



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

216697
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
E 21 C 37/12

(22) Přihlášeno 20 09 76
(21) (PV 6091-76)
(32) (31) (33) Právo přednosti od 19 09 75
(7510559-3) Švédsko
(40) Zveřejněno 31 07 81
(45) Vydáno 15 12 84

(72)
Autor vynálezu LAVON ERIK VOLMAR, SALTSJÖ-BOO (Švédsko)

(73)
Majitel patentu ATLAS COPCO AKTIEBOLAG, NACKA (Švédsko)

(54) Způsob trhání tvrdého materiálu, zejména horniny, a zařízení k provádění tohoto způsobu

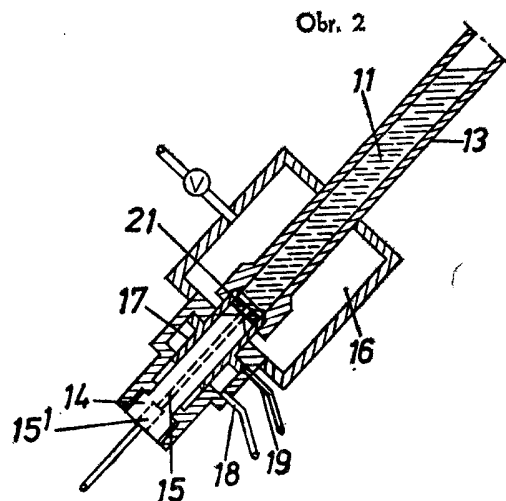
1

2

Vynález se týká hydraulického rozpojování hornin, betonu, kamenných bloků a podobných tvrdých materiálů pomocí tlakové tekuté látky, zejména vody.

Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že nejprve se do materiálu vyvrtá slepá válcová díra, načež se uvede do urychleného pohybu sloupec tekuté látky, zejména vody, který se urychlí na rychlost, dostatečnou pro vytvoření trhlin nárazem sloupce vody na dno a stěny díry.

Zařízení k provádění tohoto způsobu se skládá z nosiče, nesoucího vrtací ústrojí a urychlovací ústrojí pro urychlování sloupce tekuté látky, přičemž urychlovací ústrojí je opatřeno trubicí a prostředky pro vytlačování sloupce tekuté látky a urychlování jejího pohybu, přičemž společný nosič je opatřen ramenem pro přemísťování trubky do předchozí polohy vrtací tyče vrtacího ústrojí.



Vynález se týká způsobu trhání tvrdého materiálu, zejména horniny, při kterém se v hornině vyvrtá nejprve otvor, do kterého se potom zavede relativně nestlačitelná kapalina, například voda; vynález se týká také zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosud se rozpojování horniny provádí nejčastěji pomocí trhavin, avšak trhání hornin trhavinami je hlučné, prašné a znečišťuje okolí, přičemž odletující úlomky vyžadují zajištění bezpečné vzdálenosti pracovníků a strojů od místa odstřelu.

Horninu je možno také rozpojovat drcením, ke kterému je třeba mít k dispozici dostatečný zdroj síly, přičemž dochází u něj k rychlému opotřebování pracovních nástrojů.

Jednou z novějších metod je hydraulické trhání horniny, používané při důlních pracích, při stavbě tunelů a podobných postupech. Při tomto postupu se na horninu působí proudem vody nebo jiné kapaliny, majícím vysokou rychlost a tím také potřebnou kinetickou energii k rozpojování horniny. Tato metoda se provádí různými zařízeními, která jsou schopna vytvářet pulsující nebo přerušovaný paprsek nebo proud vody a která jsou například popsána v patentních spisech USA číslo 3 521 820, 3 784 103 a 3 796 371. Pro tvrdé druhy hornin musí být dopadová rychlost paprsku nebo proudu vody kolem 2000 metrů za sekundu. Proto se tato metoda ještě stále nemůže vyrovnat tradičnímu rozpojování hornin trhavinami, zejména pokud se týká rychlosti postupu, spotřeby energie a celkových nákladů. U zařízení k provádění této metody je třeba ještě vyřešit mnoho technických problémů, jako je únava materiálu, který je vystaven tlaku 1 až 2 GPa, a odstranění nebo alespoň snížení hluku při provozu.

