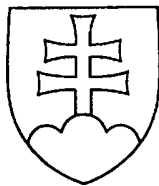


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PATENTOVÁ PRIHLÁŠKA

- (22) Dátum podania prihlášky: **5. 3. 2013**
(31) Číslo prioritnej prihlášky:
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky:
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority:
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **3. 10. 2014**
Vestník ÚPV SR č.: **10/2014**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(96) Číslo európskej patentovej prihlášky:

(11), (21) Číslo dokumentu:

50006-2013

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. (2014.01):

E21B 7/00
H05H 1/00
B23K 9/00

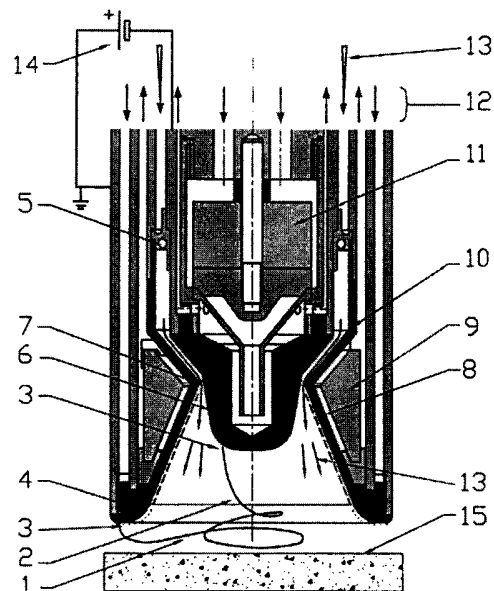
(71) Prihlasovateľ: **GA Drilling, a. s., Trnava, SK**

(72) Pôvodca: **Kočiš Ivan, Mr., Bratislava, SK;**
Horváth Gabriel, Mr., Vozokany, SK;
Dvonč Lukáš, Mr., Partizánske, SK;

(74) Zástupca: **Litvákova Edita, Ing., LITVÁKOVÁ a spol., Patentová, známková a znalecká kancelária, Bratislava 3, SK;**

(54) Názov **Generovanie elektrického oblúka, ktorý priamo plošne tepelne a mechanicky pôsobí na materiál a zariadenie na generovanie elektrického oblúka**

(57) Anotácia:
Generovanie elektrického oblúka, ktorý plošne tepelne a mechanicky pôsobí na materiál tak, že pôsobením magnetického poľa a hydromechanických síl na elektrický oblúk je elektrický oblúk tvarovaný a usmerňovaný, pričom: podstatná časť elektrického oblúka priamo plošne pôsobí na rozrušovaný vodivý a/alebo nevodivý materiál, podstatná časť tepelného toku z elektrického oblúka smeruje do rozrušovaného materiálu, podstatná časť tepelného toku z elektrického oblúka smeruje do rozrušovaného materiálu, pričom oba korene oblúka sa pohybujú po elektródach generátora a elektrický oblúk má výhodne tvar špirály. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka s plošným tepelným a mechanickým pôsobením na materiál obsahujúce osovo symetrické elektródy, t. j. anódu (4) a katódu (6), iskrisko (7), dýzy pre tok pracovného média (5), prívod a odvod chladiacich médií (12), napájanie elektrickým prúdom (14), magnety (9) prstencového tvaru, ktorých rez má tvar trojuholníka, a anóda (4) má tvar difúzora s uhlovým rozpätím od 5° do 130°.



Generovanie elektrického oblúka, ktorý priamo plošne tepelne a mechanicky pôsobí na materiál a zariadenie na generovanie elektrického oblúka.

Oblasť techniky

Vynález sa týka generovania elektrického oblúka, ktorý priamo plošne tepelne a mechanicky pôsobí na materiál a zariadenia na generovanie elektrického oblúka určeného k využitiu najmä pri rozrušovaní materiálov a vŕtaní v geologických formáciách.

Doterajší stav techniky

Generátory termálnej plazmy sú známe už od 40. tých rokov, ako v kategórii s nevyneseným oblúkom, tak aj s vynesným oblúkom (tavné pece v metalurgii). Stav techniky je komplexne spracovaný v monografii Thermal plasma torches Design, Characteristics, Applications edited by M.F. Zukov and I.M. Zasytkin s rozsiahlymi teoretickými podkladmi.

Tepelné pôsobenie elektrického oblúka na materiál môže byť rozdelené do štyroch kategórií:

1. Nepriame pôsobenie prostredníctvom plazmotvorného plynu, zahrievaného elektrickým oblúkom, kde oba korene oblúka sú vo vnútri zariadenia nevyneseného oblúka (konvenčné plazmotróny).
2. Systémy, kde jeden koreň oblúka je vo vnútri zariadenia a druhý koreň oblúka je na vodivom predmete pôsobenia (komerčné systémy s vynesným oblúkom – plazmové rezanie, zváranie a pod).
3. Systémy priameho pôsobenia, kde oba korene elektrického oblúka na elektródach, ako i samotný oblúk sú vynesné do blízkosti predmetu pôsobenia (Niektoré oblúkové pece a vrtné zariadenie Aarts a kol.).
4. Systémy priameho pôsobenia, kde oba korene elektrického oblúka na elektródach sú nevynesené a vo vnútri zariadenia a oblúk samotný (jeho väčšia časť) je vynesný do blízkosti predmetu pôsobenia (predkladaný vynález).

Plazmatróny s nevyneseným elektrickým oblúkom generujú tepelný tok v plazme (torch), ktorá má teplotu cca 5-6 tisíc K.

Vynesený oblúk dosahuje teploty až 15-20 tisíc K, pri vysokých tlakoch (až 1000 bar) 50 až 60 tisíc K, s podstatne vyšším sálavým (radiačným) výkonom.

Tepelné spracovanie materiálov elektrickým oblúkom má už dlhú históriu, od polovice

19.storočia, od objavu tohto javu.

Bola zmapovaná možnosť generovania vysokých teplôt, až niekoľko krát 10 tisíc °K.

Použitie elektrického vyneseneho oblúka sa rozšírilo do oblasti zvarovania a rezania, kde taktiež dochádza k intenzívnemu taveniu materiálu a aj jeho čiastočnému odpareniu. Všetky tieto metódy využívajú spracovávaný materiál, ako jednu elektródu. V tejto oblasti sú významné inovácie už od prvej polovice 20. storočia. Spoločným nedostatkom je použitie zvarovaného alebo rezaného materiálu /kovu/ ako jednej elektródy.

