



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **310349**

(13) B1

(51) Int Cl⁷ C 06 B 47/14, 23/02

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19983311	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1998.07.17	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	1998.07.17	(30) Prioritet	1997.07.24, US, 899823
(41) Alm. tilgj.	1999.01.25		
(45) Meddelt dato	2001.06.25		

(71) Patenthaver	Dyno Nobel Inc, Crossroads Tower, 11th Floor, Salt Lake City, UT 84144-0103, US
(72) Oppfinner	Don H. Cranney, South Jordan, UT, US
(74) Fullmektig	Bryns Zacco AS, 0106 Oslo

(54) **Benevnelse** **Fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøvekspløsjoner i forbindelse med ettersprengning**

(56) **Anførte publikasjoner** Ingen

(57) **Sammendrag**

Foreliggende oppfinnelse beskriver en fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøvekspløsjon eksplosjoner etter sprengning i sprengningsoperasjoner innbefattende sulfidholdige malmer, hvilken fremgangsmåte innbefatter (a) å lade et borehull som er blitt boret i et sulfidholdig malmlegeme med et emulsjonssprengningsmiddel som innbefatter en emulgator, en kontinuerlig organisk brennstoffase, et tetthetsreguleringsmiddel og en diskontinuerlig oksidasjonssaltløsningssfase som innbefatter uorganisk oksidasjonssalt(er), vann og urea som en kjemisk inhibitor i en mengde fra ca. 1 til ca. 10 masse-% av sprengningsmidlet, hvilket sprengningsmiddel er ladet i et koblings-forhold med borehullet og (b) detonere sprengningsmidlet.

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøv-eksplosjoner i forbindelse med ettersprengning i sprengningsoperasjoner som omfatter malm som inneholder en relativt høy prosentandel sulfider eller pyritter. Mer spesielt vedrører oppfinnelsen en fremgangsmåte som innbefatter (a) fylle et borehull som har blitt boret i et sulfid/pyrittholdig malmlegeme med et emulsjonssprengningsmiddel som inneholder urea som en kjemisk inhibitor i sin diskontinuerlige oksidasjonssaltløsningsfase og (b) detonere sprengningsmidlet.

Den kjemiske inhibitoren som brukes ved fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse er urea i en mengde fra ca. 1 til ca. 10 vekt-% av sprengningsmidlet. Den kjemiske inhibitoren virker til å undertrykke den raske, energetiske reaksjonen av restnitrater eller No_x (som kan være tilstede etter detonasjon av sprengningsmidlet) med reaktivt sulfidstøv som kan være tilstede for eksempel fra selve detonasjonen.

Sulfidstøvekspløsjoner har opptrådt i underjordiske gruver i forskjellige deler av verden, spesielt i gruver hvor malmlegemet inneholder massive sulfidavsetninger som kan ha svovelinhold så høyt som 50% eller mer. Selv om sulfidkonsentrasjonen anses å være hovedbidragsyter til eksplosjonshendelsen, kan andre kjemiske, geologiske eller fysiske faktorer også bidra til et sulfidmalmlegemets tilbøyelighet til å danne støvekspløsjoner.

En mulig forklaring på støvekspløsjonen er at flammen som er dannet av det detonerende sprengningsmidlet, antenner sulfidstøv som er dannet ved selve detonasjonen eller sprengningen (eller støvet kan være tilstede fra en tidligere sprengning eller andre gruveaktiviteter). Den resulterende støvekspløsjonen kan medføre betydelig skade for en gruve og representerer et skadepotensiale for personell i gruen. Disse eksplosjonene kan også danne store mengder svoveldioksid og andre skadelige gasser som kan være tilstede i gruvens atmosfære i mange tider. Støvekspløsjoner resulterer derved i betydelige produksjonstap i gruveoperasjoner.

