



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102000900824457
Data Deposito	24/02/2000
Data Pubblicazione	24/08/2001

Priorità	121,982
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	B		

Titolo

ORIENTAMENTO DI UGELLO PER PUNTA DA PERFORAZIONE DELLA ROCCIA A RULLI
CONICI.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Orientamento di ugello per punta da perforazione della roccia a rulli conici"

di: BAKER HUGHES INCORPORATED, nazionalità statunitense, 3900 Essex Lane, Houston, Texas 77027 (STATI UNITI D'AMERICA)

Inventori designati: HARRIS, Thomas M.; LEDGERWOOD, Leroy W. III; WIESNER, Brian C.; BERZAS, Sean K.; BAKER, Brian A.

Depositata il: 24 FEB. 2000

** * **

TO 2000A 000176

DESCRIZIONE

La presente domanda rivendica i benefici della domanda di Brevetto provvisoria numero di serie 60/121.982, depositata il 25 febbraio 1999.

Campo Tecnico

La presente invenzione si riferisce a punte per la perforazione del terreno utilizzate nelle industrie del petrolio, del gas e delle miniere, in particolare quelle aventi configurazioni di ugelli per impedire che i denti dei coni "si impastino" con detriti compattati dal terreno.

Tecnica di Sfondo

Howard R. Hughes ha inventato una punta da perforazione con coni rotanti utilizzata per perforare

pozzi di petrolio e di gas, denominandola "punta da roccia" poiché ha perforato dall'inizio con sorprendente facilità la dura piattaforma rocciosa che sovrastava la formazione di sfruttamento nello Spindletop Field vicino a Beaumont, Texas, Stati Uniti d'America. La sua punta ha avuto un immediato successo, ed alcuni hanno affermato che si trattava della più importante invenzione che ha reso commercialmente disponibile nel mondo intero la trivellazione rotativa di petrolio e di gas (Brevetto statunitense n. 930.759, "Drill" (Punta da perforazione), 10 agosto 1909). Più di qualsiasi altra, questa invenzione ha trasformato le economie del Texas e degli Stati Uniti d'America in giganti produttori di energia. Ma la sua invenzione non era perfetta.

Benché la punta di Mr. Hughes frantumasse la roccia con impressionante velocità, essa avanzava a stento nelle formazioni molli, come gli schisti intorno a Beaumont e nella costa del golfo del Messico negli Stati Uniti d'America. I detriti di schisto talvolta si compattavano tra i denti della punta "di Hughes" finché quest'ultima non era più in grado di penetrare nel terreno. Quando era riportata in superficie, la punta era spesso, come dicevano i perforatori, "impastata" con schisto - talvolta fino al

punto in cui le frese non potevano più ruotare. Un impastamento anche moderato rallentava la velocità di perforazione e provocava il nascere di preoccupazioni nelle organizzazioni tecniche di Hughes e dei suoi concorrenti.

Sforzi creativi e laboriosi si sono susseguiti per decenni per risolvere il problema di "impastamento" delle punte nelle formazioni più molli, come si deduce dai Brevetti secondo la tecnica anteriore. Si sono ottenuti miglioramenti impressionanti, compresa una punta con denti intercalati o in presa tra loro in cui corone circonferenziali di denti su un cono ruotano attraverso gole circonferenziali opposte, e tra corone di denti, su un altro cono. Essa prevedeva spazi aperti sui due lati dei denti della corona interna e all'interno dei denti di tallone. Il materiale generato tra i denti era spostato entro le gole aperte, che erano pulite dalle corone di denti intercalate. E' stato affermato, e dimostrato durante la perforazione, che "... i denti agiranno in modo da pulirsi reciprocamente dal materiale aderente." (Scott, Brevetto statunitense n. 1.480.014, "Self-Cleaning Roller Drill" (Punta a rulli autopulenti), 8 gennaio 1924.) Questa invenzione ha condotto ad una punta a due coni realizzata mediante "... taglio dei

denti in corone circonferenziali ampiamente distanziate ..." Questa punta comprendeva "... una serie di lunghi scalpelli affilati che non si consumano per lunghi periodi." I coni erano coni a rotolamento semplice con corone di denti in presa, ed un cono era privo di una corona di tallone. L'effetto autopulente delle corone in presa si estendeva così su tutta la punta, caratteristica che contrasterebbe la tendenza dei denti ad impastarsi in formazioni molli. (Scott, Brevetto statunitense n. 1.647.753, "Drill cone" (Cono per punta da perforazione), 1 novembre 1927.)

Denti intercalati sono rappresentati per la prima volta su una punta a tre coni nel Brevetto statunitense n. 1.983.316. Il perfezionamento più significativo consiste nella larghezza delle gole tra i denti, che era doppia di quelle della struttura a due coni senza aumentare il fondo non tagliato. Questa struttura combina anche denti di una stretta corona interna intercalata con corone di tallone larghe non intercalate.

Un ulteriore perfezionamento nella struttura è illustrato nel Brevetto statunitense n. 2.333.746, in cui i denti di tallone più lunghi sono stati parzialmente eliminati, caratteristica che riduceva l'impastamento e migliorava la velocità di penetrazione.

Una affinazione della struttura consisteva nella sostituzione degli stretti denti interni con un numero minore di denti larghi, il che migliorava ancora le prestazioni nella perforazione di schisto.

A questo punto la struttura base della punta a tre coni era definita: (1) tutti i coni avevano corone interne in presa; (2) un cono aveva una corona di tallone ed un largo spazio o gola equivalente alla larghezza di due corone tra tale corona di tallone e la prima corona interna con denti in presa per mantenerla pulita; (3) un altro cono aveva una corona di tallone ed uno stretto spazio o gola equivalente alla larghezza di un'unica corona tra tale corona di tallone e la prima corona interna senza denti in presa; e (4) un terzo cono aveva una corona di tallone ed una prima corona interna in una configurazione sfalsata e ravvicinata. Uno svantaggio di questa struttura consiste nel fatto che lascia ancora una porzione relativamente grande della struttura di taglio non in presa e soggetta ad impastamento.

Un'altra tecnica di pulitura dei denti dai detriti comportava la proiezione di fluido di perforazione o fango direttamente contro i coni ed i denti da ugelli nel corpo della punta. L'attenzione si è focalizzata sulla miglior configurazione di ugelli e

sulla direzione di proiezione del fluido contro i denti. In questo caso, sono comparse tendenze divergenti, ed un inventore prevedeva che il fluido dagli ugelli fosse "... proiettato in una direzione approssimativamente parallela alla conicità del cono" (Sherman, Brevetto statunitense n. 2.104.823, "Cone Flushing Device" (Dispositivo di lavaggio di un cono), 11 gennaio 1938), mentre un altro prevedeva che il fluido di perforazione fosse proiettato "... approssimativamente perpendicolarmente ai denti di base [di tallone] del cono". (Payne, Brevetto statunitense n. 2.192.693, "Wash Pipe" (Tubo di lavaggio), 5 marzo 1940.)

