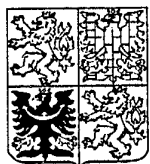


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **5547-89**

(22) Přihlášeno: 29. 09. 89

(30) Právo přednosti:
03. 10. 88 IT 88/48411

(40) Zveřejněno: 15. 09. 91

(47) Uděleno: 22. 09. 93

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 17. 11. 93

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁵:

F 16 L 15/00

F 16 L 15/04

E 21 B 17/08

(73) Majitel patentu:

DALMINE SpA, Milano, IT;

(72) Původce vynálezu:

Cappelli Cataldo, Dalmine, IT;

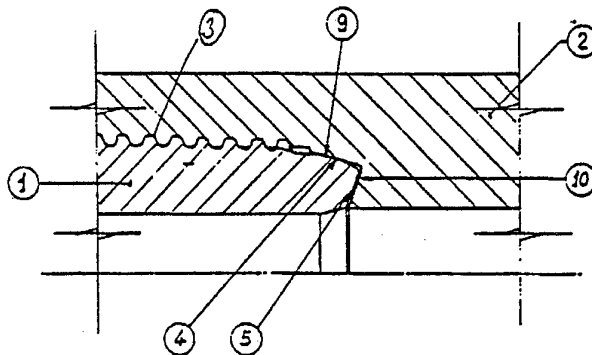
Morlotti Norberto, Bergamo, IT;

(54) Název vynálezu:

Hermetický spoj kovových trubek

(57) Anotace:

Spoj trubek pro čerpání endogenních tekutin a pro pažnice vrtů s lichoběžníkovým závitem (3), provedený mezi vnitřním a vnějším elementem (1, 2) je charakterizován speciální kombinací ploch zajišťujících hermetické kovové těsnění interakcí mezi dvěma plochami (4, 9), z nichž jedna je na vnitřním elementu (1) a druhá na vnějším elementu (2), které mají kuželový tvar, jehož kuželovitost je mezi 6,25 a 9,25 %, přičemž plocha (4) vnitřního elementu (1), která dosedá na odpovídající plochu (9) vnějšího elementu (2), má podélnou délku mezi 0,5 a 2,5 mm. Zmíněné těsnění je výhodně zkombinováno s dvěma dosedacími plochami (9, 10), jedné na vnitřním elementu (1) a druhé na vnějším elementu (2), které jsou rovněž kuželové, přičemž úhel tvořící přímky s rovinou kolmou k ose spoje je mezi 5 a 10 °, přičemž zmíněné těsnicí dosedací plochy (5, 10) se dotknou pouze po interakci a energizaci závitů (3) i těsnicích ploch (4, 9).



Vynález se týká hermetického spoje kovových trubek, zejména trubek, používaných pro čerpání tekutin a jako pažnice vrtů, prováděných hlavně, ale ne výlučně, pro průzkum a těžbu uhlovodíků a geotermálních tekutin.

V těchto případech bývá spoj mezi dvěma trubkami proveden buď tak, že na jednom konci trubky se vyřeže vnější závit a na druhém konci vnitřní závit (integrální spojka), nebo tak, že na obou koncích trubek se vyřežou vnější závity a potom pro jejich spojení se použije objímka s dvěma vnitřními závity (objímková spojka). Obvykle jsou tyto závity lichoběžníkové.

Tyto spoje však nemají jenom zajišťovat spojení příslušných trubek a být dosti silné pro odolávání mechanickému namáhání, musí rovněž zabránit unikání kapalin a plynů, které trubkami proudí.

Těsnění může být provedeno vhodným vzájemným působením závitů na elementu pro zašroubování a elementu pro našroubování, nebo využitím vhodných těsnicích ploch, oddělených od závitů, které, když se k sobě řádně přitlačí, zabránějí průchodu tekutin. Tyto způsoby provedení mohou být samozřejmě spolu zkombinovány.

Je známo, že když krouticí moment, vyvinutý pro utahování spoje, je větší než mez pružnosti materiálu, namáhání vzniká v závitech a v použitých doplňujících těsnicích zařízeních a může způsobit poškození, takže utěsnění provedené spojem není dále účinné, zvláště potom, co spoj byl opakovaně zašroubován a rozšroubován.

Tato nevýhoda byla eliminována vyvinutím závitu, popsaného v evropské patentové přihlášce EP 273 016, která bude dále citována.