Při provádění staršího způsobu hydraulického rozpojování hornin, popsaného například v německém patentním spisu číslo 241 966, se voda pod tlakem vhání do otvoru, vyvrtaného v uhlénném pilíři, kde se postupně vsakuje do pórů v materiálu kolem vrtu a postupně jej rozpojuje. Uhlí nemůže absorbovat celé přiváděné množství vody, takže přebytečná voda vytéká vyvrtaným otvorem. Při tomto způsobu se produkuje malá trhací síla, která je navíc tlumena měkkým materiálem, kterým je hnědé uhlí, pro které jediná je tento postup použitelný.

Úkolem vynálezu je vyřešit techniku hydraulického trhání kompaktních materiálů včetně tvrdých hornin, která by byla uskutečnitelná pomocí zařízení, pracujícího při nízkých tlacích.

Je třeba připomenout, že pojem „tekutý“, používaný v dalším textu, označuje relativně nestlačitelné látky, které mohou měnit svůj tvar působením síly a mají tak sklon proudit prostorem, kterým jsou obklopeny. Takovými látkami jsou kapaliny, plastické materiály, směsi kapalných a pevných látek, které mohou proudit. Praktickými při-

klady takových látek je voda, olovo nebo modelovací hlína.

Tento úkol je vyřešen způsobem trhání hornin a jiných pevných látek podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do předem vyvrtaného otvoru v hornině se přivádí sloupec relativně nestlačitelné tekuté látky, zejména vody, urychlený na rychlost potřebnou k roztržení pevného materiálu a usměrněný do vyvrtaného otvoru pro roztržení pevného materiálu tlakovými rázy, vznikajícími dopadem sloupce tekutého materiálu na stěnu vyvrtaného otvoru.

Podle konkrétního provedení způsobu podle vynálezu se tekutá látka vytvaruje před přivedením do vyvrtaného otvoru do tvaru sloupce, který se urychlí na rychlost 100 až 300 metrů za sekundu, přičemž se směřuje proti dnu vyvrtaného otvoru.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu sestává z vrtacího ústrojí a z ústrojí pro vytváření a urychlování sloupce tekuté látky, přičemž obě tato ústrojí jsou nesená společným nosičem a ústrojí urychlování sloupce tekuté látky sestává z trubky a z prostředků pro vytlačování a urychlování tekuté látky v této trubce, přičemž nosič je opatřen prostředky pro přemísťování trubky do místa předchozího umístění vrtací tyče vrtacího ústrojí a pro její umístění do souosé polohy a vyvrtanou dírou.

Podle konkrétního provedení zařízení podle vynálezu má trubka vnitřní průměr roven nejméně 70% průměru vyvrtané díry, vytvořené vrtacím ústrojím.

Způsob podle vynálezu umožňuje podstatné zjednodušení trhacích prací, protože pracuje bez nepříznivých vedlejších účinků jako je silný zvukový třesk a možnost odletování úlomků, takže zařízení k provádění tohoto způsobu může být nesené traktorem nebo jiným nosičem a obsluha zařízení může zůstat v blízkosti vrtu, aniž by byla vystavena nebezpečí zranění. Zařízení pracuje s tlaky jen asi do 40 MPa a dokáže roztrhnout třítnový kamenný blok jedinou dávkou asi 1,8 litru vody.