E' sembrato per un certo tempo che uno sviluppo concluso dopo la seconda guerra mondiale resolvesse completamente l'antico e ricorrente problema di impastamento della punta. Uno sforzo di ricerca congiunto della Humble Oil and Refining Company e della Hughes Tool Company ha prodotto la punta "a getti". Questa punta era destinata ad essere utilizzata con pompe ad alta pressione e punte con ugelli (o getti) che proiettavano fluido di perforazione ad alta velocità tra i coni e direttamente contro il fondo del foro di trivellazione, con una energia ritenuta sufficiente per disperdere rapidamente detriti di schisto, e

simultaneamente impedire l'impastamento dei coni a causa della condizione risultante di flusso altamente turbolento tra i coni. Questo sviluppo non soltanto ha contribuito alla riduzione dell'impastamento della punta, ma ha anche affrontato un altro importante fenomeno che è stato indicato in seguito come ritenuta dei detriti per pressione ("chip holddown" nella letteratura tecnica anglosassone).

Quasi dall'inizio, Hughes ed i suoi ingegneri hanno riconosciuto differenze tra i fenomeni di trivellazione che si verificano in condizioni atmosferiche e quelli che si incontrano in profondità nel terreno. La roccia sul fondo di un foro di trivellazione è molto più difficile da perforare della stessa roccia portata alla superficie del terreno. Simulatori di perforazione in scala hanno dimostrato negli anni 1950 che la rimozione di detriti dal fondo del foro di trivellazione è ostacolata dalla formazione di una torta di filtrazione sul fondo del foro di trivellazione. "Laboratory Study of Effect Of Overburden, Formation And Mud Column Pressures On Drilling Rate Of Permeable Formation" (Studio in laboratorio dell'effetto di pressioni di sovraccarico, della formazione e della colonna di fango sulla velocità di perforazione di una formazione permeabile),

R. A. Cunningham e J. F. Eenick, presentato al 33° Incontro Annuale d'Autunno di S.P.E., Houston, Texas, Stati Uniti d'America, 5-8 ottobre 1958. Benché una torta di filtrazione formata dal fango di perforazione sia vantaggiosa ed essenziale per evitare il franamento della parete del foro, essa riduce anche le efficienze di perforazione. Se vi è una grande differenza tra la pressione nel foro di trivellazione e nella formazione, anche nota come squilibrio o pressione differenziale, questo strato di fango si miscela con i detriti e i materiali minuti dal fondo e forma un robusto strato simile ad una rete tra il cono e la formazione, che impedisce che i denti del cono raggiungano roccia vergine. Il problema è accentuato in fori più profondi poiché sia il peso del fango sia la pressione idrostatica sono intrinsecamente maggiori. Un approccio per superare questo imbarazzante problema consiste nell'utilizzare velocità del getto ancora maggiori nel tentativo di spezzare la torta di filtrazione e staccare detriti in modo che possano essere allontanati attraverso la colonna del pozzo portandoli in superficie.

Il problema della torta di filtrazione ed il problema dell'impastamento della punta sono distinti poiché l'accrescimento della torta di filtrazione,

noto anche come "impastamento del fondo", avviene principalmente a maggiori profondità con fanghi pesanti, mentre l'impastamento della struttura di taglio è più tipico a minori profondità in schisti più fortemente reattivi. Ma questi problemi si possono sovrapporre nello stesso pozzo poiché diverse formazioni e lunghe distanze devono essere perforate dalla stessa punta. Gli inventori non hanno sempre messo in evidenza quale di questi problemi affrontassero, almeno non nei loro brevetti. Tuttavia, una configurazione di getti per avere successo deve affrontare entrambi i problemi; deve pulire i coni ma anche incidere sul fondo per eliminare l'impastamento del fondo.

La direzione della corrente del getto e l'area di impatto sui coni e sul fondo del foro di trivellazione ricevono un'attenzione periodica da parte degli inventori. Alcune soluzioni interessanti, anche se non hanno avuto successo, sono descritte nei brevetti. Un brevetto prevede una punta che proietta un getto tangenziale che spazza l'angolo del fondo del foro, segue un getto radiale, e comprende un getto diretto verso l'alto per spazzare meglio i detriti verso l'alto lungo il foro di trivellazione. (Williams, Jr., Brevetto statunitense n. 3.144.087,

"Drill Bit With Tangential Jet" (Punta di trivellazione con getto tangenziale), 11 agosto 1964.) I coni hanno una disposizione insolita dei coni, compresa una disposizione senza una corona di denti di tallone, e due dei coni non si impegnano con la parete del foro di trivellazione. Un ugello passa per il centro del cono e dell'albero di supporto ed un altro sbocca sul fondo del "braccio" del corpo della punta, vicino all'angolo del foro di trivellazione.

Vi sono alcuni vantaggi nel posizionare gli ugelli il più vicino possibile al fondo del foro di trivellazione. (Feenstra, Brevetto statunitense n. 3.363.706, "Bit With Extended Jet Nozzles" (Punta con ugelli di scarico estesi), 16 gennaio 1968.) La tecnica anteriore mostra anche esempi di sforzi di orientamento della corrente del getto dagli ugelli in modo che questa colpisca parzialmente o tangenzialmente i coni e quindi il fondo del foro di trivellazione secondo un certo angolo davanti ai coni. (Childers, ed altri, Brevetto statunitense n. 4.516.642, "Drill Bit Having Angled Nozzles For Improved Bit and Well Bore Cleaning" (Punta da perforazione avente ugelli angolati per una migliore pulitura della punta e della colonna del pozzo), 14 maggio 1985.)

Un approccio più recente al problema di impastamento della punta è descritto nel brevetto di Isbell e Pessier, Brevetto statunitense n. 4.984.643, "Anti-Balling Earth Boring Bit" (Punta per la perforazione del terreno anti-impastamento), 15 gennaio 1991. In questo brevetto, un ugello dirige una corrente a getto di fluido di perforazione con un nucleo ad alta velocità, oltre il cono e inserti di coni adiacenti, sul fondo del foro di trivellazione per spezzare la torta di filtrazione, mentre una parte periferica a velocità inferiore colpisce il materiale compattato tra gli inserti di coni adiacenti. Il nucleo ad alta velocità passa in posizione equidistante tra una coppia di coni, ed il fluido entro la parte periferica si impegna con ciascun cono in uguale misura. Benché sia stato notato un miglioramento significativo nella riduzione dell'impastamento della punta e del fondo, il problema permane in alcune condizioni di perforazione.

Malgrado gli intensi sforzi degli inventori che lavorano nel ramo delle punte da roccia dal 1909, compresi quelli del primo, Howard R. Hughes, l'antico problema di "impastamento" delle punte da roccia permane. Le soluzioni del passato impediscono l'impastamento in molti ambienti di perforazione, e la

punta che si impasta in misura tale per cui i coni non ruotino più costituisce un tipo di problema che è quasi completamente scomparso. Ora il problema è molto più sottile e spesso sfugge all'individuazione. Spesso si verifica soltanto nell'ambiente di fondo foro e quindi non è sostanzialmente riconosciuto come causa di prestazioni di perforazione scadenti nel campo. La simulazione ha permesso la riproduzione di questo ambiente e quindi ha condotto ad affinamenti e miglioramenti sostanziali delle strutture precedenti.