Forsøk på å kontrollere støvekspløsjoner etter sprengning har vært sentrert om: typen eksplosiver som brukes, så som ANFO, pakkeprodukter, bulkprodukter, etc.; redusere røykdannelseskarakteristikken til eksplosivene ved variasjoner av formuleringen; utforming og oppstilling av sprengningen, innbefattende bruk av forladningsmaterialer av forskjellige typer; andre foranstaltninger som tas ved sprengningsflaten for å redusere eller avkjøle eksplosive flammer, så som tåkedannelse, opphenging av kalkposer etc.; og generell opprensing eller fukting av ethvert drivende støv og ved flaten. Disse tilnærmelser, selv om de utvilsomt har vært hjelpsomme, har

vært utilstrekkelig i mer vanskelige malmtyper hvor sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning skjer ved nesten hver sprengning.

- Emulsjonssprengningsmidlet er velkjent innen området og har generelt overlegne
- 5 egenskaper fremfor andre vanlig brukte sprengningsmidler så som ANFO eller pakkede sprengningsmidler, ved å minimalisere potensialene for sulfidstøvekspløsjoner etter sprengningen. Anvendelse av et emulsjonssprengningsmiddel i seg selv, er ikke tilstrekkelig til å forhindre sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning i alle tilfeller, og det har blitt funnet i henhold til foreliggende oppfinnelse at nærværet av en kjemisk inhibitor,
- 10 fortrinnsvis urea, virker som tidligere nevnt til å undertrykke den raske, energetiske reaksjonen til ettersprengning av restnitrater eller No_x fra reaksjonen med sulfidstøv. Et kritisk element ved foreliggende oppfinnelse er derfor å tilsette en kjemisk inhibitor til emulsjonssprengningsmidlet.
- 15 Ifølge oppfinnelsen er det således tilveiebragt en fremgangsmåte som inngitt i innledningen til de medfølgende krav. Fremgangsmåten er kjennetegnet ved de karakteriserende trekk som angitt i de selvstendige krav 1 og 7. Foretrukne trekk fremgår av de medfølgende krav 2 – 6 og 8.
- 20 Oppfinnelsen innbefatter en fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning i sprengningsoperasjoner som innbefatter sulfidholdige malmer, hvilken fremgangsmåte innbefatter (a) fylle et borehull som har blitt boret i et sulfidholdig malmlegeme med et emulsjonssprengningsmiddel som innbefatter en emulgator, en
- 25 oksidasjonssaltløsningsfase som innbefatter uorganiske oksidasjonssalt(er), vann og urea som en kjemisk inhibitor i en mengde fra ca. 1 til ca. 10 vekt-% av sprengningsmidlet, hvilket sprengningsmiddel er fylt i et kopplingsforhold med borehullet; og (b) detonere sprengningsmidlet.
- 30 Den kjemiske inhibitoren, urea, tilsettes emulsjonssprengningsmidlet enten som en del av oksidasjonssaltløsningsfasen eller som en tørr ingrediens eller begge deler. Urea tilsettes i en mengde fra ca. 1 til ca. 10 vekt-% av sprengningsmidlet og fortrinnsvis fra ca. 2 til ca. 6%.
- 35 Den manglende evnen ved de kjente forsøk for å kontrollere eller minimalisere opptreden av sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning i mer vanskelige malmtyper, indikerer at antennelsesmekanismen kan være relativt upåvirket av slike forsøk. En antennelses-