Ako prvá aplikácia plazmy bolo pri tavení kovov v elektrických oblúkových peciach, čo znamenalo prevratnú zmenu v porovnaní s pecami na uhľovodíkové palivá.

Jeden z patentov využívajúci vynesenej oblúk v tejto oblasti bol US pat. 5244488 Ryoda a kol., ktorý po prvý krát nevyužíva taveninu ako jednu elektródu, ale využíva tri elektródy medzi ktorými prebieha oblúkový proces. Na obdobnom princípe je založená metóda popísaná v US Pat. 2979449: Carbothermic reduction of metal oxides autorov Sheer C. A kol., ktorá využíva teploty až 10 000 K na vyparovanie materiálov a ich následnú kondenzáciu pre získanie čistého kovu.

Podobne aj metóda realizácie plazmového reaktora podľa US Pat.7727460 využíva dve elektródy, nezávislé od spracovávaného materiálu, na realizáciu vyneseneho oblúka odparujúceho materiál.

V päťdesiatych rokoch sa postupne objavili prvé aplikácie generátorov tepelnej plazmy najmä pre plazmové rezanie, zvarovanie a plazmové nanášanie, kovových a keramických vrstiev.

V patentoch US Pat.2868950: Electric Metal Arc process and apparatus autora Gage, R.M. ďalej US Pat.3082314: Plasma arc torch autorov Arata, Y. A kol. a US Pat. 4055741: Plasma arc torch autorov Bykhovsky a kol. opisujú vortexové generátory plazmy. Ich spoločným nedostatkom je obmedzenie teploty fagle na relatívne nízke hodnoty teplôt cca 6 000 K až 8 000 K .

Vrcholom použitia plazmových generátorov na tepelné spracovanie materiálov je koncept spriahnutých generátorov / twin plasma torch/, ktorý je popísaný v US Pat. 6744006: Twin plasma torch apparatus autorov Johnson T.P. a kol. Jeho výhodou je elektrická nezávislosť od spracovávaného materiálu. Nedostatkom je nutnosť použitia dvoch plnohodnotných plazmotrónov a vynesenej oblúk je len v tvare úsečky.

Najbližšie problematike predkladaného patentu je vyparovanie materiálu vynesenej oblúkom za účelom tvorby mikro alebo nano častíc.

V článku : Application of transferred arcs to the production of nanoparticles autorov Munz R.J., Addona T., da Cruz A.C. podáva prehľad o využití elektrického oblúka na účely tvorby nanočastíc, odparením materského materiálu. V PhD. práci Adonna T: Experimental and

modelling study of the plasma vapour synthesis of ultrafine AlN powders. Mc Gill University, Montreal, 1998.

Opisované systémy majú jednu spoločnú črtu, ktorá je súčasne aj ich nedostatkom, pretože materiál ktorý sa odparuje je materiál konzumovanej anódy, kde je umiestnený jeden z koreňov vyneseneho oblúka.

Z hľadiska fyziky procesu vyparovania materiálu sú riešenia odparovania laserovým lúčom s veľkými energiami (MW až TW) avšak trvajúcimi len jednotky mikrosekúnd až jednotky nanosekúnd výnimočne aj v oblasti femtosekúnd. Tieto princípy nie sú prakticky použiteľné pre procesy vŕtania, ale sú dobrým teoretickým referenčným zdrojom pre teoretické práce v oblasti procesov odparovania, aglomerácie, kondenzátov, klastrovania, ako i procesov tienenia energetického toku z vyneseneho oblúka vyparenou horninou.

Princíp kumulovaných pulzov.

V rámci výskumu vysokovýkonných radarov a akcelérátorov pre výskum časticovej fyziky, boli vyvinuté zdroje výkonných prúdových pulzov v rozsahu MW až GW okamžitého výkonu.

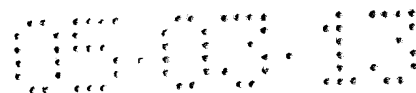
Principiálna hodnota inovácie takýchto zdrojov spočíva v časovej transformácii procesu nabíjania akumulátora energie (súbor kondenzátorov alebo indukčností). Nabíjanie prebieha v časoch niekoľkokrát väčších než je čas vybitia celej uloženej energie. Napríklad nabíjanie počas jednej sekundy 1 kW zdrojom a vybíjanie počas 1 milisekundy uloženej energie vedie k výboju s okamžitým výkonom hodnoty 1 MW. Vybíjanie za kratší časový interval, napríklad za 1 mikrosekundu, umožňuje sústrediť energiu s okamžitým výkonom 1 GW .

Požitie tohoto princípu je možné aj pri generovaní veľkej energie pri elektrohydraulickom jave - respektíve pri generovaní elektro-magnetických polí veľkej intenzity.

Doterajšie konvenčné plazmatróny nedovoľovali využitie takýchto extrémnych výkonov.

V článku N.M.Bulgakova and A.V.Bulgakov. Pulsed laser ablation of solids: Transition from normal vaporization to phase explosion. - Appl. Phys. A, 2001, Vol. 73, p. 199-208 autori popisujú rýchle až explozívne odparovanie materiálu pod účinkom intenzívneho tepelného toku laserového lúča.

Využitie laserového vyparovania má však jeden podstatný nedostatok. Lúč lasera je v podstate bodový zdroj tepla a na pokrytie celej plochy vrtu je potrebné lúč rozostriť, čím klesne podstatne jeho výkonová hustota (W/m^2) alebo lúč je potrebné skenovať po celej ploche a tým klesne výkon dodávaný na jednotkovú plochu o 2 až 3 rády. Obdobne významným referenčným zdrojom je použitie milimetrových elektromagnetických vĺn na natavenie , resp. vyparovanie horniny na účel vŕtania, popísaného v článku: "(1) Annual Report 2009, Millimeter Wave Deep



Elektrohydraulický jav založený na vzniku elektrovýboja vo vodnom prostredí s následným efektom rázovej tlakovej vlny, má extrémne tlakové pôsobenie na blízke predmety. Sú známe aplikácie tohto javu na fragmentáciu horniny respektíve na tvarovanie plechu, ako alternatívy k procesom hydraulického lisovania. Elektrohydraulický jav má vysokú účinnosť vo vodnom prostredí a jeho účinnosť sa znižuje v plynom prostredí z dôvodu rádovo rozdielnej viskozity prostredí.