Sommario dell'Invenzione

Nella presente invenzione, una punta è provvista di ugelli posizionati ed orientati in modo da ottenere velocità di penetrazione superiori ai tipi secondo la tecnica anteriore. Almeno uno degli ugelli ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno dall'asse della punta per una distanza che è almeno uguale ad una distanza dal punto morto superiore della corona di tallone di ciascuno dei coni all'asse della punta. Il punto morto superiore della corona di tallone è il punto più alto che un elemento fresante della corona di tallone raggiungerà durante la sua rotazione intorno al perno di supporto.

Inoltre, l'ugello è orientato in modo da proiet-

tare fluido di perforazione sul fondo del foro di trivellazione in un punto di contatto spostato verso l'interno in misura significativa dalla parete laterale del foro di trivellazione. Il punto di contatto è situato ad una distanza dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza da un punto morto inferiore della corona di tallone all'asse della punta. Preferibilmente la distanza del punto di contatto è non superiore ad una distanza dall'asse della punta ad un elemento fresante più esterno tra ognuno degli elementi fresanti interni di tutti i coni. L'elemento fresante interno più esterno è un elemento che non fa parte di una corona di tallone, ma fa parte della corona di testa o si trova più lontano dall'asse della punta di tutti gli elementi fresanti interni di tutti i coni. Il punto morto inferiore è il punto più basso che la corona di tallone o l'elemento fresante interno più esterno raggiungerà durante la sua rotazione intorno al perno di supporto. Inoltre, la distanza del punto di contatto per l'efflusso dall'ugello è preferibilmente inferiore all'85 per cento del raggio della punta, e nella forma di attuazione preferita è compresa nel campo tra 55 ed 80 per cento del raggio della punta.

L'ugello proietta il suo getto lungo un nucleo

cilindrico di proiezione che è sostanzialmente tangente al lato di uscita della superficie del cono associato, in cui il cono associato è il cono più vicino ad un ugello particolare. Preferibilmente, il nucleo cilindrico di proiezione passa obliquamente tra la corona di tallone e la corona interna più esterna lungo un lato di uscita di uno dei coni.

Quando è orientato in questo modo, una porzione del fluido di perforazione proiettato dagli ugelli passerà su più di una delle corone di ciascuno dei coni. Ciò migliora la pulitura del cono. Inoltre migliora la pulitura del fondo oltre all'evacuazione dei detriti.

Breve descrizione dei disegni

La figura 1 rappresenta una vista in elevazione laterale di una punta per la perforazione del terreno costruita in conformità con la presente invenzione, che mostra schematicamente una proiezione di fluido di perforazione da uno degli ugelli.

La figura 2 rappresenta una vista dal basso della punta per la perforazione del terreno illustrata nella figura 1.

La figura 3 rappresenta una vista schematica di uno degli ugelli per la punta per la perforazione del terreno illustrata nella figura 1.

La figura 4 rappresenta una vista in elevazione laterale di uno dei bracci della punta e di un cono della punta illustrata nella figura 1, visti da un altro lato.

La figura 5 rappresenta una vista schematica dal basso della punta illustrata nella figura 1, che illustra punti morti superiore ed inferiore ed il posizionamento dell'ugello.

La figura 6 rappresenta un grafico che illustra le prestazioni sul campo di punte costruite in conformità con la presente invenzione, confrontate con punte del tipo secondo la tecnica anteriore.

Forma migliore per l'attuazione dell'invenzione

Con riferimento alla figura 1, la punta 11 è una punta per la perforazione del terreno avente un corpo 13. Un perno filettato 15 si estende verso l'alto dal corpo 13 per il fissaggio ad una batteria di perforazione. Il corpo 13 è formato da tre "terzi" o sezioni saldate tra loro, in cui le sezioni hanno bracci della punta 17a, 17b e 17c, come illustrato anche nella figura 2. Ciascun braccio 17 della punta ha un perno di supporto sporgente (non rappresentato) che riceve in modo girevole un cono 19 di forma generalmente conica. Il cono 19a è montato sul braccio 17a della punta, il cono 19b sul braccio 17b della punta,

ed il cono 19c sul braccio 17c della punta. Come illustrato nella figura 1, il cono 19c ruota sul perno di supporto del braccio 17c della punta intorno ad un asse 20 del cono.

Come illustrato anche nella figura 2, una corona più interna 21 di elementi fresanti si trova vicino al vertice o punta di ciascun cono 19, che nella forma di attuazione illustrata comprende inserti di carburo di tungsteno pressati ad interferenza in fori complementari. Il termine "corona" come utilizzato nella presente indica che almeno due degli elementi fresanti su un cono 19 si troveranno alla stessa distanza da un asse 48 (figura 4) di rotazione della punta 11 nel punto morto inferiore, anche se questi due elementi non sono disposti l'uno vicino all'altro. Al posto di elementi di carburo di tungsteno, i coni 19 possono avere elementi fresanti costituiti da denti fresati lavorati nel corpo di ciascun cono 19. Il cono 19a ha anche un elemento fresante 22 disposto direttamente sulla punta.

Ciascun cono 19 ha anche una corona di tallone 23 disposta vicino ad una superficie di definizione del diametro esterno 25. Gli elementi fresanti della corona di tallone 23 servono per tagliare l'angolo o parete laterale del foro di trivellazione, ed hanno

porzioni più esterne disposte in corrispondenza del, o abbastanza vicino al diametro esterno della punta. Nella forma di attuazione illustrata, gli elementi fresanti nella corona di tallone 23 sul cono 19a hanno una forma a scalpello, con creste parallele alla direzione di rotazione del cono. Le corone di tallone 23 dei coni 19b e 19c sono più grandi ed hanno le loro creste perpendicolari alla direzione di rotazione del cono. Una molteplicità di sinterizzati appiattiti 27 resistenti all'usura sono disposti sulla superficie di definizione del diametro esterno 25. Sul cono 19c, inserti alesatori 28 possono essere disposti alla giunzione tra la superficie del cono in corrispondenza della corona di tallone 23 e la superficie di definizione del diametro esterno 25, distanziati tra gli inserti della corona di tallone 23. Gli inserti alesatori 28 sono elementi di carburo di tungsteno più piccoli degli elementi fresanti della corona di tallone 23, disposti leggermente più all'esterno degli elementi fresanti della corona di tallone 23. Benché gli inserti alesatori 28 possano tagliare porzioni di una parete laterale del foro di trivellazione, essi non sono considerati inserti della corona di tallone per gli scopi della presente. Sono possibili molte varianti di configurazioni e

spaziatura degli elementi fresanti.