- mekanisme kan være tilstede i den utviklende sprengningssonen umiddelbart etter detonasjonen som medfører reaksjonen av varme gassformige intermediater eller produkter fra detonasjonen (mest vanlig No_x) og også mulige spor av uomsatte nitratsalter med nydannet malmstøv. Slikt støv vil være i en meget reaktiv tilstand ved
- 5 temperaturen rundt detonasjonssonen og, siden det nettopp er dannet, vil det ikke være passivisert av overflateoksidasjon (i motsetning til støv som er tilstede ved overflaten før sprengning). Siden det i det vesentlige ikke er noe oksygen i den utviklende detonasjons-
- 10 sonen, er de varme, gassformige intermediatene og produktene fra detonasjonsreaksjonene (og eventuelt rester av uomsatte nitratsalter) de eneste mulige oksiderende forbindelsene som er tilstede for støvet, og mest sannsynlig er No_x gasser. Den resulterende oksidasjonen av malmpartiklene av No_x eller rest-nitrater vil ytterligere oppvarme partiklene og, når de settes i drift, kan de varme støvpartiklene reagere ytterligere med innblandet oksygen fra gruveluften, og derved bidra i vesentlig grad til den totale varmen og flammenaturen til sprengningen og bidra til antennelse av
- 15 ytterligere sulfidstøv ved innblandet oksygen i gruveluften. Dersom denne mekanismen er korrekt, vil en No_x fjerner som urea i vesentlig grad undertrykke reaksjonen av No_x med malmstøvet og derved redusere eller eliminere denne antennelsesmekanismens bidrag til igangsetting av en sulfidstøveksplasjon.
- 20 Det ublandbare organiske brennstoffet som danner den kontinuerlige fasen av blandingen er tilstede i en mengde fra ca. 3 til ca. 12% og fortrinnsvis i en mengde på ca. 3 til mindre enn ca. 7 vekt-% av blandingen. Den aktuelle mengden som brukes kan varieres, avhengig av det spesielle ublandbare brennstoffet (brennstoffene) som brukes, nærværet av andre brennstoff om noen, og mengden av urea som brukes. For å sikre at noe urea
- 25 forblir uomsatt etter detonasjonen, slik at det kan forhindre sulfidstøveksplasjoner, kan tilstrekkelig urea og organisk brennstoffase tilsettes for å oppnå en total negativ oksygenbalanse med den uorganiske oksidasjonssaltkomponenten. Eventuelt kan mengden av organisk brennstoffase være tilstrekkelig i seg selv for oksygen til å balansere det uorganiske oksidasjonssaltet og derved trenger ikke urea i noen betydelig
- 30 grad å reagere med oksidasjonssalt under detonasjonen. Siden fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse primært vil brukes i underjordiske operasjoner, bør oksygenbalansen imidlertid ikke være for negativ, siden dette kunne resultere i dannelse av andre skadelige ettersprengningsgasser, spesielt karbonmonoksid. Fortrinnsvis bør oksygenbalansen være ca. 0 til -8,0% og mer foretrukket -2.0 til -4.0%. De relative
- 35 mengdene av ublandbart brennstoff og urea kan justeres etter ønske.

De ublandbare organiske brennstoffene kan være alifatiske, alisykliske og/eller aromatiske og kan være mettet eller umettet, så lenge de er flytende ved formulerings-temperaturen. Foretrukne brennstoffer innbefatter tallolje, mineralolje, vokser, parafinoljer, benzen, toluen, xylen, blandinger av flytende hydrokarboner generelt
5 betegnet som petroleumsdestollater så som gasolin, kerosen og dieslbrennstoff, og vegetabiliske oljer så som maisolje, bomullsfrøolje, peanøttolje og soyabønneolje. Spesielt foretrukne flytende brennstoffer er mineralolje, brennolje nr. 2, parafinvokser, mikrokrySTALLINSKE vokser og blandinger derav. Alifatiske og aromatiske nitro-
10 forbindelser og klorerte hydrokarboner kan også brukes. Blandinger av enhver av ovenstående kan brukes. For underjordiske anvendelser hvor foreliggende oppfinnelse normalt vil bli praktisert, vil det foretrukne organiske brennstoffet være flytende med omgivende temperaturer, slik at sprengningsmidlet er pumpbart for å lette håndtering og lading.