Je však nicméně zřejmé, že popsané spoje mohou být dále zlepšovány vhodným přizpůsobením dotykových ploch a vložení speciálních těsnicích ploch (dále nazývaných "hermetické kovové těsnění" nebo "kovové těsnění"), aby se zlepšila šroubovatelnost v podmínkách množství cyklů zašroubování/vyšroubování a pokud se týká nadměrného krouticího momentu, aby byly zaručeny nejlepší podmínky utěsnění v každé situaci.

Nadměrný krouticí moment může samozřejmě nevratně přetvořit geometrii těsnicích zařízení (nebo ploch) vzhledem k plastickým deformacím, které nastanou z nadměrného zatěžování, takže opětovné použití trubek je problematické nebo celkově nemožné. Trubka může snášet poškození právě když je použita poprvé a to může vyvolat jev koroze napětím.

Pro překonání těchto obtíží, je nutno kombinovat jedno nebo více těsnicích zařízení (hermetické kovové těsnění) s mechanickým elementem (sedlo), který může pozitivně omezovat vzájemné působení a zatěžování těsnicích zařízení samotných, dokonce když se utahovací krouticí moment zvětšuje až za mez pružnosti materiálu spoje.

Použití tohoto principu jsou známa, ale vzhledem k přijatému geometrickému řešení však nemohou zaručit požadovanou vysokou spolehlivost.

US patent č. 4 153 283 popisuje speciální kombinaci dotykových a těsnicích ploch, která využívá interakce mezi kulovou plochou elementu pro zašroubování s kuželovou plochou elementu pro našroubování (kovové těsnění), doplněné přídatným odstupňovaným plochým sedlem. Toto zařízení nechrání spoj od výše zmíněných vad. Ve skutečnosti, když je provedeno, první kontakt nastane mezi kuželovou plochou a kulovou plochou podél obvodové křivky, která se přeměňuje do konečné plochy deformací ve fázi utahování.

Poněvadž kontakt mezi těsnicími plochami je typu, který se vyznačuje prudkým zvyšováním zatížení, jak se zvyšuje pružná deformace, velmi snadno dojde místně k překročení meze pružnosti, dokonce i při použití malého zatížení, takže kulová plocha se deformuje plasticky a v případě usazování kolony pažnic spoj snadno teče. Po rozšroubování nelze většinou spoj znovu použít.

Dále v podobných spojkách, které jsou použity správně, úhel ploch kuželových sedel je okolo $15 - 20^\circ$ a to může být hodně, protože nadměrný krouticí moment může vytvářet radiální složku tlaku, která způsobí nebezpečí lokálního přetížení.

Aby byly překonány tyto nevýhody, je u jiných spojů kovové těsnění provedeno ve formě kontaktu dvou kuželových ploch, jedné na vnitřním elementu a druhé na vnějším elementu, které je třeba perfektně vzájemně přizpůsobit. Tyto plochy jsou tvarovány tak, aby jejich dotek byl v dostatečném rozsahu (a proto v podstatně délce jejich tvořící přímky, např. 5 až 10 mm).

V tomto případě jsou kontaktní přitlačné síly vždy docela malé a utěsnění závisí v podstatě na labyrintovém efektu, který vzniká při dotyku dvou kuželových ploch.

Tento typ spoje však vyžaduje extrémně přesné obrábění kuželových ploch, takže nastávají problémy technologické, ekonomické a s kontrolou kvality. Ve skutečnosti možnost slícování jedné plochy s druhou je vlastně nulová.

Aby byly odstraněny výše uvedené různé nedostatky, byl vyřešen hermetický spoj kovových trubek, zejména používaných pro čerpání tekutin a jako pažnice vrtů, se speciální kombinací ploch, které tvoří hermetické kovové těsnění, s možnou kombinací se speciálními těsnicími plochami, který sestává z vnitřního elementu s alespoň jedním vnějším lichoběžníkovým závitem a vnějšího elementu s odpovídajícími vnitřními závity, přičemž koncová část vnitřního elementu za každým závitem má kuželovou těsnicí plochu, skloněnou zejména v axiálním směru a eventuálně rovněž vnitřní dosedací plochu, také kuželovou, zejména napříč, přičemž tyto plochy spolupracují s podobnými těsnicími a dosedacími plochami na vnějším elementu a délka těsnicí plochy vnějšího elementu podle hlavní tvořící přímky je větší než délka odpovídající těsnicí plochy vnitřního elementu, podle vynálezu, jehož podstatou je, že zmíněné dvě těsnicí plochy vnitřního elementu a vnějšího elementu mají kuželovitost mezi 6,25 a 9,25 %, přičemž délka těsnicí plochy vnitřního elementu, která se dotýká odpovídající těsnicí

plochy vnějšího elementu je mezi 0,5 a 2,5 mm.