Konvenčné plazmatróny nedovoľovali využitie tohto javu.

Elektrohydraulický jav, ktorý popísal L. Yutkin v roku 1955 vo svojej práci “(Yutkin, L.A. (1986). Elektrogidrabliceskij efekt . Masinostrojenie – Leningradskoe otdelenie, Leningrad 3806811601; Bluhm, H. et al., “Application of Pulsed HV Discharges to Material Fragmentation and Recycling”, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol. 7, No. 5 Oct. 2000, 625-636; Dubovenko, K. V. et al., “Underwater electrical discharge characteristics at high values of initial pressure and temperature”, IEEE International Conference on Plasma Science 1998 1998; Hasebe, T. et al., “Focusing of Shock Wave by Underwater Discharge, on Nonlinear Reflection and Focusing Effect”, Zairyo (Journal of the Society of Materials Science, Japan), vol. 45. No. 10 Oct. 15, 1996, 1151-1156; Weise, Th.H.G.G. et. al., “Experimental investigations on rock fractioning by replacing explosives with electrically generated pressure pulses”, IEEE International Pulsed Power Conference – Digest of Technical papers v 1 1993 1993.) popisuje využitie tepelného účinku vo vnútri prierezu iskrového výboja alebo oblúka vo vode, následnej tepelnej explozie a ďalej generovanie rázovej tlakovej vlny, ktorá rozrušuje, alebo deformuje materiál v jej blízkosti.

Podrobné účinky a procesy rázových vln popísal J. von Neumann and R. D. Richtmyer v „A method for the numerical calculation of hydrodynamic shock” J. of Appl. Physisc 21, 232-237 (1950).

V patentovej literatúre je klasický generátor termálnej plazmy (plazmatrón) spracovaný v pat. US3944778 „Electrode assembly of plasmatron“, autor Bykhovskiy z roku 1976, kde riešenie už obsahuje základné princípy dnešných plazmatrónov, vrátane dvojice plazmatrónov medzi ktorými je vynesý elektrický oblúk. Začiatok éry vývoja najpokrokovejších plazmatrónov predstavuje US5801489 autora Ruttberga a kol. Je to prvý trojfázový vysokovýkonný plazmatrón využívajúci Lorenzove sily na pohyb oblúkov pozdĺž elektród.

Osobitnou kategóriou tepelnej plazmy sú plazmotróny, kde plazmotvorným plynom je vodná

para, v určitých prípadoch aj voda, ktorá sa v zariadení mení na paru. Prvé experimenty s elektrickým oblúkom a vodou urobil H. Gerdien, A. Lotz Wiss. Veröffentlichungen Siemenswerk 2, 489, 1922 a neskôršie H. Maecker. Zeitschrift fuer Physik 129, 108-122, 1951 a najmä Hrabovský a kol., IEEE Trans. on Plasma Science 3, 1993.

Významné výsledky dosiahli Hrabovský a kol. pri výskume vodného plazmového generátora, kde rotujúca vodná hladina predstavuje súčasne aj nádobu, aj odparník pre tvorbu pary ako plazmotvorného média. Rádovo vyššie špecifické teplo vody oproti používaným plynom dáva dobrý predpoklad na rozvoj účinných generátorov tepelnej plazmy s vodnou parou ako plazmotvorným plynom ako ekologicky priaznivej technológie.

Podstatným spôsobom spracoval problematiku z hľadiska rekuperácie tepla a životnosti elektród B. I. Michajlov: Perspektivy praktičeskovo ispolzovanja elektrodugovoj vodno-parnoj plazmy. Teplofizika i airodinamika, Zvázok 9, Vydanie 1, Ústav teoretickej a aplikovanej mechaniky SORAN., Novosibirsk, 2002, UDK. 537.523.5.

Aplikácia veľkého tepelného toku generovaného plazmotrónom v podobe fakle "post glowing" plazmy na účel rozrušovania horniny, naráža mimo iného na problém vrstvenia horúcej plazmy nad materiálom a z toho dôvodu je menej efektívny prenos tepla do rozrušovaného materiálu. Plazmový tok sa vrství na vrstvy predošlé, avšak blízke teplotou, čo prekáža intenzívnemu prenosu tepla do horniny. Tento jav je v podstate rovnaký či u veľkého monolitického plazmového prúdu, alebo viacerých plazmatrónov menších.

Použitie oblúka na priamy ohrev materiálu zvlášť na vŕtanie v hornine bolo prvý krát patentované Aarts a kol.: Electric arc drill v roku 1933. Nedostatkom tohto riešenia je elektrický oblúk v tvare úsečky a nevyriešené stabilizované oblúka a konzumovaných elektród.

V roku 1949 Mc Culloch si dal patentovať zariadenia na vŕtanie v hornine s vynesným oblúkom a jedným koreňom na hornine. Nedostatkom tohto riešenia bola nekontrolovateľnosť fluktuujúceho elektrického oblúka. Najväčším nedostatkom však bol fakt, že väčšina hornín je nevodivá a aj po nahriatí horniny vykazujú značné vodivostné fluktuácie.

V roku 1948 Verte patentoval systém s jednou centrálnou elektródou a druhou, ako elektrickým oblúkom žeraveným obalom. Tento koncept bol vylepšený Brichkinom a Bolotovom, kde centrálna elektróda bola posuvná z dôvodu kompenzácie konzumovanej dĺžky elektródy. Karlovitz v roku 1961 patentoval vrtné zariadenie na báze plazmy, t.j. elektrickým oblúkom ohrievaného plynu ako prostriedníka tepelného prenosu. Toto zariadenie však nedosahovalo potrebné parametre a nedokázalo vŕtať vo vápencových horninách. Zariadenie vykazovalo uspokojivé vlastnosti v režime odlupovania (spallation).

Systémy prehľbujúce účinok rozrušovania materiálu, ktoré môžu byť použité v zariadení podľa

vynálezu:

V roku 1981 bol patentovaný systém kavitačného vŕtania, resp. narušovania materiálu autorom Johnson Virgil E. a kol.: Cavitating liquid jet assisted drill bit and method for deep-hole drilling, ktorý je založený na mechanickom princípe bublín vytvorených podtlakom, ktoré pri ich kolapse generujú vysokotlakové prúdy v smere rozrušovanej horniny.