- 15 Emulgatorer for bruk ved foreliggende oppfinnelse kan være valgt fra de som konvensjonelt anvendes, og brukes generelt i en mengde fra ca. 0.2 til ca. 5%. Typiske emulgatorer innbefatter sorbitanfetttsyre-estere, glykol-estere, substituerte oksazoliner, alkylaminer eller deres salter, derivater derav og lignende og polymere emulgatorer, så som bisalkanolamin eller bis-polyolderivativ av bis-karboksylerte eller anhydrid-
20 derivatiserte olefinske eller vinyladdisjonspolymerer.

Eventuelt, og i tillegg til det ublandbare flytende organiske brennstoffet og urea, kan andre brennstoffer anvendes i valgte mengder. For å forhindre dannelse av brennende smeltede partikler under detonasjonen, bør ytterligere brennstoffer fortrinnsvis være
25 væske i stedet for faste stoffer.

Den uorganiske oksidasjonssaltløsninger som danner den diskontinuerlige fasen av eksplosive, innbefatter generelt uorganisk oksidasjonssalt i en mengde fra ca. 45 til ca. 95 vekt-% av den totale sammensetningen, og vann og/eller vannblandbare organiske
30 væsker, i en mengde fra ca. 0 til ca. 30%. Siden ammoniumnitrat (AN) er potensielt mer reaktivt med sulfidstøv, kan det fortrinnsvis anvendes andre salter for å erstatte noe eller hele AN i mengdene generelt opptil ca. 50%. De andre oksidasjonssaltene er valgt fra gruppen bestående av alkali og alkaliske jordmetallnitrater, klorater og perklorater. Av disse er natriumnitrat (SN) og kalsiumnitrat (CN) foretrukket.

35 Vann brukes fortrinnsvis i mengder fra ca. 10 til ca. 30 vekt-% basert på den totale sammensetningen og mer foretrukket fra ca. 12 til ca. 25%. Anvendelsen av vann i dette

området hjelper til å kjøle eller senke detonasjonstemperaturene sammenlignet med ANFO og de fleste pakkede produkter og hjelper derved til å forhindre sulfidstøvekspløsjoner.

- 5 Vannblandbare organiske væsker kan, i det minste delvis, erstatte vann som et løsningsmiddel for saltene og slike væsker virker også som et brennstoff for sammensetningen. Videre vil visse organiske forbindelser også redusere krystalliseringstemperaturen til oksidasjonssaltene i løsning. Blandbare faste og flytende brennstoffer i tillegg til urea, kan innbefatte alkoholer så som sukkere og metylalkohol, glykoler så som etylenglykoler, 10 andre amider så som formamid, aminer, aminnitrater, og analoge nitrogenholdige brennstoffer. De slikt er velkjent innen området, kan mengden eller typen av blandbar væske(r) eller faststoff(er) varieres i henhold til de ønskede fysiske egenskaper.

- Emulsjonen inneholder fortrinnsvis begrensede om noe faste brennstoffer andre enn 15 muligens fast urea, om ønskelig. Anvendelsen av tilsatt fast oksidasjonsmiddel så som ammoniumnitratkuler eller annet fast nitrat-perklorat eller kloratsalter som er kjent innen området, kan imidlertid anvendes så lenge produktet forblir effektivt til å forhindre sulfidstøvekspløsjon.

- 20 Tetthetskontrollmiddel kan innbefatte kjemiske gassdannende midler som reagerer kjemisk i sammensetning og danner gassbobler. I tillegg til eller i stedet for kjemiske gassdannende midler, kan det tilsettes hule kuler eller partikler fremstilt av glass, plast eller perlitt for å gi en tendensreduksjon. Siden inerte glasskuler kan danne brennende smeltede partikler under detonasjonen, mens plastkuler eller mikrokuler forbrukes som 25 brennstoff, er plastmikrokuler de foretrukne faststofftetthetsreguleringsmidler. I tillegg, som kjent fra teknikkens stand, kan det brukes mekanisk dannede gassbobler eller tilsetning av skum for å redusere tettheten og sensibilisere emulsjonen.