Zvláště výhodné je spojovat výše popsané kovové těsnění s těsnicími plochami na vnitřním elementu a na odpovídajícím vnějším elementu, které mají kužel s úhlem mezi 5 a 10° k rovině kolmé k ose spoje, přičemž zmíněné těsnicí plochy jsou činné pouze po vzájemné spolupráci a energizaci mezi závity a těsnicími plochami.

Termín energizace je použit pro zamýšlené dosažení minimálního stavu zatížení, které zabezpečuje:

- dostatečný tlak na boky závitů v dotyku pro zabránění vyšroubování krouticím momentem menším než použitým pro zašroubování a rovněž pro vznik sekundárního těsnicího účinku podél závitu
- dostatečný přítlak na těsnicí plochy pro zamezení vzniku netěsnosti za podmínek omezeného použití.

Spoj podle vynálezu může být proveden se všemi typy známých závitů nebo takovými, které lze odvodit ze známého stavu techniky, zejména jedno nebo vícechodými závity s jakýmkoli tvarem závitu, včetně hákovitých závitů, které se obvykle používají pro spoje, když vnitřní a vnější element mají doplňující se lichoběžníkové závity.

Vzájemná spolupráce těchto zmíněných závitů je redukována podle jednoho použitého schématu, ale je taková, že vrcholy závitů na vnějším elementu přiléhají přesně do odpovídajících den závitů na vnitřním elementu, jejich vrcholy naproti tomu se nedotýkají odpovídajících den závitů na vnějším elementu.

V hákovitém uspořádání tvoří boky profilů závitů, které vtahují vnitřní element do vnějšího elementu, negativní (hákovitý) úhel k rovině kolmé k ose spoje, přičemž zmíněný úhel je mezi 0 a -3°, zatímco druhé boky jsou nakloněny v tomtéž směru a vytvářejí úhel mezi 8 a 16° ke zmíněné rovině, a mezera mezi zmíněnými boky je od 0,035 do 0,35 mm.

Spoj podle vynálezu se s výhodou provádí se závity podle evropské patentové přihlášky EP 273 016. Tyto závity jsou takové, že vrcholy závitu na vnějším elementu perfektně přiléhají k odpovídajícím dnům závitu na vnitřním elementu, jehož vrcholy se nedotýkají odpovídajících den závitu na vnějším elementu (Antarův závit).

Jakožto příklad provedení takového závitování lze uvést spoj pažnicových trubek vrtů s průměrem 7'', který může být proveden se závitem s kuželovitostí 8,5 %, přičemž primární boky profilů závitů, které zůstávají v kontaktu po sestavení tvoří jmenovitý úhel 2°26' s rovinou kolmou k ose spoje a sekundární boky jsou skloněny v opačném směru než primární ve jmenovitém úhlu 25° ke zmíněné rovině a jmenovitá vzdálenost mezi sekundárními boky je 0,05 mm, když je spoj sestaven.

Rozměry uvedené u obou výše zmíněných příkladů nejsou pouze jmenovité, mění se v závislosti na velikosti spoje.

Spoj podle vynálezu zahrnuje používání přídavných těsnicích zařízení, obsahujících například plastický těsnicí kroužek, vhodně umístěný mezi dvěma dotykovými plochami vnitřního a vnějšího elementu v pouzdru na dotykové ploše vnějšího elementu.

Spoj kov na kov je takto chráněn před korozními činidly, které mohou být obsaženy v tekutinách, které přicházejí do styku s trubkami.

Další ochranu lze provést použitím olemování epoxydovými nebo fenolformaldehydovými pryskyřicemi, například vnitřní plochy spoje, v kontaktu se zmíněnými korozními činidly.

Speciální kombinace elementů, které pomáhají vytvářet hermetické kovové těsnění podle vynálezu, zejména v kombinaci se sedlem podle vynálezu, skýtají velké výhody ve srovnání s doposud známými spoji.

Sedlo s úhlem $5 - 10^\circ$ má ve skutečnosti větší odolnost vůči plastické deformaci, dokonce i v případě nadměrného krouticího momentu. Ovšem úhel je takový, aby vznikl stav tangenciálního tahového napětí na hrotu, které zvyšuje dotykový přítlak mezi těsnicími plochami, aniž by však vznikla trvalá deformace.

