			2,0%	-	1,5%	2,0%
Borresperse ²⁾			0,5%	0,5%	-	-
Aqanol	100%					
Solamon		100%				
VOD (m/s)	F ³	F ³	2400	F ³	3100	2900

1 = eksempler i henhold til oppfinnelsen

2 = Natriumlignosulfonat fra Orkla ASA

3 = Fail (ingen detonasjon)

P a t e n t k r a v :

1. Vannfast ANFO-sprengstoff, inneholdende et eller flere organiske brennstoffer, ett eller flere uorganiske salter, samt ett eller flere fortykningsmidler,
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at ANFO-sprengstoffet også er tilsatt et gassgenererende stoff som utvikler gass ved kontakt med vann.
2. Vannfast ANFO-sprengstoff i henhold til krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det gassgenererende stoffet er natriumbikarbonat.
- 10 3. Vannfast ANFO-sprengstoff i henhold til krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det inneholder en organisk syre som pH-reduserende middel.