Práce na využití termálnej plazmy pri rozrušovaní horniny boli vykonané už v šesťdesiatych rokoch minulého storočia.

Ani jedno z týchto riešení sa však nedostalo do praxe z rôznych dôvodov. S odstupom času sa ukazuje, že príčinou je nízka celková účinnosť procesov prenosu a odovzdania tepla do horniny. Druhým problémom je ich práca vo vzdušnom prostredí, čo je príčinou nestability vrtnéj diery pri väčších hĺbkach a nízka efektívnosť transportu rozrušenej horniny na povrch.

Približne v rovnakom období sa objavili pokusy s využitím nepriameho pôsobenia tepla na horninu prostredníctvom vyhrievaného telesa – penetrátora. Boli vyskúšané rôzne spôsoby ohrevu, napr. elektrickým ohrevom, spaľovaním paliva a oxydantu a dokonca bolo navrhnuté použitie malého nukleárneho reaktora.

Jeden z prvých patentov v tejto kategórii US pat. 3396806 autorov Benson a kol. „Thermal underground penetrator“ opisuje všetky základné znaky takýchto zariadení, avšak nie je známe žiadne praktické overenie.

Patent US pat. 3693731 „Method and apparatus for tunneling by melting“ autorov Armstrong a kol. z výskumných laboratórií v Los Alamos dosiahol aj praktické overenie v laboratórnych podmienkach. Okrem nepriameho ohrevu používa aj tavenie stien vrtu, ako kontinuálne paženie vrtu. Praktická energetická účinnosť sa ukázala veľmi nízka.

Pokračovaním tohto konceptu sú práce opísané v patente US pat. 5148874 „High-pressure pipe string for continuous fusion drilling of deep wells, process and device for assembling, propelling and dismantling it“ autora Foppe. Slabinou tohto konceptu je riešenie odstránenia taveniny horniny vtlačaním do prasklín v okolitej horniny, čo sa ukázalo nerealistické.

Sľubnou inovatívnou technológiou je vŕtanie na báze vyskonapťového výboja pod povrchom horniny. Technológia má pôvod v šesťdesiatych rokoch na Univerzite v Tomsku (Ruská Federácia). Pokračovaním týchto prác bolo na Univerzite Strathclyde (Veľká Británia) zavŕšené US pat. 7784563 „Method, drilling machine, drill bit and bottom hole assembly for drilling by electrical discharge by electrical discharge pulses“ autorov Rodland a kol. za účasti pôvodných autorov z Tomsku.

Prameň opísaný v patente US 3467206: „Plasma drilling“ autorov Acheson W.P. a kol., ktorý opisuje základné princípy vŕtania s jednou elektrickou falkou s radiálnou orientáciou.

Vŕtanie pomocou hydrotermálneho plameňa s využitím chemickej plazmy a tepelného odlupovania horniny vplyvom nerovnomernej rozťažnosti horniny popisuje patent US 5.771.984: „Continuous drilling of vertical boreholes by thermal processes: including rock spallation and fusion“ autorov Potter a kol.

Magnetická dýza.

Magnetic Nozzle Studies for Studies for Fusion Propulsion Applications Gigawatt Plasma Source Operation and Magnetic Nozzle Analysis by James H. Gilland a kol. grant NASA Glenn Cooperative Agreement NAG 3-2601 Final Report.

Štúdia popisuje vytvorenie magnetickej dýzy pre plazmový prúd o výkonoch až Gigawatt a nadzvukových rýchlostiach. Pri výskume bol použitý kumulačný zdroj s jednorázovým pulzom 1,6 MJ pre generovanie veľkých prúdov až $3 \cdot 10^5$ A.

Koncept magnetickej dýzy bol úspešne aplikovaný v náročných aplikáciách aerospace.

Pohyb po špirále a rotácia elektrického oblúka.

V práci: NASA Technical Note TN D-2155 Ames Research Center, NASA Moffet Field

“The shape of magnetically rotated electric arc column in an annular gap” autora Jedlička R. James je prvý krát popisované riešenie, ktoré je založené na rotácii elektrického oblúka v tvare špirály (evolventa kruhu), ktoré využíva koncentrické cylindrické elektródy, po ktorých povrchu rotujú korene oblúka, medzi ktorými je dráha oblúka v podobe špirály. Toto riešenie vytvára tvar zdroja tepla s potrebnými vlastnosťami homogenity a dostatočnej plošnosti generovania tepelného toku.

V tejto práci je taktiež prezentované nahradenie modelu oblúka cylindrickým pevným telesom s cieľom použitia v simulačnom modelovaní pohybu oblúka vo viskóznom prostredí.

Rozmietanie pohybom koreňov elektrického oblúka po kruhovom povrchu elektród podstatne prispieva k ich životnosti.

Elektrické pole medzi elektródami predstavuje zanedbateľnú zložku síl pôsobiacich na oblúk v porovnaní so silami vyvolanými externým magnetickým poľom.

Patent US 5479994 „Method of electrothermomechanical drilling and device for its implementation“ autorov Soloviev G. N. a kol. opisuje dvojfázovú technológiu založenú na primárnom vysušení horniny (dehydrácia) do teploty 750-950 K a nasledovným mechanickým vplyvom a tretím krokom ohrevom až do 1800 až 2300 K. Táto metóda sa však do praxe nedostala pre veľkú energetickú náročnosť. Jej nevýhodou je teda vysoká energetická náročnosť.

Takéto rozloženie magnetického poľa umožňuje zvýšiť jeho silový účinok pôsobenia na elektrický oblúk.

Vysoká hodnota intenzity magnetického poľa v iskrišti ochraňuje priestor iskrišťa tak, že intenzívne točí a vytláča elektrický oblúk z iskrišťa a tým iskrište chráni pred roztavením.

Je výhodné, ak magnetické pole pôsobí na elektrický oblúk tak, že sa koreň oblúka na elektródach pohybuje po dráhe kruhového tvaru.

Spolupôsobenie magnetického poľa a hydrodynamických síl na elektrický oblúk musí byť také, aby smer výslednej sily smeroval k rozrušovanému materiálu a táto výsledná sila pritláča sformovaný elektrický oblúk do tesnej blízkosti povrchu rozrušovaného materiálu.