Příklady provedení zařízení podle vynálezu jsou zobrazeny na výkresech, kde znázorňuje obr. 1 podélný řez prvním příkladem provedení zařízení, obr. 2 zvětšený podélný řez, zobrazující ústrojí pro urychlování sloupce vody, obr. 3 podélný řez druhým příkladem provedení zařízení, obr. 4 podélný řez upraveným koncem trubky, vsunuté do vrtu, obr. 5 podélný řez ústím trubky a vrtem, do kterého je vložena usměrňovací vložka, obr. 6 boční pohled na nosič zařízení podle vynálezu, obr. 7 čelní pohled na nosič z obr. 6 a obr. 8 podélný řez alternativním provedením sloupce vody, uzavřeného v pouzdře.

Na obr. 1 a 2 je znázorněno schematicky urychlovací ústrojí **10** pro urychlování sloupce tekuté látky, v příkladech provedení vody. Sloupec **11** vody je vytvořen uvnitř usměrňovací trubky **13**, která je nasměrová-

na do osy předvrtaného otvoru, vytvořeného ve formě slepé válcové díry **12** v hornině nebo v jiném trhaném materiálu. Slepá válcová díra **12** se vyvrtá vrtacím ústrojím, které je společně s urychlovacím ústrojím **10** nesené nosičem.

Urychlovací ústrojí **10** sestává z usměrňovací trubky **13**, jejíž ústí je umístěno v odstupu od ústí slepé válcové díry **12**. Za koncem usměrňovací trubky **13** je umístěna souosa zadní hlava **14**, kterou prochází první podélný kanálek **15**, kterým se dovnitř přivádí voda. V prvním kanálku **15** je umístěn zpětný ventil **15¹**, který zabraňuje zpětnému proudění vody z usměrňovací trubky **13**. Kolem zadního konce usměrňovací trubky **13** je umístěna tlaková komora **16**, plněná stlačeným plynem, zejména vzduchem nebo dusíkem, který slouží pro urychlování sloupce **11** vody, vytvořeného uvnitř usměrňovací trubky **13**. Mezi sloupcem **11** vody a vnitřním prostorem tlakové komory **16** je kruhová destička **21**, která má zajišťovat uzavřený zadní konec usměrňovací trubky **13** a který může být vložen na zadní konec usměrňovací trubky **13** po odšroubování zadní hlavy **14**. Voda při plnění usměrňovací trubky **13** může proudit prvním kanálkem **15** a koncentrickým otvorem v kruhové destičce **21**. V jiném příkladném provedení může být kruhová destička **21** vytvořena bez středního otvoru, přičemž v takovém případě je kapalina přiváděna neznázorněným přívodním potrubím, vedeným radiálně usměrňovací destičkou trubkou **13**. Za určitých podmínek může být kruhová destička **21** vynechána. Vytvořením vodního sloupce **11** s dostatečnou délkou a ovládnutím přívodu tlakového plynu vhodnými prostředky, například pomocí šoupátka **17**, je možno omezit zpětné vystřikování sloupce **11** vody a urychlovat tak vodu bez použití kruhové destičky **21**.

Šoupátko **17** může být posouváno přívodem ovládacího vzduchu jedním ze dvou dalších kanálků **18**, **19**. Při posuvu šoupátka **17** z polohy, znázorněné na obr. 2, působí tlak plynu v tlakové komoře **16** na zadní čelo sloupce **11** vody prostřednictvím kruhové destičky **21** a sloupec **11** vody urychluje svůj pohyb usměrňovací trubkou **13**, přičemž urychlování pokračuje při posuvu sloupce **11** vody usměrňovací trubkou **13** dalším působením rozpínajícího se tlakového plynu v tlakové komoře **16**. Po opuštění ústí usměrňovací trubky **13** sloupce **11** vody proletí mezerou mezi ústím usměrňovací trubky **13** a ústím slepé válcové díry **12** a vnikne do ní.