- Emulsjonen i henhold til foreliggende oppfinnelse kan være formulert på konvensjonell 30 måte. Typisk blir oksidasjonssalt(er), urea og andre vandige løselige bestanddeler først oppløst i vann (eller vandig løsning av vann og blandbart flytende brennstoff) ved en forhøyet temperatur eller fra ca. 25°C til ca. 90°C eller høyere, avhengig av krystallisasjonstemperaturen til saltløsningen. Den vandige løsningen ble deretter tilsatt til en løsning av emulgator og det ublandbare flytende organiske brennstoffet, hvilke løsninger 35 fortrinnsvis er det ved den samme forhøyede temperatur, og den resulterende løsningen røres med tilstrekkelig omrøring til å danne en emulsjon av den vandige løsningen i en kontinuerlig flytende hydrokarbon-brennstoffase. Vanligvis kan dette skje i det

vesentlige umiddelbart med rask omrøring (blandingene kan også fremstilles ved å tilsette den organiske væsken til den vandige løsningen). Røringen bør fortsettes inntil formuleringen er jevn. Tilsetning av faste stoffer så som fast tetthetsreguleringsmiddel (fortrinnsvis av plasttypen) dog eventuelt fast urea eller oksidasjonsmidler kan deretter
5 blandes inn i formuleringen. Når gassdannelse er ønskelig, blir de gassdannede midler tilsatt og blandet homogent i emulsjonen for å danne en jevn avgassing i ønsket mengde. Også de faste ingrediensene om noen kan eventuelt tilsettes sammen med de gassdannende midler, og omrøres i formuleringen på konvensjonell måte. Ytterligere håndtering bør imidlertid følge raskt etter tilsetning av det gassdannende midlet, avhengig
10 av gassdannelseshastigheten, for å forhindre tap eller koalesens av gassbobler.

Det er funnet å være fordelaktig å oppløse emulgatoren i det flytende organiske brennstoffet før tilsetning av det organiske brennstoffet til den vandige løsningen. Denne metoden gjør at emulsjonen dannes raskt med minimal omrøring. Emulgatoren kan
15 imidlertid tilsettes separat som en tredje komponent om ønskelig.

Henvisning til etterfølgende tabell illustrerer ytterligere foreliggende oppfinnelse. Tabell I gir formuleringer og detonasjonsresultater av stabiliserte emulsjoner for bruk i reaktive malmer som kan danne støvekspløsjoner etter sprening. Eksempler 2 og 4 er foretrukket
20 ved at de begge inneholder sekundære oksidasjonssalter og fortrinnsvis tetthetsreduksjonsorgan, dvs. henholdsvis plastmikroballonger og kjemisk avgassing. Som beskrevet under, ble effektiviteten til formuleringen vist i eksempel 2 i tabell I vist å være hensiktsmessig i forsøk i gruver som er utsatt for sulfidstøvekspløsjoner etter sprening.

25 *Feltforsøk 1*

Feltforsøkene ble utført i en koppergruve i en malmsone med en høy konsentrasjon av sulfider. Svovelinnholdet var i overskudd av 40%. Før forsøk med fremgangsmåten i henhold til foreliggende oppfinnelse, hadde sprengning blitt utført i denne gruen ved bruk av ANFO med noen pakkede produkter. Gruvepersonellet tok en rekke
30 foranstaltninger for å prøve å forhindre sulfidstøvekspløsjoner. Disse innbefattet forlading av hullet med en inert patron, nedvasking av sprengningsområdet og bruk av vanntåke for å undertrykke støv dannet av sprengningen. På tross av disse foranstaltninger oppsto det jevnlig sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning i dette området av gruen.