Rovnako sily vyvolané pôsobením magnetického a/alebo elektromagnetického poľa pôsobia na elektrický oblúk súčasne tangenciálnou zložkou a axiálne pritlačnou zložkou.

Elektrický oblúk sa môže pohybovať po ploche tvaru medzikružia, pričom os symetrie medzikružia je totožná s osou symetrie celého zariadenia.

Do elektrického oblúka v pracovnom režime pracujúcim v plynnom alebo vodnom prostredí môže byť privedený výkonový pulz na generovanie tlakovej rázovej vlny.

Elektrický oblúk pred privedením výkonového pulzu môže byť privedený do kontrakcie za účelom zosilnenia tlakovej rázovej vlny.

Je výhodné v záujme zvýšenia účinnosti zariadenia, ak radiačná zložka tepelného toku elektrického oblúka smerujúca do zariadenia sa odráža od odrazových plôch zariadenia smerom k rozrušovanému materiálu, t.j. v smere vynesenia elektrického oblúka.

Následne po prechode rázovej tlakovej vlny iniciovanej elektrohydraulickým javom dochádza v okolí elektrického oblúka k zníženiu hustoty pracovného média, ktorého prítomnosť v pôvodnej hustote sa následne obnovuje privedením ďalšieho pracovného média.

Je výhodné, ak spolupôsobením magnetického poľa a hydrodynamických síl je časť elektrického oblúka nachádzajúceho sa v blízkosti katódy stabilizovaná tak, že os symetrie časti elektrického oblúka je paralelná z osou zariadenia, z dôvodu čo najväčšieho rozšírenia aktívnej, špirálovej časti elektrického oblúka.

Je výhodné, ak spolupôsobením magnetického poľa a hydrodynamických síl je koreň oblúka pri anóde tlačný k vonkajšiemu obrysu anódy, z dôvodu čo najväčšieho predĺženia aktívnej časti elektrického oblúka.

Elektrický oblúk tvaru špirály rotujúcej pod vplyvom magnetického poľa a hydrodynamických síl pôsobí odstredivými silami na materiál nachádzajúci sa v priestore medzi zariadením a rozrušovaným materiálom a tým je materiál z tohto priestoru odstraňovaný.

6. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka umožňuje pri režime generovania tlakových vln a pulzného zvýšenia magnetického poľa využiť generovanie výkonových prúdových pulzov s časovou transformáciou nabíjanie/vybíjanie od 4 do 7 rádov (sek/ μ sek) a tým umožňuje zvýšenie okamžitého pulzného rozrušovacieho výkonu alebo el. magnetického poľa na MW respektíve až na GW.
7. V zariadení na generovanie elektrického oblúka je elektrický oblúk rozmietaný po povrchu elektród a korene sa pohybujú pomocou pôsobenia magnetického poľa, vortexom. Oblúk nie je viazaný fixne koreňom na telo zariadenia, čím sa dosahuje zníženie opotrebenia a predĺženie životnosti zariadenia. Taktiež je životnosť zariadenia zvýšená rozdelením na horúcu časť a studenú časť dôsledným vynesením, vytlačením horúcich procesov mimo zariadenie a vytvorením povrchov elektród z materiálu odrážajúceho radiačné tepelné toky smerom k rozrušovanému materiálu.
8. Systém umožňuje získať elektrické a/alebo optické charakteristiky elektrického oblúka v interakcii s rozrušovaným materiálom, ktoré je výhodné pre nepriame odvodnenie senzorických informácií (napr. vzdialenosť zariadenia od dna vrtu, online spektroskopia, atď.).
9. Systém umožňuje pri režime generovania elektrického oblúka v zmysle podobnosti s interakciou rotujúceho špirálového telesa a viskózných tekutín analógiu čerpania a vytlačania prúdového média a rozrušeného materiálu tlakovým gradientom generovaným elektrickým oblúkom. Pohybujúci sa špirálový elektrický oblúk odstredivými silami odstraňuje a vytláča rozrušený materiál, pričom zvýšením intenzity magnetického poľa (napr. kumulatívnym pulzom) sa prudko zvýši jeho odstraňovanie.

Aplikačné a nadväzné inovácie:

- Systém umožňuje využiť rázové tlakové vlny a rotujúcou špirálou elektrického oblúka vyvolané čerpanie na transport horniny z miesta rozrušovania. Tým je eliminované odstraňovanie horniny pomocou vodného prúdu (hydromagmatický jav), ktoré spôsobuje zachladenie a spomalenie procesu vŕtania.
- Vynesením prevažnej časti elektrického oblúka mimo priestor zariadenia na generovanie elektrického oblúka sa podstatným spôsobom znižujú nároky na tepelnú odolnosť použitých konštrukčných materiálov a priestor zariadenia ostáva chladnejší, čo zvyšuje životnosť zariadenia.

Opis zariadenia

Zariadenie na generovanie elektrického oblúka obsahuje nasledovné podstatné časti: osovo symetrické elektródy, t. j. anódu a katódu, iskrisko, dýzy pre tok pracovného média, prívod a odvod chladiacich médií, napájanie elektrickým prúdom, magnety prstencového tvaru, ktorých rez má tvar trojuholníka a anóda má tvar difúzora s uhlovým rozpätím od 5° do 130° .

Anóda v tvare difúzora plní nasledovné účely: Po vnútornej strane anódy sa rovnomerne pohybuje koreň oblúka a tým je zabezpečené rovnomerné tepelné zaťaženie výraznej časti elektródy. Polomery zakrivenia elektródy nie sú menšie ako 2 mm kvôli zachovaniu správnej geometrie siločiar elektrického poľa a obmedzeniu lokálneho zosilnenia elektrického poľa. Tvar anódy zároveň umožňuje efektívnu interakciu oblúkového stĺpca s tokom fluidného média. Od povrchu elektródy sa zároveň odráža radiačný tepelný tok smerujúci do zariadenia späť do priestoru, kde sa nachádza rozrušovaný materiál.

Katóda môže mať napr. tvar zrezaného kužeľa. Táto elektróda slúži pre oblúkový výboj. Elektróda svojím charakteristickým tvarom zabezpečuje stabilizáciu koreňa oblúkového výboja tak, že v blízkosti elektródy vzniká v dôsledku prúdenia podtlak, čím je koreň oblúka stabilizovaný v oblasti zníženého tlaku.