Když čelo sloupce **11** vody nebo jiné nestlačitelné tekuté látky dosáhne spodního konce slepé válcové díry **12**, vznikne ve sloupci **11** vody okamžitě vysoký tlak, který má za ideálního stavu následující vzorec:

$$P = \rho \cdot C \cdot V,$$

kde ρ je hustota tekuté látky, C je rychlost pohybu tekuté látky a V je rychlost pohybu tekuté látky v okamžiku dosažení dna válcové díry **12**.

Tento tlak působí jak na dno, tak také na stěny slepé válcové díry **12** a překročí-li jeho velikost pevnost materiálu, dojde k jeho porušení a ke vzniku trhlin. Trhliny se dále rozšiřuje působením tlaku tekuté látky, která do ní vniká. Celá kinetická energie je v podstatě spotřebována v okamžiku dopadu, ale pro rozšiřování trhlinek jí ještě zbývají dostatečně velké zbytky, které způsobují rozšíření trhlin až k povrchu například kamenného bloku.

K úplnému roztržení dojde, jestliže nejméně tři trhlinky dosáhnou povrchu bloku. Pro takové roztržení je tedy třeba na jedné straně dostatečný tlak ve válcové díře **12**, který je závislý na rychlosti pohybu sloupce **11** vody, a na druhé straně dostatečné množství tekuté látky, aby po nárazu mohl být ještě rozšiřován dostatečný počet trhlin směrem k povrchu bloku. Jelikož průměr sloupce **11** vody je v podstatě stejný jako průměr vyvrtané slepé díry **12**, znamená to, že sloupec **11** vody musí mít určitou délku, která překračuje hodnotu, závislou na hloubce válcové díry **12** a odstupu mezi sousedními vrty.

Kinetická energie sloupce **11** vody může být vyjádřena vzorcem

$$E = \rho/2 \cdot A \cdot L \cdot V^2,$$

kde

ρ je hustota sloupce **11** tekuté látky

A je plocha příčného průřezu sloupce **11** tekuté látky

L je délka sloupce **11** tekuté látky a

V je rychlost sloupce **11** tekuté látky.

Proto podmínky pro úplné rozrušení materiálu mohou být vyjádřeny požadavkem na určitou rychlost a určitou kinetickou energii sloupce **11** tekuté látky.

V praxi je tlak a kinetická energie ve vrtu ovlivněna několika činiteli. Na tlak má vliv výskyt trhlin v přírodním materiálu a pro vyloučení jejich vlivu musí být v určitém okamžiku použito větší množství energie. Větší množství energie je také potřebné pro rozrušování tvrdších materiálů, přičemž záleží také na umístění vrtu, protože méně energie je třeba pro radiální rozdělování bloku než pro vytrhávání kráteru ve stěně.

Sloupec **11** tekuté látky se v praxi má pohybovat rychlostí od 100 do 300 metrů za sekundu, přičemž hodnota kinetické energie se pohybuje od 500 do 20 000 J. Pro dosažení dostatečné hmotnosti pro dosažení takových energetických hodnot je třeba, aby sloupec **11** tekuté látky měl délku od 0,2 do 2,0 metru; optimální hodnoty jsou závislé na hloubce vrtu, jeho průměru atd.

Při praktickém využití způsobu podle vy-

nálezu se předpokládá, že trhliny nejprve vzniknou v oblasti dna válcové díry **12** a odtud se rozbíhají do stran, aby rozpojily co největší objem materiálu.

Tlak plynu v tlakové komoře **16** je využit pro urychlení sloupce **11** vody a po nárazu sloupce **11** vody na dno slepé válcové díry **12** se kinetické energie sloupce **11** vody přemění na hydrostatický tlak. Byla provedena řada zkoušek, která ukázala, že tlak začíná vznikat v okamžiku nárazu, který se nachází na dně vrtu, přičemž maximální tlak panuje po velmi krátkou dobu. Měření ukázala, že tlaky vznikající nárazem na dno slepé válcové díry **12** jsou několikrát větší než při nárazu sloupce vody na rovinný povrch. Je proto výhodné, že tlak vzniká na dně vrtu a že trhliny se rozšiřují ode dna k povrchu.