Oltre alla corona interna più interna 21, ciascun cono 19 ha una corona interna più esterna 29 disposta vicino alla corona di tallone 23. Benché non sia illustrato, un cono può anche avere corone interne addizionali distanziate tra la corona interna più esterna 29 e la corona interna più interna 21. Tipicamente la distanza dall'asse della punta 48 (figura 4) alla corona interna più esterna 29 di ciascun cono 19 è differente. Una delle corone interne più esterne 29 sarà disposta più all'esterno delle corone interne più esterne 29 degli altri coni 19, e sarà indicata nella presente come la corona interna più esterna situata alla massima distanza. Normalmente, gli elementi fresanti 23 della corona di tallone sono tutti situati alla stessa distanza dall'asse della punta 48. Ciò produce una distanza o spaziatura differente tra le corone 23, 29 per i diversi coni 19a, 19b e 19c.

La spaziatura lungo l'asse del cono 19b tra la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29 è abbastanza grande, approssimativamente uguale alle larghezze di due corone 23. La spaziatura tra la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29 del cono 19c è minore, ed è approssimativamente

uguale alla larghezza della corona di tallone 23. La spaziatura sul cono 19a è ancora minore tra le corone 23, 29. In alcune forme di attuazione, le corone 23, 29 si sovrappongono. La spaziatura ravvicinata sul cono 19a fa sì che gli inserti delle corone 23, 29 subiscano un "impastamento" o "riempimento" di detriti tra loro. L'impastamento tende anche a verificarsi tra la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29 dei coni 19b e 19c ed in altri punti sui coni 19. Ciò ostacola l'avanzamento della punta durante la perforazione impedendo che gli elementi fresanti penetrino completamente nel terreno. Ciò produce una diminuzione sostanziale della velocità di penetrazione.

Con riferimento ancora alla figura 2, la punta 11 ha tre ugelli 31a, 31b e 31c, ciascuno dei quali è associato con uno dei bracci 17a, 17b e 17c. Il corpo 13 è cavo ed ha passaggi che sboccano negli ugelli 31a, 31b, 31c (indicati anche complessivamente come ugelli 31) per proiettare fluido di perforazione. Gli ugelli 31a, 31b, 31c sono distanziati di circa 120° l'uno dall'altro rispetto all'asse di rotazione della punta. Ciascun ugello 31 è disposto tra due dei coni 19. Con riferimento alla figura 3, ciascun ugello 31 ha un orifizio 33 avente un diame-

tro minimo D selezionato. Ciascun ugello 31 è un ugello convergente, piuttosto che un ugello diffusore. In un ugello diffusore, la porzione di uscita diverge da una porzione di diametro minore entro l'orifizio. In questa forma di attuazione, l'area di flusso all'uscita non sarà più grande dell'area di flusso in nessun punto lungo l'orifizio 33. Il fluido esce dall'orifizio 33 in una configurazione divergente, che è costituita da una regione convergente conica 45 e da una parte periferica esterna 37 di velocità inferiore. Il profilo di velocità varia con la distanza dall'estremità dell'ugello 31. Il nucleo cilindrico 35 è considerato nella presente come una proiezione immaginaria dall'ugello 31 avente un diametro uguale al diametro dell'orifizio 33.

Due profili di velocità 39, 41 sono illustrati nella figura 3. Il fluido esce da ciascun ugello 31 ad una velocità elevata e trascina ed accelera il fluido circostante in corrispondenza del suo contorno o parte periferica 37. Con il trascinamento di una quantità di fluido maggiore con l'aumento della distanza dall'uscita dell'ugello, il diametro del getto aumenta formando il contorno della parte periferica 37. L'angolo di apertura è tipicamente di sette gradi.

Con riferimento alla figura 5, l'uscita di ciascun ugello 31 è situata molto più vicino ad un lato di uscita di uno dei coni 19 che ad un lato di entrata del cono adiacente. Inoltre, l'uscita di ciascun ugello 31 è situata ad una distanza radiale minima verso l'esterno dall'asse della punta 48. Questa distanza radiale minima dall'asse 48 all'uscita di ciascun ugello 31 è preferibilmente superiore o uguale alla distanza 40 (indicata dalla circonferenza tratteggiata) dall'asse della punta 48 al punto morto superiore ("top dead center" - TDC) della corona di tallone 23 di ognuno dei coni 19, ed in particolare di quello più vicino all'ugello particolare 31. Il punto morto superiore indica il punto più alto che un elemento fresante sulla corona di tallone 23 raggiungerà nella sua rotazione intorno al perno di supporto. La distanza del TDC 40 è misurata da un asse dell'elemento fresante più interno nella corona di tallone 23 di ognuno dei coni all'asse della punta 48. La distanza del TDC 40 per ciascuno dei coni 19 è più vicina all'asse della punta 48 rispetto alle uscite degli ugelli 33. Nella forma di attuazione illustrata, il TDC della corona di tallone 23 per ciascuno dei coni 19 è situato alla stessa distanza 40 dall'asse della punta 48 rispetto agli altri coni.

Ciascun ugello 31a, 31b, 31c è posizionato in modo da dirigere un nucleo cilindrico di proiezione 35a, 35b, 35c (indicati anche complessivamente come nuclei 35) obliquamente attraverso la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29 sul lato di uscita di uno dei coni 19. Ciascun nucleo cilindrico 35 entra in contatto con il fondo del foro di trivellazione in un punto spostato verso l'interno in misura significativa dalla parete laterale 44 del foro. I numeri di riferimento 46a, 46b e 46c (indicati anche complessivamente come punti di contatto 46) nella figure 2 e 5 indicano rispettivamente i punti approssimativi in cui i nuclei 35a, 35b, 35c dagli ugelli 31a, 31b e 31c incidono sul fondo del foro di trivellazione. Ciascun punto di contatto 46 è spostato radialmente verso l'esterno dall'asse della punta 48 di una distanza che è inferiore all'85% del raggio della punta 11 e nella forma di attuazione preferita è compresa nel campo tra 55 ed 80% del raggio della punta 11. I punti di contatto 46 sono così spostati radialmente verso l'interno dalla parete laterale 44 del foro (figura 2) in misura significativa. Inoltre, in questa forma di attuazione, gli ugelli 31 sono paralleli all'asse della punta 48 o leggermente inclinati verso l'interno verso l'asse della punta 48,

facendo in modo che i punti di contatto 46 con il fondo del foro di trivellazione siano leggermente più vicini all'asse della punta 48 rispetto alle uscite degli ugelli 31. In altre forme di attuazione, i punti di contatto 46 possono essere leggermente più lontani dall'asse della punta 48 rispetto alle uscite degli ugelli 31.