Magnety tvaru prstena s trojuholníkovým prierezmom týmto svojím charakteristickým tvarom zabezpečujú prítomnosť magnetického poľa potrebného pre rotáciu koreňov oblúkového výboja a zároveň spôsobujúceho pohyb aj v axiálnom smere.

Dýzy pre tok pracovného média majú dve základné funkcie: interakciou toku pracovného média s oblúkom sa zosilňujú pohybové efekty vyvolané pôsobením magnetického poľa na oblúkový výboj (zvýšenie rýchlosti rotácie a intenzívnejší pohyb v axiálnom smere). Dodávajú nevyhnutné množstvo plazmotvorného média do oblúkového kanálu.

Iskrisko slúži na inicializáciu elektrického výboja, je umiestnené podľa obr. 1,2 . Elektrický výboj je bezprostredne po vzniku vytláčaný fluidným tokom proti pôsobeniu lokálneho magnetického poľa do pracovného priestoru zariadenia. Iskrisko zároveň slúži aj ako dýza pre vstup plazmotvorného média.

Difúzor: Je ohraničený samotnou anódou a opracovávanou horninou, ku ktorej sa aspoň časť elektrického oblúka približuje. Primárna funkcia difúzora je homogenizácia teplotného poľa na rozhraní zariadenia a opracovávanej horniny.

Zariadenie na generovanie elektrického oblúka ďalej obsahuje elektromagnety určené pre vytváranie časovo premenlivej zložky magnetického poľa.

Ďalej zariadenie môže obsahovať funkčné prvky zabezpečujúce ochranu exponovaných častí tela generátora, hlavne elektród pred tepelným preťažením. Povrch elektród je zhotovený z poréznej keramiky, ktorá privádzaním chladiaceho média plní ochrannú funkciu vytváraním ochranného

vodného filmu na povrchu elektród. Povrch elektród obsahuje zároveň tvarové a konštrukčné prvky vytvárajúce odrazové plochy elektród, ktoré odrážajú a usmerňujú tepelný tok smerom k rozrušovanému materiálu. Je výhodné, ak aspoň časť anódy a/alebo katódy je pokrytá vrstvou z reflexného materiálu. Z dôvodu tepelnej odolnosti a usmernenej tepelnej vodivosti pri ochladzovaní elektród sú elektródy vyrobené z kompozitných materiálov (Cu-W, iné), čo je výhodné z hľadiska ich životnosti.

Hlavné výhody riešenia podľa vynálezu oproti stavu techniky: účinné koncentrovanie tepelného toku a jeho priame plošné pôsobenie smerom do horniny. V oblasti intenzívneho rozrušovania sú tepelné toky usmerňované smerom k hornine. Tým je možné dosiahnuť proces tepla s vysokou účinnosťou, kde s narastajúcim tlakom narastá aj tepelná vodivosť a tým je zvýšený tepelný tok do horniny.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Na obr. 1 je rez zariadenia na generovanie elektrického oblúka.

Na obr. 2 je rez zariadenia na generovanie elektrického oblúka s kombináciou magnetov a elektromagnetov.

Na obr. 3 je čelný pohľad na zariadenie na generovanie elektrického oblúka.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Príklad 1

Príklad uskutočnenia je zobrazený na obr. 1. Elektrický výboj je iniciovaný v iskrisku 7, pričom zápalné napätie na napájacom zdroji 14 sa pohybuje v rozsahu od 0 do 10 kV. Iskrisko 7 je umiestnené tak, aby bolo možné prostredníctvom pracovného média 13 prekonať pôsobenie magnetických síl a vytlačiť výboj 1, 2 do difúzornej komory zariadenia. Elektrický oblúk 1, 2: pozostávajúci zo špirálovej aktívnej časti 1 a axiálnej časti 2, je v difúzore zariadenia stabilizovaný dvomi dominantnými silami. Lorentzová sila, ktorá je zabezpečená prítomnosťou magnetického poľa generovaného permanentnými magnetmi 9, 11. Veľkosť a smer magnetického poľa generovaného permanentnými magnetmi, vyvoláva pohyb oblúka v tangenciálnom smere a zároveň zabezpečuje stabilizáciu koreňov 3 elektrického oblúka na okraji anódy 4 aj katódy 6. Sila vyvolaná fluidným tokom 13 zosilňuje tangenciálny pohyb vyvolaný Lorentzovou silou, no najmä vyvoláva pohyb elektrického oblúka 1, 2 v axiálnom smere. Geometria katódy 6 je navrhnutá tak, že fluidný tok 13 tvorený pracovným médiom

po rozšírenej časti anódy 4.

Pôsobením magnetického poľa generovaného elektromagnetmi 16, 17 je možné oblúk 1, 2 pohybovať v axiálnom smere. Zložky magnetického poľa generovaného elektromagnetmi 16, 17 nie sú v čase konštantné a privedený výkonový pulz umožňujú spôsobovať relatívne rýchle zmeny smeru a veľkosti celkovej intenzity magnetického poľa. Opisované zmeny magnetického poľa sú príčinou rýchlych zmien v pohybe elektrického oblúka 2 a prispievajú tak k vzniku tlakovej rázovej vlny prostredníctvom elektrohydraulického javu a tým k procesu rozrušovania a odstraňovania rozrušenej horniny mimo priestor zariadenia. Pre zvýšenie účinku je elektrický oblúk pred privedením výkonového pulzu privedený do kontrakcie. Po prechode rázovej tlakovej vlny iniciovanej elektrohydraulickým javom dochádza v okolí elektrického oblúka k zníženiu hustoty pracovného média, ktorého prítomnosť v pôvodnej hustote je následne obnovovaná privedením ďalšieho pracovného média 13.

Stabilizovaný elektrický oblúk 1 tvaru špirály rotuje v tesnej blízkosti rozrušovaného materiálu 15. Naopak tepelné prestupy z výboja do komponentov zariadenia sú v dôsledku výrazne väčších vzdialeností rádovo menšie ako tepelné prestupy do rozrušovaného materiálu. Špirála oblúka 1 zároveň pracuje ako odstredivé čerpadlo a odstraňuje odparené a od tavené fragmenty rozrušeného materiálu v radiálnom smere mimo pracovnú oblasť zariadenia. Chladenie celého zariadenia je zabezpečené vrstvenou štruktúrou s paralelným napájaním 12. Prívod plazmotvorného média 13 je zabezpečené centrálné s využitím dýz 5.