Kinetická energie celého sloupce **11** tekuté látky ovlivňuje velikost špičkového tlaku. Proto se projevuje také kinetická energie té části sloupce **11** vody, která se v okamžiku nárazu na dno vrtu nachází v prostoru mezi ústím válcové díry **12** a ústím usměrňovací trubky **13**, která ovlivňuje velikost špičkového tlaku.

Na obr. 3 je znázorněno jiné příkladné provedení zařízení podle vynálezu, kde slepá válcová díra **12** má polohu nezávislou na poloze urychlovacího ústrojí **10**, protože trubka **20** je ohebná a její konec je zasunut do slepé válcové díry **12**. Sloupec **11** vody je urychlován tlakovým plynem v tlakové komoře **16** a pohybuje se proti dnu vrtu. Vzduch, který je v ohebné trubce **20** před vodním sloupcem **11**, je vypouštěn při pohybu vodního sloupce **11** vypouštěcími otvory **22**, přičemž v jiném příkladném provedení může vzduch ucházet kolem obvodu zasunutého konce ohebné trubky **20**. Vnější průměr ohebné trubky **20** je menší než průměr válcové díry **12**, takže koncová část ohebné trubky **20** může být výhodně opatřena středicími žebry nebo přírubami.

Axiální poloha ohebné trubky **20** ve vrtu se může měnit, dokonce může být ústí ohebné trubky **20** umístěno před ústím vrtu.

Na obr. 4 je jiné příkladné provedení konce trubky **13**, které může být použito také a zejména pro ohebnou trubku **20**. Tímto řešením se dosahuje usměrnění tlakového účinku, který je výhodný zejména pro rozpojování bloků, při kterém se vytvářejí trhliny směrem k povrchu **26** bloku. Konec trubky **13** je ze strany vyříznut pro vytvoření bočního otvoru **23** protilehlá stěna trubky **13** proti bočnímu otvoru **23** je opatřena usměrňovacím výstupkem **24**. Podle směru požadovaného usměrnění tvorby trhlin se nasměruje poloha bočního otvoru **23**, takže tlak kapaliny působí proti volnému povrchu **26** bloku.

Obr. 5 znázorňuje alternativní provedení usměrňovacích prostředků, které nejsou vytvořeny vcelku s trubicí **13**, ale tvoří je samostatný usměrňovací klín **25**, který je vsunut na dno vrtu.

Při větších hloubkách vyvrtaných slepých válcových děr **12** je někdy obtížné zajistit, aby sloupec **11** tekuté látky dorazil až na dno v původním neporušeném tvaru, zejména je-li průměr vrtu větší. Proto je na obr. 8 znázorněno příkladné provedení sloupce vody, který je vytvořen uvnitř pouzdra **30**, vytvořeného z jakéhokoliv materiálu, který se snadno poruší zvýšeným tlakem při nárazu sloupce na dno vrtu, například z papírové lepenky nebo z plastické hmoty. Podle jiného provedení může být sloupec **11** opatřen nejen přední kruhovou destičkou v místě působení tlaku, ale také čelní kruhovou destičkou, která má zajišťovat rovinný tvar čela sloupce **11** vody a tím také požadovaný náraz na dno vrtu.

Na obr. 6 a 7 jsou znázorněny nosiče zařízení z obr. 3. Nosič sestává z podvozku **61**, opatřeného pásy **60**. Nosič je dále opatřen lomeným ramenem **62**, které se může zvedat a spouštět a na kterém je upevněna ohebná trubka **20**. Na volném konci ramene **62** je upevněna vodicí tyč **63**, která nese pohonnou jednotku **64** mechanického vrtacího ústrojí. V pohonné jednotce **64** je uchycena vrtací tyč **65** pro vrtání s příklepem. Na podvozku **61** je uloženo také urychlovací ústrojí **10**, od kterého je vedena ohebná trubka **20**, která je pevně přichycena k rameni **62**, aby byly zachyceny setrvačné síly pohybujícího se sloupce **11** vody. Přední konec ohebné trubky **20** je přichycen k vodicí tyči **63**, která je spodním koncem opřena pro zachycení reakcí o terén.