Hermetické kovové těsnění, vytvořené dotykem mezi dvěma shodně kuželovitými plochami, z nichž jedna je dlouhá $0,5 - 2,5$ mm, skýtá následující výhody:

- ve srovnání s těsněními typu kuželovitá plocha/kulová plocha, je dosaženo dotyku ne po celé délce křivky, která se transformuje do konečné plochy deformací během následného utahování, ale která nastává správně od začátku na obvodové ploše konečných rozměrů, která absorbuje velká zatížení před dosažením plastifikace;
- ve srovnání se spoji, které používají dotyk mezi dvěma kuželovitými plochami, omezená velikost dotykové plochy podle vynálezu dovoluje dosáhnout vyššího dotykového přítlaku, a tak umožňuje vzájemné přizpůsobení, přičemž bezpečně zůstává v rozsahu pružné deformace.

I malou konečnou dosedací plochou podle vynálezu lze zajistit spolehlivou jednotnost dosedacího tlaku.

Tato výhoda je obzvláště důležitá, protože dovoluje přesný výpočet krouticího momentu, potřebného pro zaručení dotyku, aniž by došlo k unikání spoje, když na spoj působí síly, které mohou způsobit jeho odkrytí. S jinými typy spojů je těchto podmínek dosaženo pouze tehdy, když je spoj proveden velmi přesně a vnitřní element je perfektně vyrovnan s vnějším elementem: něčeho takového však jistě nelze dosáhnout ve skutečné praxi.

Výhoda spoje podle vynálezu se dále zvyšuje s opakovanou montáží a demontáží, když se geometrie ploch celkově mění jako důsledek zatěžování.

Údaje, které jsou dále uvedeny, představují pouze ilustrativní příklad předcházejícího a nejsou nijak omezující na pole

působnosti a účely vynálezu.

Aby byla provedena kontrola bezvadnosti kovového těsnění podle vynálezu a jeho srovnání s dalšími dvěma spoji, provedenými známými metodami, byl vypočítán teoretický dosedací tlak, působící na kovové těsnění spoje, když se použije dotyková síla $F = 105 \text{ kN.mm}^{-2}$. Ocel, ze které byly spoje provedeny, měla mez průtažnosti 420 N.mm^{-2} . Střední průměr D spojů v těsnicích polohách byl 80 mm.

Tři různá kovová těsnění se vyznačovala:

- a) teoreticky bodovým dotykem mezi kuželovou plochou a kulovou plochou (příklad pro srovnání);
- b) dotykem mezi dvěma kuželovými plochami, podle vynálezu;
- c) dotykem mezi dvěma velkými kuželovými plochami (příklad pro srovnání).

Teoretický dosedací tlak jako funkce rozměrů a síly, kterou jsou plochy k sobě tlačeny, může být vypočítán ve všech třech případech ze vzorce:

$$p_a = \frac{290}{\pi D l_a} \sqrt{F} \quad (\text{Hertzianova dotyková hypotéza})$$

$$p_b = p_c = \frac{F}{\pi D l_{b,c}} \quad (\text{hypotéza velmi malého kužele})$$

kde:

p_a, p_b, p_c = dosedací tlaky ve třech případech
"a", "b", "c"

D = střední průměr spoje v těsnicích plochách

F = dotyková síla

l_a = šířka oblasti dotyku v případě "a", odhadnutá na 0,2 mm

$l_{b,c}$ = šířka oblastí dotyku v případech "b" a "c" rovnající se 2 a 5 mm.

Při nahrazení a za předpokladu, že makroskopické pnutí je konstantní v různých typech spoje, totiž, že

$F = \text{konst.} = 105 \text{ kN.mm}^{-2}$, potom

$$p_a = 1870 \text{ N.mm}^{-2}$$

$$p_b = 210 \text{ N.mm}^{-2}$$

$$p_c = 84 \text{ N.mm}^{-2}$$

Tyto dosedací tlaky odhalují následující:

V případě "a" je mez průtažnosti oceli hodně překročena, takže v oblasti těsnění dojde k trvalé deformaci.

V případě "c" je pružná deformace sotva 0,01 %, takže utěsnění je zaručeno pouze tehdy, když geometrie je perfektní.

V případě "b" je hodnota optimální, protože je dosaženo pružné deformace 0,1 %, totiž poloviny meze průtažnosti.