Obe elektródy generátora: anóda 4, katóda 6 sú zhotovené z poréznej keramiky, ktorá privádzaním chladiaceho média plní ochrannú funkciu vytváraním ochranného vodného filmu na povrchu elektród 8. Povrch elektród obsahuje zároveň tvarové a konštrukčné prvky vytvárajúce odrazové, reflexné plochy, ktoré odrážajú a usmerňujú tepelný tok smerom k rozrušovanému materiálu 15. Anóda 4 a katóda 6 sú na okraji, v miestach stabilizácie a pohybu koreňa 3 elektrického oblúka 1, 2 sú vyrobené z kompozitu Cu-W z dôvodu lepšej tepelnej odolnosti a usmernenej tepelnej vodivosti pri ochladzovaní elektród, čo je výhodné z hľadiska predĺženia životnosti.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Generovanie elektrického oblúka s tepelným a mechanickým pôsobením na materiál, vznikajúceho medzi elektródami v iskrisku, **vyznačujúce sa tým, že** pôsobením magnetického poľa a hydromechanických síl na elektrický oblúk je elektrický oblúk tvarovaný a usmerňovaný tak, že:
 - podstatná časť elektrického oblúka priamo plošne pôsobí na rozrušovaný vodivý a/alebo nevodivý materiál,
 - podstatná časť tepelného toku z elektrického oblúka smeruje do rozrušovaného materiálu, pričom oba korene oblúka sa pohybujú po elektródach generátora.
2. Generovanie elektrického oblúka podľa nároku 1 **vyznačujúce sa tým, že** elektrický oblúk je tvarovaný a usmerňovaný tak, že podstatná časť oblúka sa pohybuje mimo priestor generátora.
3. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 a 2 **vyznačujúce sa tým, že** aspoň časť elektrického oblúka je tvarovaná do tvaru špirály.
4. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 3 **vyznačujúce sa tým, že** hydromechanické sily vznikajú interakciou plynulo expandujúceho pracovného média s elektrickým oblúkom a svojím pôsobením elektrický oblúk usmerňujú.
5. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 4 **vyznačujúce sa tým, že** magnetické polia a hydromechanické sily pôsobiace na elektrický oblúk a geometria elektród výhodne interagujú tak, že zväčšujú tepelne exponovanú plochu elektród, po ktorej sa pohybujú korene elektrického oblúka.
6. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 5 **vyznačujúce sa tým, že** elektróda tvaru difúzora zabezpečuje zväčšenie plochy, cez ktorú preteká tok pracovného média.
7. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 6 **vyznačujúce sa tým, že** magnetické pole a hydrodynamické sily pôsobia tak, že časť elektrického oblúka sa stabilizuje blízko osi zariadenia v okolí katódy.
8. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 7 **vyznačujúce sa tým, že** rozloženie magnetického poľa umožňuje zosilniť silový účinok pôsobenia na elektrický oblúk tým, že magnetické pole pred oblasťou zúženia katódy zaoblením, resp. jeho axiálna časť má opačnú orientáciu ako axiálna časť magnetického poľa v difúzore.
9. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 8 **vyznačujúce sa tým, že** zvýšená úroveň intenzity magnetického poľa v iskrišti intenzívne točí a vytláča

19

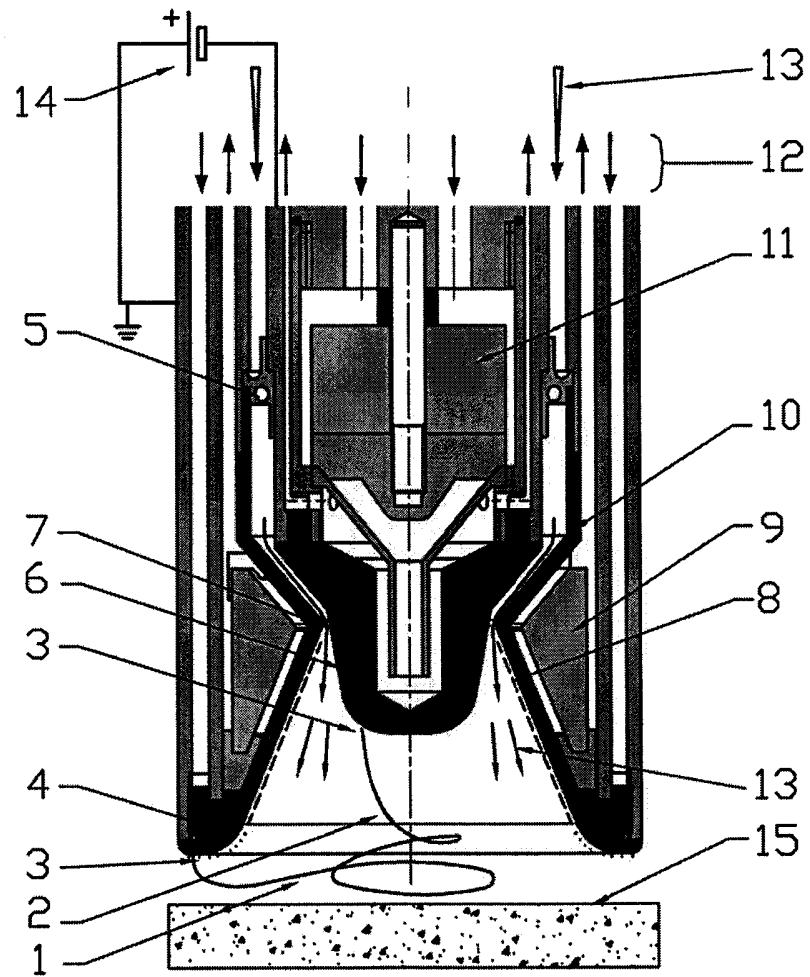
- anóde tlačení k vonkajšiemu obrysu anódy, z dôvodu čo najväčšieho predĺženia aktívnej časti elektrického oblúka.
20. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 19 **vyznačujúce sa tým, že** elektrický oblúk tvaru špirály rotujúcej pod vplyvom magnetického poľa a hydrodynamických síl pôsobí odstredivými silami na materiál nachádzajúci sa v priestore medzi zariadením a rozrušovaným materiálom a tým je materiál z tohto priestoru odstraňovaný.
 21. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 20 **vyznačujúce sa tým, že** chladiace médium privádzané na povrch elektród ochraňuje tepelne exponované časti elektród.
 22. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 21 **vyznačujúce sa tým, že** výsledné magnetické pole pôsobiace na elektrický oblúk je zosilnené magnetom prítomným na katóde.
 23. Generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 22 **vyznačujúce sa tým, že** zvýšením intenzity magnetického poľa sa zvýši rýchlosť rotácie špirály elektrického oblúka, a tým sa zvýšia odstredivé sily a pôsobenie na materiál v priestore vymedzenom pohybom špirály.
 24. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka s tepelným pôsobením na materiál obsahuje osovo symetrické elektródy, t. j. anódu (4) a katódu (6), iskrisco (7), dýzy pre tok pracovného média (5), prívod a odvod chladiacich médií (12), napájanie elektrickým prúdom **vyznačujúce sa tým, že** ďalej obsahuje magnety (9) prstencového tvaru, ktorých rez má tvar trojuholníka a anóda (4) má tvar difúzora s uhlovým rozpätím od 5° do 130°.
 25. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 **vyznačujúce sa tým, že** ďalej obsahuje permanentné magnety (11), pričom magnety (9) a permanentné magnety (11) sú umiestnené v elektródach.
 26. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 a 25 **vyznačujúce sa tým, že** ďalej obsahuje elektromagnety (16, 17) určené pre vytváranie časovo premenlivej zložky magnetického poľa.
 27. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 až 26 **vyznačujúce sa tým, že** aspoň časť vnútorného povrchu (8) anódy (4) a/alebo katódy (6) je pokrytá vrstvou z reflexného materiálu.
 28. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 až 27 **vyznačujúce sa tým, že** obsahuje dýzy (5) na prívod pracovného média.
 29. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 až 28