Inoltre, ciascun punto di contatto 46 è più vicino all'asse della punta 48 rispetto al punto morto inferiore della corona di tallone 23 di ognuno dei coni 19. Il punto morto inferiore è il punto più basso che ciascun elemento fresante della corona di tallone 23 raggiungerà nella sua rotazione intorno all'asse 20 del perno di supporto (figura 1). Inoltre, nella forma di attuazione preferita, ciascun punto di contatto 46 è disposto più vicino del punto morto inferiore della corona interna più esterna 29 situata alla massima distanza di tutti i coni 19. Il punto morto inferiore ("bottom dead center" - BDC) è illustrato nella figura 5 per la corona interna più esterna 29 di ciascun cono 19. La corona esterna situata alla massima distanza delle corone interne 29 di tutti i coni 19 è disposta sul cono 19a. Il punto di contatto 46a è considerevolmente più vicino all'asse della punta 48 rispetto al BDC della corona

interna più esterna 29 del cono 19a. Il punto di contatto 46b è leggermente più vicino all'asse della punta 48 rispetto al BDC per la corona interna più esterna 29 del cono 19b, e considerevolmente più vicino rispetto alla corona interna più esterna 29 del cono 19a, che si trova alla massima distanza. Il punto di contatto 46c è notevolmente più vicino del BDC della corona interna più esterna 29 del cono 19c e considerevolmente più vicino all'asse della punta 48 rispetto al BDC della corona interna più esterna 29 del cono 19a. La circonferenza tratteggiata 49 nella figura 5 indica la massima distanza del punto di contatto dall'asse della punta 48 per ognuno dei punti di contatto 46, che in questa forma di attuazione è la distanza dal BDC del cono 19a, misurata da un asse o linea centrale di uno degli elementi fre-santi nella corona 29 del cono 19a. In questa forma di attuazione, tutti i tre punti di contatto 46a, 46b, 46c sono situati alla stessa distanza dall'asse della punta 48, benché ciò non sia necessario.

Con riferimento ancora alla figura 1, è rappresentato il nucleo cilindrico 35 per l'ugello 31c. In questa vista laterale del cono 19c, l'asse del cono 20 del cono 19c è situato in un piano perpendicolare all'angolo di osservazione. Secondo questo angolo di

osservazione, il nucleo cilindrico 35 appare approssimativamente parallelo all'asse della punta 48. Con riferimento alla figura 4, è rappresentato soltanto uno dei terzi del corpo 13, che è rappresentato come la porzione contenente il braccio 17c della punta. Quando si osserva la faccia posteriore del cono 19c come nella figura 4, il nucleo cilindrico 35 dell'ugello 31c è rappresentato diretto generalmente verso il basso. In questa forma di attuazione, il nucleo cilindrico 35 è generalmente tangente ad un punto sulla superficie del cono 19c e passa obliquamente attraverso la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29. Questo orientamento è lo stesso per ciascuno degli ugelli 31. L'orientamento produce un nucleo cilindrico 35 del getto che entra in contatto con il fondo del foro di trivellazione 43 (figura 3) nei punti 46a, 46b e 46c (figure 2 e 5) dopo essere passato attraverso la corona di tallone 23 e la corona interna più esterna 29. Il nucleo cilindrico 35 non entra in contatto con la parete del foro di trivellazione o con l'angolo formato con la parete.

Con riferimento alla figura 6, punte costruite in conformità con la presente invenzione, indicate come di tipo E, sono state verificate in condizioni

reali di perforazione sul campo e confrontate con quattro punte del tipo secondo la tecnica anteriore, indicati come tipi A-D. Le punte con i cinque orientamenti di ugello differenti sono state fatte funzionare in condizioni di perforazione simili da un apaltatore di perforazione che lavorava per un operatore in un'area localizzata. Le punte elencate nella figura 6 sono state fatte funzionare in Panola County, Texas, Stati Uniti d'America. Sono state selezionate per confronto ventuno punte. Le punte hanno perforato circa 2000 piedi (600 metri) di miscuglio arenaria/schisto prima di perdere l'affilatura alla sommità del Travis Peak. Tutte sono state fatte funzionare su gruppi rotativi a 70-80 giri/minuto con 40-45 KIPS e 6-7,5 HSI con circa 10,7 ppg di fango. Nella figura 6, l'asse orizzontale rappresenta la velocità di penetrazione in piedi per ora (1 piede = 0,305 m) e l'asse verticale rappresenta la profondità. La media di diverse prove di una punta è rappresentata come barra verticale in questa figura. La posizione della barra da sinistra verso destra indica la velocità di penetrazione media della punta. Le estremità della barra rappresentano la profondità media iniziale e finale per le punte. Il tipo di punta, il numero di punte e lo scarto quadratico

medio della media sono riportati sotto ciascuna barra.

I cinque tipi di punta erano simili tranne per gli orientamenti degli ugelli. Le punte di tipo A avevano ugelli con nuclei di efflusso cilindrici passanti approssimativamente in posizioni equidistanti tra lati di entrata e di uscita dei coni e generalmente verso il diametro esterno. Le punte di tipo B avevano ugelli con nuclei di efflusso cilindrici inclinati verso, e generalmente tangenti rispetto al bordo di entrata del cono più vicino e rivolti verso il diametro esterno. Le punte di tipo C avevano ugelli simili al tipo B, ma con nuclei di efflusso cilindrici inclinati ulteriormente verso l'esterno verso la parete del foro di trivellazione ed anche generalmente tangenti ad un lato di entrata del cono più vicino. Le punte di tipo D avevano ugelli con nuclei di efflusso cilindrici inclinati verso il lato di uscita del cono più vicino e verso la superficie di definizione del diametro esterno. Le punte di tipo E avevano nuclei di efflusso cilindrici orientati in conformità con la presente invenzione.

Il grafico della figura 6 mostra che le punte di tipo E perforano più velocemente di tutti gli altri tipi. Da velocità di penetrazione ("rate of penetra-

tion" - "ROP") media è di circa 22,7 piedi (6,9235 m) per ora. Considerando le medie e gli scarti quadratici medi, le ROP medie delle punte di tipo C e di tipo E sono le due che sono più simili. La differenza tra le punte di tipo E e di tipo C è statisticamente significativa ad un livello di confidenza del 97%. La classificazione della ROP per i cinque tipi di punta differenti corrisponde in modo relativamente preciso a ciò che le prove di laboratorio prevedevano.

L'invenzione presenta significativi vantaggi. I dati di prova, sia in laboratorio sia sul campo, indicano che punte aventi orientamenti degli ugelli in conformità con la presente invenzione hanno velocità di penetrazione superiori a quelle con orientamenti secondo la tecnica anteriore in condizioni simili. Inoltre, le punte in conformità con la presente invenzione hanno una maggiore capacità di pulire sia il cono sia il foro di trivellazione e di evacuare i detriti da sotto la punta. Prove addizionali hanno determinato che l'erosione dei coni non costituiva un fattore di limitazione della vita utile in punte con ugelli orientati in conformità con l'invenzione.

Benché l'invenzione sia stata illustrata soltanto in una delle sue forme, sarà evidente per i tecni-

ci del ramo che essa non è limitata a tale forma ma è suscettibile di diverse varianti senza allontanarsi dall'ambito dell'invenzione. Ad esempio, benché ciascun ugello secondo la forma di attuazione preferita sia orientato in conformità con la presente invenzione, può non essere necessario orientare in questo modo tutti gli ugelli. Inoltre, non è necessario che gli elementi fresanti interni siano disposti in corone, ma essi potrebbero essere distanziati in modo casuale.