Zařízení pracuje následujícím způsobem.

Nejprve se v hornině nebo v jiném pevném materiálu vyvrtá vrtákem na vrtací tyči **65** slepá válcová díra **12**. Do osy této díry **12** se potom nasměruje ústí ohebné trubky **20** pomocí vodicího ústrojí, které je výhodně natáčivé kolem svislé osy a po vyvrtání otvoru se vrtací ústrojí odkloní a na jeho místo se natočí konec ohebné trubky **20**. Potom se sloupci **11** tekuté látky udělí impulz, kterým se voda urychlí a sloupec vody vletne do vyvrtaného otvoru.

Zařízení upevněné na nosiči může být také opatřeno upraveným ústím ohebné trubky **20**, jak je znázorněno v příkladech na obr. 4 a 5. Oddělený usměrňovací klín **25** (obr. 5) může být upevněn na vodicí tyči **63** a může být do otvoru zasunut před přivedením ohebné trubky **20**.

Před započatím práce je třeba provést několik zkoušek, aby se zjistila optimální délka usměrňovací trubky **13**, která má v příkladech na obr. 1 až 5 hodnotu 1200 mm. Hloubka válcové díry **12** je 160 mm a její průměr 41 mm. Otvory v hornině jsou od sebe vzdáleny 250 mm, přičemž délka sloupce **11** vody byla 500 mm a tlak v tlakové komoře 10 MPa.

Uvedená teorie, týkající se podmínek, které musí být dodrženy pro dosažení optimálního nárazu, nepočítá s účinky, vyvolanými stlačením objemu vzduchu uvnitř vrtu mezi

sloupcem kapaliny a dnem vrtu. Studiemi tlaků ve zkušebních vrtech se zjistilo, že stlačení vzduchu uvnitř vrtu ovlivňuje příznivě průběh rozpojování, zejména příznivě ovlivňuje tvoření trhlin, které jsou potřebné pro rozrušení horniny.

Bylo také zjištěno, že optimálního průběhu trhání se dosahuje, jestliže plocha příčného průřezu sloupce vody je rovna 70 až 100 % plochy příčného průřezu vrtu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob trhání tvrdého materiálu, zejména horniny, pomocí tlakové tekuté látky, vyznačující se tím, že se nejprve do trhaného materiálu vyvrtá slepá válcová díra, načež se uvede do urychlovaného pohybu sloupec tekuté látky, zejména vody, který se urychlí až k nárazové rychlosti, dostatečné k vytvoření trhlin v materiálu, přičemž se tento pohybující se sloupec vody nasměruje do osy předem vyvrtané slepé válcové díry pro roztržení materiálu tlakovým rázem při nárazu nestlačitelné tekuté látky na vnitřní stěny vyvrtané slepé válcové díry.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že sloupec tekuté nestlačitelné látky se vytvaruje před nárazem na stěny vyvrtané slepé díry v trhaném materiálu do tvaru pístu.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky, tvořené vodou, vytvarovaný do tvaru pístu se urychlí před nárazem na rychlost 100 až 300 metrů za sekundu.

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že pohyb sloupce tekuté látky, zejména vody, se nasměruje proti dnu slepé válcové díry, vyvrtané v trhaném materiálu.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky se usměrňuje do slepé válcové díry trubkou, jejíž koncová část je vsunuta do díry.

6. Způsob podle bodu 5, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky se urychlí na potřebnou nárazovou rychlost uvnitř trubky.

7. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky se uvnitř vyvrtané slepé díry v materiálu alespoň částečně odklání proti boční stěně díry.