Alternativně by bylo možno v případech "a" a "c" odvodit sílu F pro dosažení optimálního dosedacího tlaku (210 N.mm^{-2}). Avšak v případě "a" by bylo nutno použít velmi malou sílu F , což by mohlo vést k velmi obtížné kontrole v praxi, zatímco v případě "c" by požadovaná síla mohla být 2,5 krát vyšší než v případě "b", takže zatěžování by bylo mnohem vyšší a poškodilo by těleso spoje.

Účinnost spoje podle vynálezu je dále zvýšena přítomností sedla, jak bylo popsáno. Kovové těsnicí spoje jsou často používány v hloubkových vrtech, kde jsou vysoká namáhání mechanická a od okolního prostředí (teplota tekutin a korozivost). Stlačení konce vnitřního elementu, způsobené energizací dotykových ploch, redukuje tahová zatížení na vnitřní ploše trubky v kontaktu s tekutinou, což zlepšuje odolnost spoje proti korozi napětím.

Podobně, v případě vrtů, které jsou buď plánovaně nebo náhodně odkloněny, jsou zatížení, zahrnutá v přenosu ohybového momentu spojem nižší a neutrální osa je posunuta k rubu klenby, čímž opět převládá mnohem příznivější stav napjatosti.

Pro speciální použití, zahrnující například prostředí, kde jsou korozivní tekutiny, jako H_2S , je spoj podle vynálezu zvláště výhodný, když je proveden z ocelí Cr - Mn - V, obsahujících V, Ti a Nb, přičemž tyto oceli jsou zakaleny a popuštěny, takže mají temperovanou martenzitickou strukturu.

Navíc, když mají korozivní tekutiny vysokou teplotu - např. 150°C - a případný vysoký obsah solí, může být spoj proveden z nerezové oceli nebo slitin na bázi niklu, popřípadě spojených se známými úpravami proti zadírání, jako je implantace vzácných kovů, nebo tvrzených elementů, nebo elektrolytických povlaků tvrzených a/nebo samomazných kovů (např. Ni + Cr).

Ve skutečnosti kombinace kovového těsnění a sedla podle vynálezu, popřípadě rovně s Antarovým závitem u prvního popsaného použitého typu a hákovitých závitů u druhého typu zajistí, že stav napjatosti tahem na ploše v kontaktu se zmíněnými tekutinami je vždy na takové nízké úrovni, že spoj je relativně necitlivý na korozi napětím.

Vynález bude nyní popsán detailněji s odkazem na přiložené výkresy, které znázorňují uspořádání, které je provedeno pouze jako příklad, bez jakéhokoli omezení pole působnosti vynálezu, přičemž

na obr. 1 je znázorněn axiální řez spojení podle vynálezu,
 na obr. 2 detail jednoho provedení a
 na obr. 3 detail dalšího provedení.

Obr. 1 znázorňuje axiální řez sešroubovaným spojem, sestávajícím z vnitřního elementu 1 a vnějšího elementu 2, zatímco pro zjednodušení jsou oba závity - vnější i vnitřní - označeny stejnou vztahovou značkou 3.

Pole A zakrývá sedlo a kovové těsnění podle vynálezu. Dva detaily jsou znázorněny ve zvětšení na obr. 2 a obr. 3, z nichž obr. 2 znázorňuje počáteční fázi sestavování, když těsnicí plochy přicházejí do kontaktu a obr. 3 uspořádání po dotažení.

Obr. 2 a 3 ukazují část konce vnějšího elementu 2, kde za závitem 3 jsou dvě kuželové vnitřní plochy 9, 10, které ve spolupráci s odpovídajícími plochami vnitřního elementu 1 tvoří sedlo a kovové těsnění podle vynálezu.

Obr. 2 a 3 rovněž znázorňují koncovou část vnitřního elementu 1, kde za závitem 3 je řada obecně kuželových ploch s různými úhly sklonu. Z nich plocha 4 přijde do kontaktu s odpovídající kuželovou vnitřní plochou 9 vnějšího elementu 2 a vytvoří tak hermetické kovové těsnění, zatímco dosedací plocha 5 přichází do kontaktu s odpovídající kuželovou vnitřní plochou 10 vnějšího elementu.

Tyto páry ploch 4, 9, 5, 10 mohou mít kuželovitost 6,25 až 9,25 % v případě prvního páru plochy 4, 9 a tvoří 6 a 10° k rovině kolmé k ose spoje v případě druhého páru ploch 5, 10.

Jak lze vidět z vyobrazení, vnitřní plocha 9 je mnohem větší než vnitřní plocha 10, takže kontakt mezi dvěma plochami je vždy zajištěn tímto způsobem podle vynálezu pro široký rozsah konstrukčních tolerancí.