RIVENDICAZIONI

1. In una punta per la perforazione del terreno avente un corpo con un asse della punta, una molteplicità di bracci della punta sporgenti dal corpo, un cono montato in modo rotativo su ciascuno dei bracci della punta, in cui ciascuno dei coni ha una corona di tallone di elementi fresanti adiacente ad una superficie di definizione del diametro esterno ed una molteplicità di elementi fresanti interni, perfezionamento comprendente:

almeno un ugello montato sul corpo, in cui l'ugello ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto superiore della corona di tallone di ognuno dei coni all'asse della punta; e

in cui l'ugello è orientato in modo da proiettare fluido di perforazione lungo una linea che passa tra due dei coni più vicino ad un bordo di uscita di uno dei coni che ad un bordo di entrata dell'altro dei coni e posizionata in modo da entrare in contatto con un fondo del foro di trivellazione ad una distanza dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza dall'asse della punta ad un punto morto inferiore della corona di tallone di ognuno dei coni.

2. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 1, in cui la linea lungo la quale l'ugello proietta fluido di perforazione è posizionata in modo da entrare in contatto con il fondo del foro di trivellazione ad una distanza dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza dall'asse della punta ad un punto morto inferiore di un elemento fresante interno più esterno situato alla massima distanza di tutti i coni.
3. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 1, in cui l'ugello ha una configurazione di efflusso con un nucleo cilindrico di proiezione che è sostanzialmente tangente ad un lato di uscita di uno dei coni.
4. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 1, in cui la distanza a cui è situata l'uscita dell'ugello dall'asse della punta è almeno uguale alla distanza dall'asse della punta al punto in cui la linea dell'ugello è posizionata in modo da entrare in contatto con il fondo del foro di trivellazione.
5. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 1, in cui la linea lungo la quale l'ugello proietta fluido di perforazione è posizionata in modo da entrare in contatto con il fondo del foro

di trivellazione in un punto situato verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è non superiore a circa 85 per cento di un raggio della punta.

6. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 1, in cui la linea lungo la quale l'ugello proietta fluido di perforazione è posizionata in modo da entrare in contatto con il fondo del foro di trivellazione in un punto disposto verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza compresa nel campo tra 55 ed 80% di un raggio della punta.

7. In una punta per la perforazione del terreno avente un corpo con un asse della punta, una molteplicità di bracci della punta sporgenti dal corpo, un cono montato in modo rotativo su ciascuno dei bracci della punta, in cui ciascuno dei coni ha una corona di tallone di elementi fresanti adiacente ad una superficie di definizione del diametro esterno ed una molteplicità di elementi fresanti interni; perfezionamento comprendente:

almeno un ugello montato sul corpo, in cui l'ugello ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto

superiore della corona di tallone di ognuno dei coni all'asse della punta; e

in cui l'ugello è orientato in modo da proiettare fluido di perforazione lungo una linea che è posizionata in modo da entrare in contatto con un fondo del foro di trivellazione in un punto di contatto situato ad una distanza dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza dall'asse della punta ad un punto morto inferiore di un elemento fresante interno più esterno situato alla massima distanza di tutti i coni.

8. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 7, in cui la linea lungo la quale l'ugello proietta fluido di perforazione passa tra coni adiacenti ed è situata più vicino ad un lato di uscita di uno dei coni che ad un lato di ingresso dell'altro cono dei coni adiacenti suddetti.

9. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 7, in cui l'ugello ha una configurazione di efflusso con un nucleo cilindrico di proiezione che è sostanzialmente tangente ad un lato di uscita di uno dei coni.

10. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 7, in cui la distanza a cui è situata l'uscita dell'ugello dall'asse della punta è almeno

uguale alla distanza del punto di contatto.

11. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 7, in cui la distanza del punto di contatto è non superiore a circa 85 per cento di un raggio della punta.

12. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 7, in cui la distanza del punto di contatto è compresa nel campo tra 55 ed 80% di un raggio della punta.

13. In una punta per la perforazione del terreno avente un corpo con un asse della punta, una molteplicità di bracci della punta sporgenti dal corpo, un cono montato in modo rotativo su ciascuno dei bracci della punta, in cui ciascuno dei coni ha una corona di tallone di elementi fresanti adiacente ad una superficie di definizione del diametro esterno ed una molteplicità di elementi fresanti interni; perfezionamento comprendente:

almeno un ugello montato sul corpo, in cui l'ugello ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto superiore della corona di tallone di ognuno dei coni all'asse della punta; e

in cui l'ugello è orientato in modo da proietta-

re fluido lungo una linea che è posizionata in modo da entrare in contatto con il fondo del foro di trivellazione in un punto situato all'esterno dell'asse della punta ad una distanza del punto di contatto che è non superiore a circa 85 per cento di un raggio della punta.

14. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 13, in cui la linea lungo la quale l'ugello proietta fluido di perforazione passa tra coni adiacenti ed è situata più vicino ad un lato di uscita di uno dei coni che ad un lato di entrata dell'altro cono tra i coni adiacenti suddetti.

15. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 13, in cui la distanza del punto di contatto è compresa nel campo tra 55 ed 80% del raggio della punta.

16. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 13, in cui l'ugello ha una configurazione di efflusso con un nucleo cilindrico di proiezione, in cui il nucleo passa obliquamente tra un elemento fresante interno più esterno situato alla massima distanza e la corona di tallone in direzione sostanzialmente tangente ad un lato di uscita di uno dei coni.

17. Punta per la perforazione del terreno secondo la

rivendicazione 13, in cui la distanza a cui è situata l'uscita dell'ugello dall'asse della punta è almeno uguale alla distanza del punto di contatto.

18. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 13, in cui la distanza del punto di contatto è non superiore ad una distanza da un punto morto inferiore di un elemento fresante interno più esterno situato alla massima distanza di tutti i coni all'asse della punta.

19. Punta per la perforazione del terreno, comprendente:

un corpo avente un asse;

una molteplicità di bracci della punta sporgenti dal corpo, ciascuno dei quali ha un perno di supporto sporgente;

un cono montato in modo rotativo su ciascuno dei perni di supporto, in cui ciascuno dei coni ha una superficie esterna con elementi fresanti sporgenti da essa, in cui gli elementi fresanti sono disposti in una corona di tallone di elementi fresanti ed in una molteplicità di corone interne di elementi fresanti, comprendenti una corona interna più esterna di elementi fresanti disposta tra la corona di tallone e la corona interna; e

almeno un ugello montato sul corpo e posizionato

in modo da proiettare fluido di perforazione in una configurazione divergente avente un nucleo cilindrico di proiezione che passa obliquamente tra la corona di tallone e la corona interna più esterna lungo un lato di uscita di uno dei coni.

20. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 19, in cui l'ugello ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto superiore della corona di tallone di ciascuno dei coni all'asse della punta.

21. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 19, in cui il nucleo dell'ugello è posizionato in modo da entrare in contatto con un fondo del foro di trivellazione in un punto situato verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza del punto di contatto che è non superiore ad una distanza da un punto morto inferiore di una corona interna più esterna situata alla massima distanza di tutti i coni all'asse della punta.

22. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 19, in cui il nucleo dell'ugello è posizionato in modo da entrare in contatto con un fondo del foro di trivellazione in un punto situato verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una

distanza del punto di contatto che è inferiore all'85 per cento di un raggio della punta.

23. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 22, in cui la distanza del punto di contatto è compresa nel campo tra 55 ed 80 per cento del raggio della punta.