8. Způsob podle bodů 5 až 7, vyznačující se tím, že se trubka zasune do vyvrtané slepé díry v materiálu, zejména až do blízkosti jejího dna.

9. Způsob podle bodů 3 až 8, vyznačující se tím, že vodní sloupec se vytváří v délce 0,2 až 2,0 metru.

10. Způsob podle bodů 1 až 9, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky je alespoň částečně obklopen pouzdrem.

Výhodnějšího působení několika zařízení je možno dosáhnout při zpožděném působení jednotlivých zařízení, kterého je možno dosáhnout různým nastavením odstupu ústí trubky 13 od ústí otvoru. Pro rychlost pohybu sloupce 11 vody 200 metrů za sekundu je rozdíl vzdáleností mezi 0,2 a 0,4 m, aby se dosáhlo zpoždění za sebou následujících rázů o hodnotu mezi 1 a 2 milisekundami.

11. Způsob podle bodů 1 až 10, vyznačující se tím, že urychlovaný sloupec tekuté látky se vytváří s průměrem příčného řezu, který je roven 70 až 100 % průměru vyvrtané slepé díry.

12. Způsob podle bodů 1 až 11, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky se vytváří s výhodou s průměrem příčného řezu, který je větší než 90 % světelného průměru vyvrtané slepé díry.

13. Zařízení k provádění způsobu trhání tvrdého materiálu, zejména horniny, podle bodů 1 až 12, vyznačující se tím, že se skládá z vrtacího ústrojí a z urychlovacího ústrojí (10) pro urychlování sloupce (11) tekuté látky, která jsou společně nesena společným nosičem, přičemž urychlovací ústrojí (10) je opatřeno trubkou (13, 20) a prostředky pro vytlačování sloupce (11) tekuté látky trubkou (13, 20) a urychlování jejího pohybu a společný nosič je opatřen ramenem (62) pro přemísťování trubky (13, 20) do předchozí polohy vrtací tyče (65) vrtacího ústrojí a pro směřování trubky (13, 20) do osy vyvrtané slepé válcové díry (12).

14. Zařízení podle bodu 13, vyznačující se tím, že trubka (13, 20) má vnitřní průměr roven 70 % průměru vyvrtané slepé válcové díry (12).

15. Zařízení podle bodů 13 a 14, vyznačující se tím, že sloupec tekuté látky je tvořen sloupcem (11) vody, určeným pro urychlení na rychlost 100 až 300 metrů za sekundu, který má délku od 0,2 do 2,0 metru.

16. Zařízení podle bodů 13 až 15, vyznačující se tím, že ústí trubky (20) je upraveno pro vsunutí do vyvrtané slepé válcové díry (12), zejména do blízkosti dna, pomocí usměrňovacích prostředků.

17. Zařízení podle bodu 16, vyznačující se tím, že trubka (20) je v oblasti svého konce opatřena usměrňovacím výstupkem (24) nebo usměrňovacím klínem (25) pro usměrnění sloupce (11) tekuté látky proti části boční stěny slepé válcové díry (12).

18. Zařízení podle bodu 17, vyznačující se tím, že usměrňovací výstupek (24) je vy-

tvořen vcelku s trubicou (20), která je opatřena na opačné straně výstupním bočním otvorem (23), protilehlým k usměrňovacímu výstupku (24).

19. Zařízení podle bodů 16 až 18, vyznačující se tím, že trubka (20) je opatřena vypouštěcími otvory (22) pro vypouštění objemu vzduchu, nacházejícího se před čelem vodního sloupce (11) uvnitř trubky (20).