35 Et sprengningsmønster ble ladet med det stabiliserte emulsjonssprengningsmidlet i eksempel 2 i tabell I. Alle andre foranstaltninger som normalt ble tatt med av ANFO, ble

også tatt i dette tilfellet. Sprengningen dannet ikke noen støveksplasjon etter sprengning, og oppsprekningsresultatene var tilsvarende, om ikke bedre, enn det som ble oppnådd med ANFO. Et andre mønster ble ladet i samme drift, men de ytterligere foranstaltninger ble ikke tatt. Igjen dannet sprengningen ikke noen sulfidstøveksplasjon og sprengningsresultatene var meget gode. Som en sammenligning ble et tredje mønster ladet i samme drift med ANFO sammen med anvendelse av alle de angitte foranstaltninger. Resultatet var en kraftig sulfidstøveksplasjon etter sprengning og mer enn 200 fot ventilasjonsrør ble skadet. Et fjerde skudd besto av en annen runde ladet i samme drift med den stabiliserte emulsjonen i henhold til eksempel 2. Ingen ytterligere foranstaltninger ble tatt. Sprengningen dannet ingen sulfidstøveksplasjon etter sprengning og ga utmerkede sprengningsresultater.

Feltforsøk 2

Ytterligere feltforsøk ble utført i en kopper- og sinkgruve i utviklingsområder hvor svovelinnholdet til sulfidmalmen var 45% eller mer. Denne gruen hadde tidligere bruk av standard vanngel og ANFO-produkter medført sulfidstøveksplasjoner etter hver sprengning. Disse eksplasjonene oppsto på tross av flere foranstaltninger som innbefattet avfyring av en runde av gangen (tidligere forsøk i gruen indikerte at multiple sprengninger økte sannsynligheten for en sulfid støveksplasjon), nedvasking av driftsveggene og påføring av en vanntåke ved overflaten. Faktisk hadde gruen diskontinuerlig sprengning i denne driften på grunn av den hyppige opptredenen av sulfidstøveksplasjoner.

En fullstendig runde med ladet med stabilisert repumpbart emulsjons-sprengningsmiddel i eksempel 2 i tabell 1. For denne runden ble alle de normalt brukte foranstaltningene tatt som angitt over. Sprengningen dannet ingen sulfidstøveksplasjon etter sprengning, noe som ble bekreftet av en mangel av enhver gass som normalt detekteres etter slike tilfeller og ved en visuell inspeksjon av sprengningsområdet. Sprengningsresultatene var gode. Det ble utført et annet forsøk i samme området, men denne gang ble ingen av de normale foranstaltninger tatt. Det ble også ladet to skudd i samme drift (en runde og et skår) og detonert samtidig. På tross av fraværet av de angitte foranstaltninger, skjedde det ingen sulfidstøveksplasjon etter sprengning med formuleringen i eksempel 2, og sprengningsresultatene var gode. Det ble utført et tredje forsøk i samme området, som innbefattet fem separate ladepunkter (to runder og tre skår) for den stabiliserte emulsjonen i eksempel 2. Ingen andre foranstaltninger ble tatt. På grunn av den multiple ladningen, var gruvepersonellet sikker på at en sulfideksplasjon sannsynligvis ville skje. Sprengningen ga gode resultater og det skjedde ingen sulfidstøveksplasjon.

Ytterligere forsøk ble utført i en andre gruve i både drifter og stoper og i andre områder med høyt sulfidinnhold som hadde en forutgående historie med sulfidstøvekspløsjoner. Emulsjonen i eksempel 2 dannet ikke en eneste sulfidstøvekspløsjon etter sprengning. Etter dette forsøket ble det forsøkt å sprengne i de samme områdene i gruen med en tidligere kjent bulkemulsjon som ikke var stabilisert og som derved ikke inneholdt urea, og i dette tilfellet oppsto det sulfidstøvekspløsjoner.