24. Punta per la perforazione del terreno secondo la rivendicazione 19, in cui l'ugello ha una uscita disposta radialmente verso l'esterno rispetto all'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto superiore della corona di tallone di ciascuno dei coni all'asse della punta;
e

in cui il nucleo dell'ugello è destinato ad entrare in contatto con un fondo del foro di trivellazione ad una distanza del punto di contatto dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza da un punto morto inferiore della corona interna più esterna situata alla massima distanza all'asse della punta.

25. Punta per la perforazione del terreno, comprendente:

un corpo avente un asse della punta;

una molteplicità di bracci della punta sporgenti dal corpo;

un cono montato in modo rotativo su ciascuno dei bracci della punta, in cui ciascuno dei coni ha una corona di tallone di elementi fresanti adiacente ad una superficie di definizione del diametro esterno ed una molteplicità di corone interne di elementi fresanti;

almeno un ugello avente una uscita disposta radialmente verso l'esterno dall'asse della punta ad una distanza che è almeno uguale ad una distanza da un punto morto superiore della corona di tallone di ognuno dei coni all'asse della punta; e

in cui l'ugello ha un nucleo cilindrico di proiezione di fluido di perforazione che è posizionato in modo da passare tra due dei coni più vicino ad un lato di uscita di uno dei coni che ad un lato di entrata dell'altro cono, in cui l'ugello è orientato in modo da far sì che il nucleo entri in contatto con un fondo del foro di trivellazione ad una distanza del punto di contatto dall'asse della punta che è non superiore ad una distanza da un punto morto inferiore della corona interna più esterna situata alla massima distanza di tutti i coni all'asse della punta, in cui la distanza del punto di contatto suddetta è non superiore all'85% di un raggio della punta.

26. Punta per la perforazione del terreno secondo la

rivendicazione 25, in cui la distanza del punto di
contatto è compresa nel campo tra 55 ed 80% del rag-
gio della punta.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.