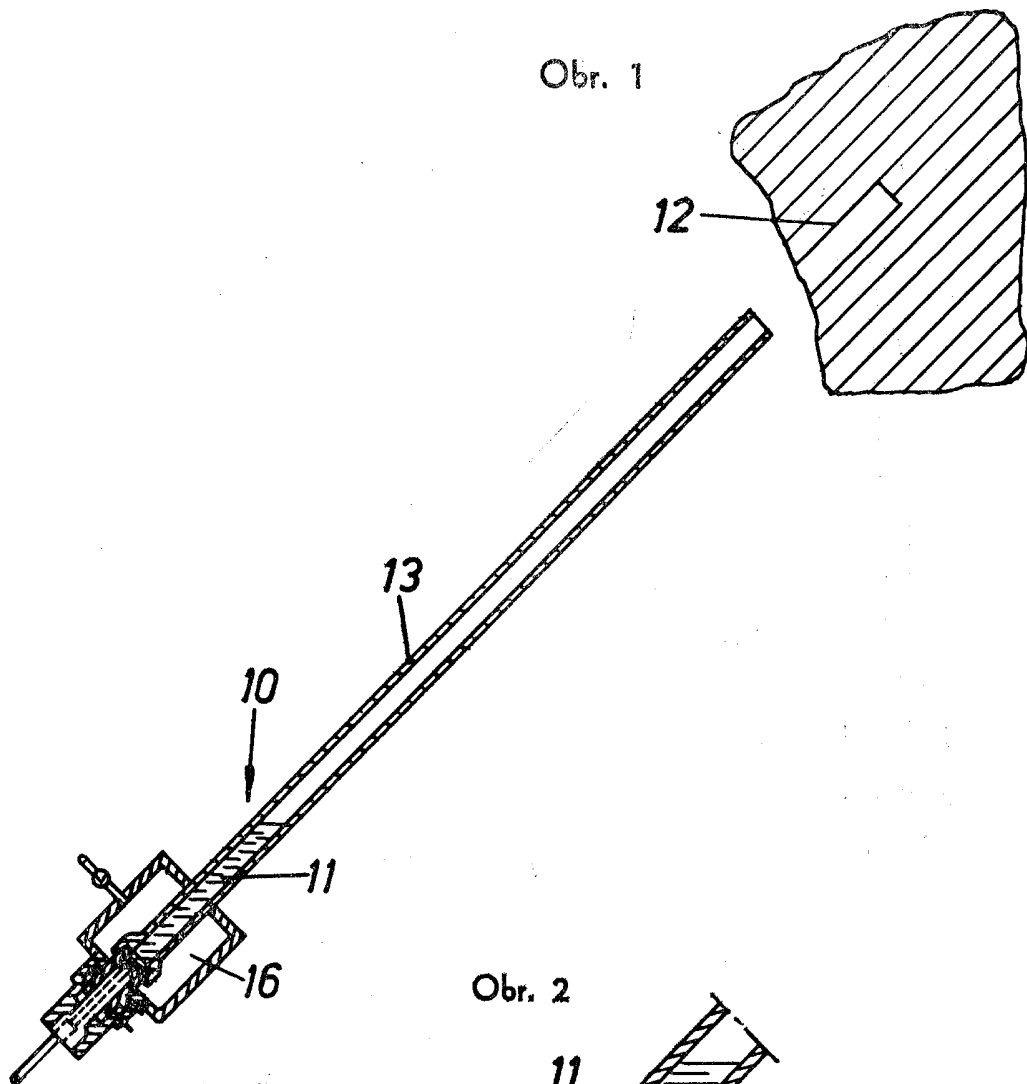
20. Zařízení podle bodů 13 až 19, vyznačující se tím, že sloupec (11) tekuté látky je

alespoň částečně obklopen pouzdrem (30).

21. Zařízení podle bodů 13 až 21, vyznačující se tím, že sloupec (11) tekuté látky má průměr svého příčného průřezu roven 70 až 100 % průměru vyvrtané slepé válcové díry (12).

22. Zařízení podle bodu 21, vyznačující se tím, že sloupec (11) tekuté látky má průměr svého příčného průřezu s výhodou větší než 90 % světlého průměru vyvrtané slepé díry (12).

Obr. 1



Obr. 2