Selv om foreliggende oppfinnelse har blitt beskrevet med henvisning til disse illustrative eksempler og foretrukne utførelsesformer, vil forskjellige modifikasjoner være innlysende for en fagmann innen området og alle slike modifikasjoner er ment å ligge innen beskyttelsesomfanget i de medfølgende krav.

Tabell I

Typisk stabiliserte emulsjoner for bruk i reaktive malmer utsatt for støvekspløsjoner etter sprengning

	1	2	3	4
Ammoniumnitrat	58.4	61.6	71.0	60.3
Natriumnitrat	-	14.1	-	-
Kalsiumnitrat	10.3	-	-	10.5
Vann	18.7	15.4	16.7	18.3
Urea	5.6	2.8	5.4	4.7
Mineralolje	4.6	5.0	4.5	5.0
Emulgatorer	0.4	0.5	0.4	1.0
Plastmikroballonger	-	0.6	-	-
Glassmikroballonger	2.0	-	2.0	-
Kjemisk gassdannende middel				0.2
Tetthet, g/cc	1.20	1.20	1.20	1.10
Minimum forsterker, g pentolitt	50	4.5	9	2
Kritisk diameter, mm	≤50	≤32	≤50	≤32
Detonasjonshastighet, m/sek.	5330	5450	5730	4600

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøveksepsjoner etter sprengning ved

5 sprengningsoperasjoner innbefattende sulfidholdige malmer,

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten innbefatter
følgende trinn:

(a) lade et borehull som har blitt boret i et sulfidholdig malm-

legeme med et emulsjonssprengningsmiddel som innbefatter

10 en emulgator, en kontinuerlig organisk brennstoffase, et tett-
hetsreguleringsmiddel og en diskontinuerlig oksidasjonssalt-
løsningsfase som innbefatter uorganisk oksidasjonssalt, vann
og med urea i en mengde på fra 1 til 10 vekt-% av

15 sprengningsmidlet, hvilket sprengningsmiddel er blandet i et
koplingsforhold med borehullet; og

(b) detonere sprengningsmidlet.

2.

Fremgangsmåte i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

20 at tetthetsreguleringsmidlet er valgt fra gruppen bestående av plastmikroballonger og
gassbobler.

3.

Fremgangsmåte i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

25 at det uorganiske oksidasjonssaltet er valgt fra gruppen bestående av ammonium og
alkaliummetallnitrater og perklorater og alkaliske jord-metallnitrater og perklorater.

4.

Fremgangsmåte i henhold til krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d

30 at det uorganiske oksidasjonssaltet er en kombinasjon av en hovedandel av ammonium-
nitrat og en mindre andel av et annet nitrat eller perklorat.

5.

Fremgangsmåte i henhold til krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d

35 at det uorganiske oksidasjonssaltet er ammoniumnitrat.

6.

Fremgangsmåte i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den organiske brennstoffasen er et flytende organisk brennstoff i en mengde tilstrekkelig for oksygenbalansering av det uorganiske oksidasjonssaltet.

5

7.

Fremgangsmåte for å forhindre sulfidstøvekspløsjoner etter sprengning i sprengningsoperasjoner som innbefatter sulfidholdige malmer,

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten innbefatter:

- 10 (a) lade et borehull som er boret i et sulfidholdig malmlegeme med et emulsjonssprengningsmiddel som innbefatter en emulgator, en kontinuerlig organisk brennstoffase i en mengde fra 3 til 12 vekt-% av sprengningsmidlet, et tetthetsreguleringsmiddel og en diskontinuerlig oksidasjonssaltløsningsfase som innebefatter uorganisk oksidasjonssalt i en
- 15 mengde fra 45 til 95%, vann i en mengde fra 10 til 30%, og urea i en mengde fra 1 til 10 vekt-% av sprengningsmidlet, hvilket sprengningsmiddel er ladet i et forhold med borehullet; og
- (b) detonere sprengningsmidlet.

20 8.

Fremgangsmåte i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at urea er tilstede i en mengde fra 2% til 6%.