PER INCARICO

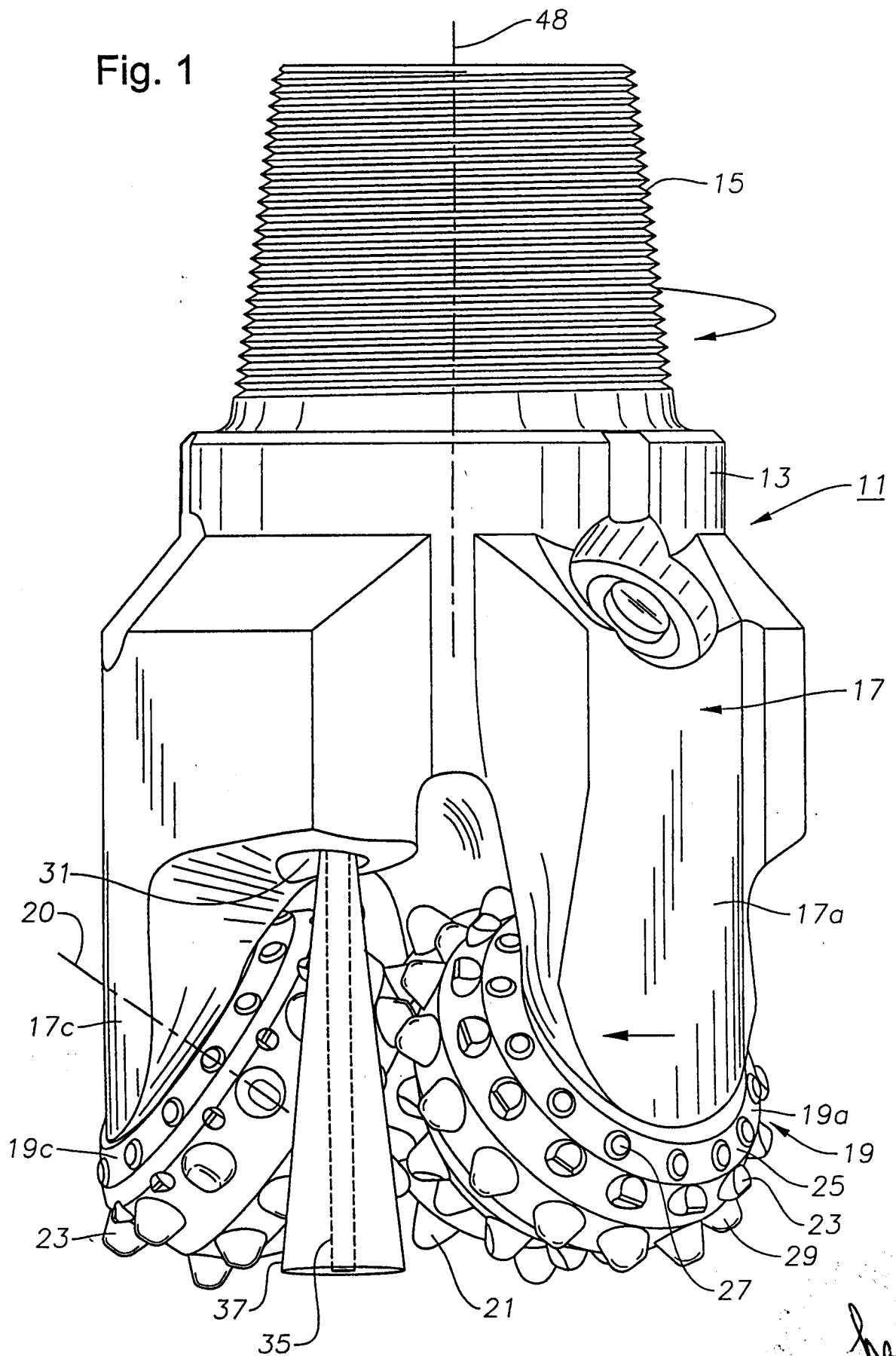
Ing. Angelo GERBINO

N. Iscriz. ALBO 488

Un proprio e per gli altri

Angelo Gerbino

Fig. 1



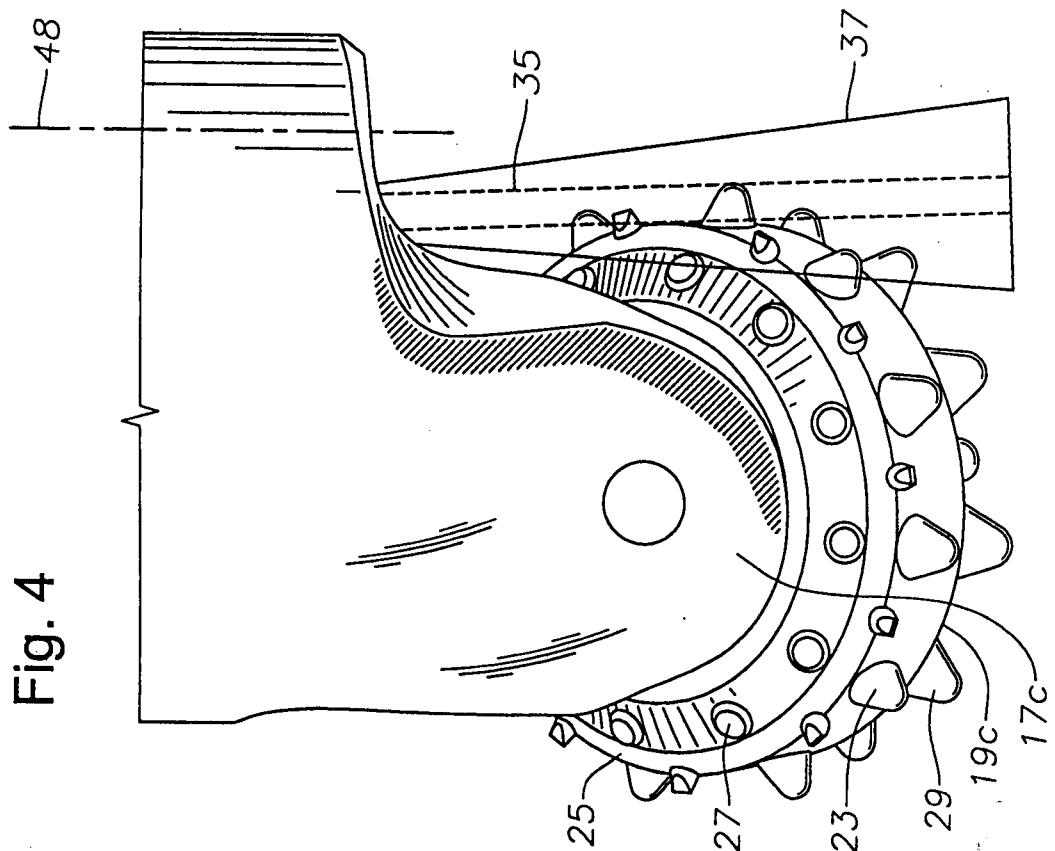


Fig. 4

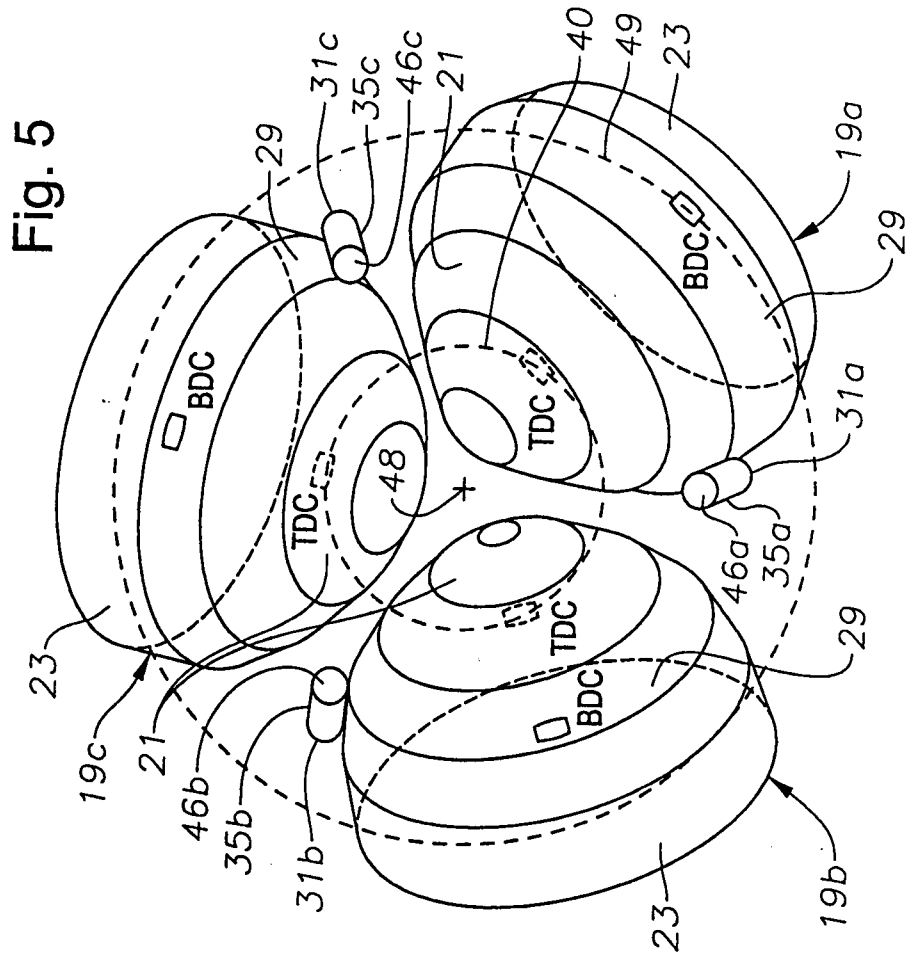
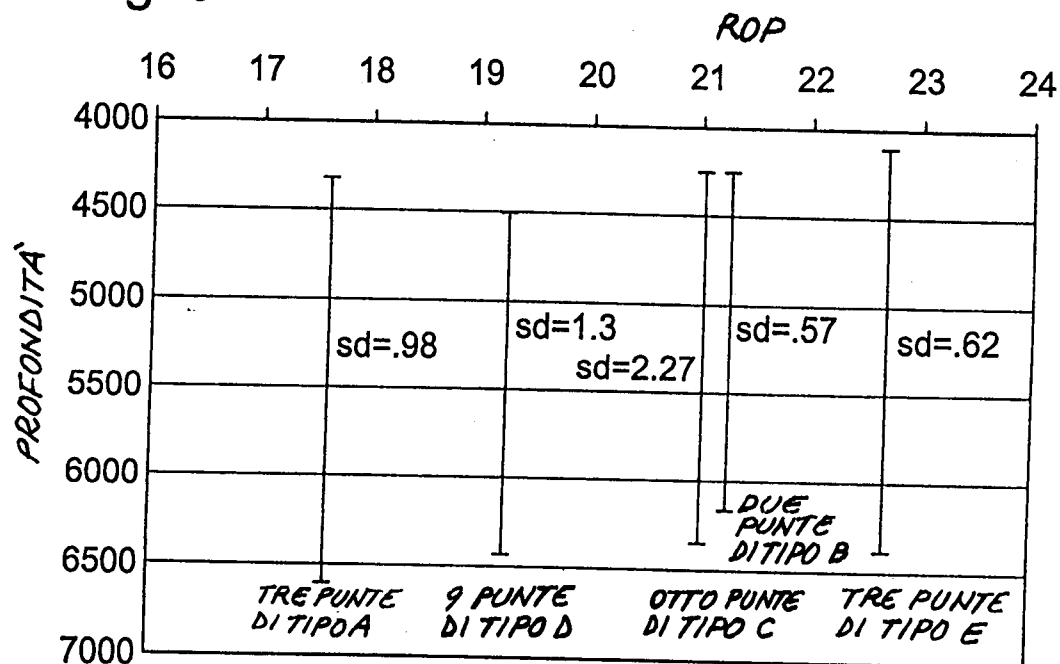


Fig. 5

Fig. 6



Angelo F. L. S.