vyznačujúce sa tým, že tepelne exponované časti (8) elektród (4, 6) sú zhotovené z poréznej keramiky.

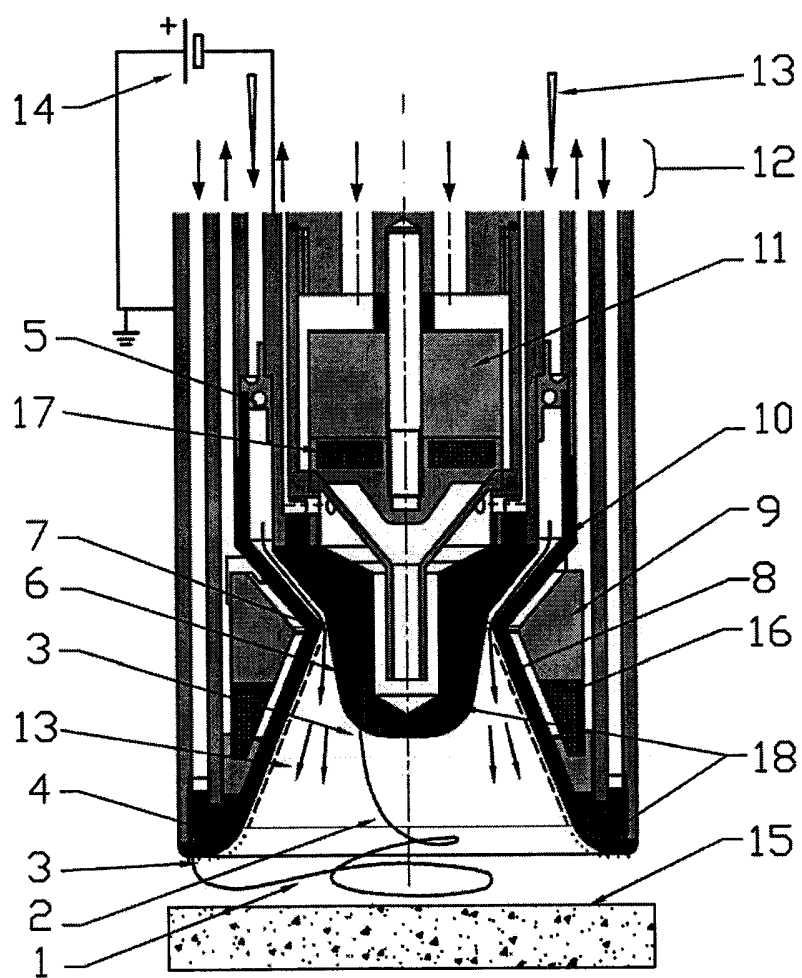
30. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 až 29 **vyznačujúce sa tým, že** ďalej obsahuje privody (12) chladiaceho média vytvárajúceho na povrchu elektród (4, 6) ochranný film, čím dochádza k ich ochrane a chladeniu.
31. Zariadenie na generovanie elektrického oblúka podľa ktoréhokoľvek z nárokov 24 až 30 **vyznačujúce sa tým, že** elektródy (4, 6) sú vyrobené z kompozitných materiálov (napríklad Cu-W).

05.03.13

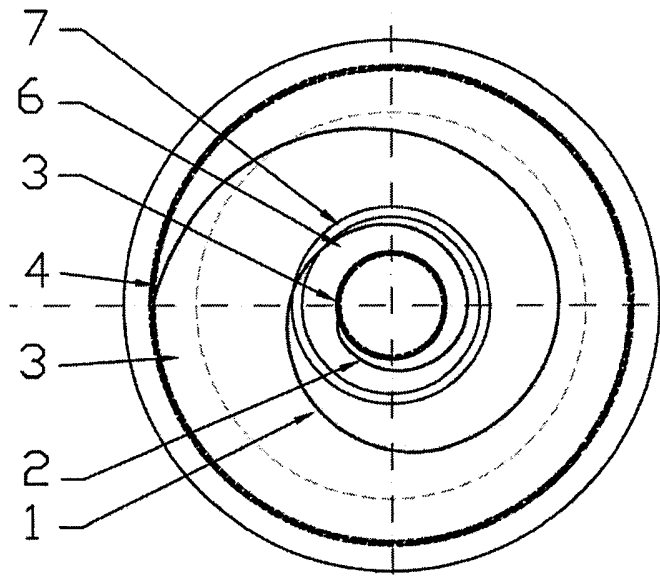
7P50006 - 2010



Obr. 1



Obr.2



Obr.3