Obr. 2 rovněž ukazuje první dotek těsnicích ploch 4, 9 před tím, než se těsnicí plochy 5, 10 dotknou a než je spoj dotažen.

Obr. 3 znázorňuje uspořádání spoje po jeho dokončení, když těsnicí plochy 5, 10 se rovněž dotýkají a spoj je v použitelném stavu.

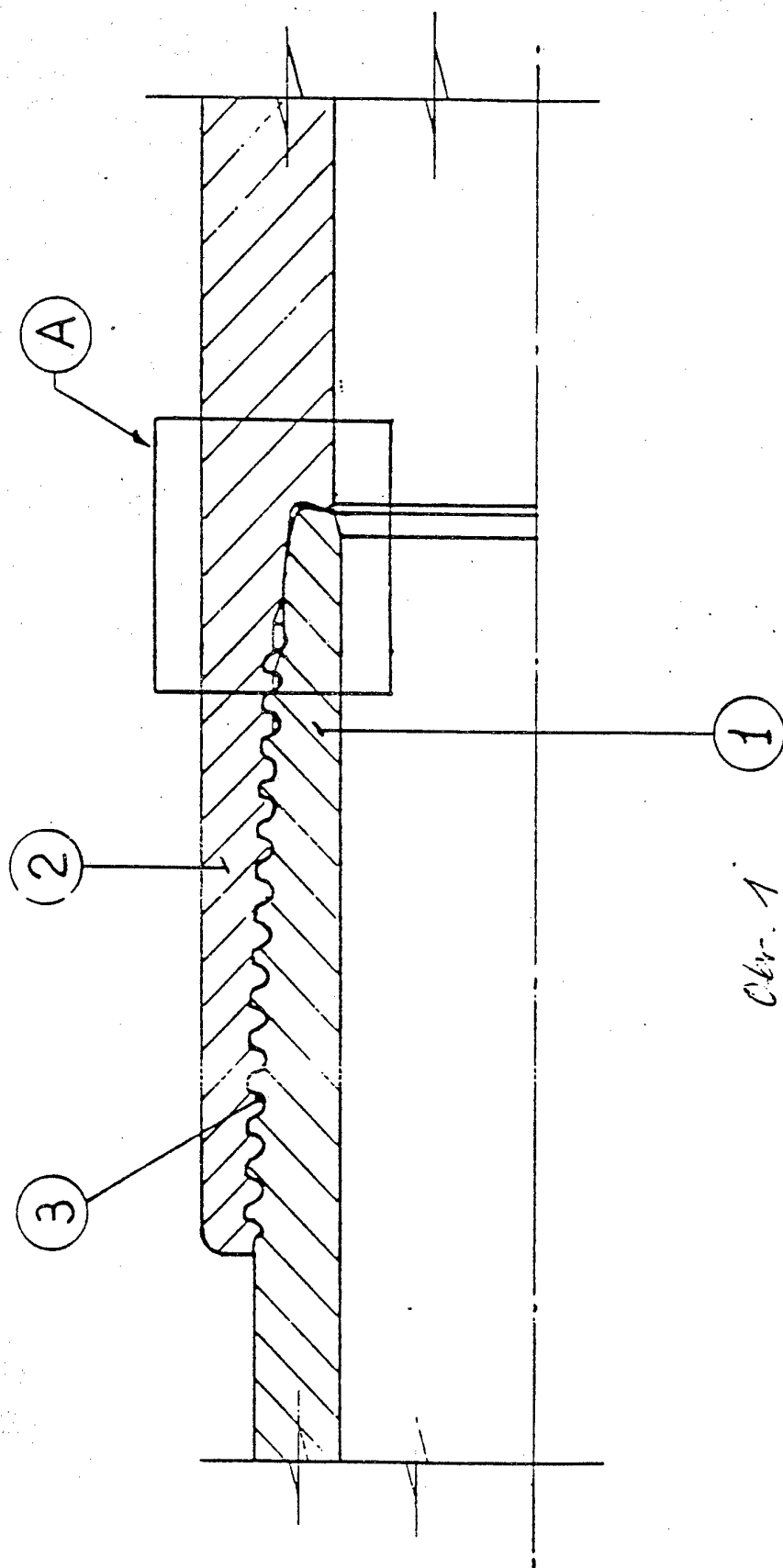
Pro snazší grafické znázornění jsou dotykové plochy kovového těsnění nakresleny přehnaně, aby bylo možno snadněji pochopit činnost spoje.

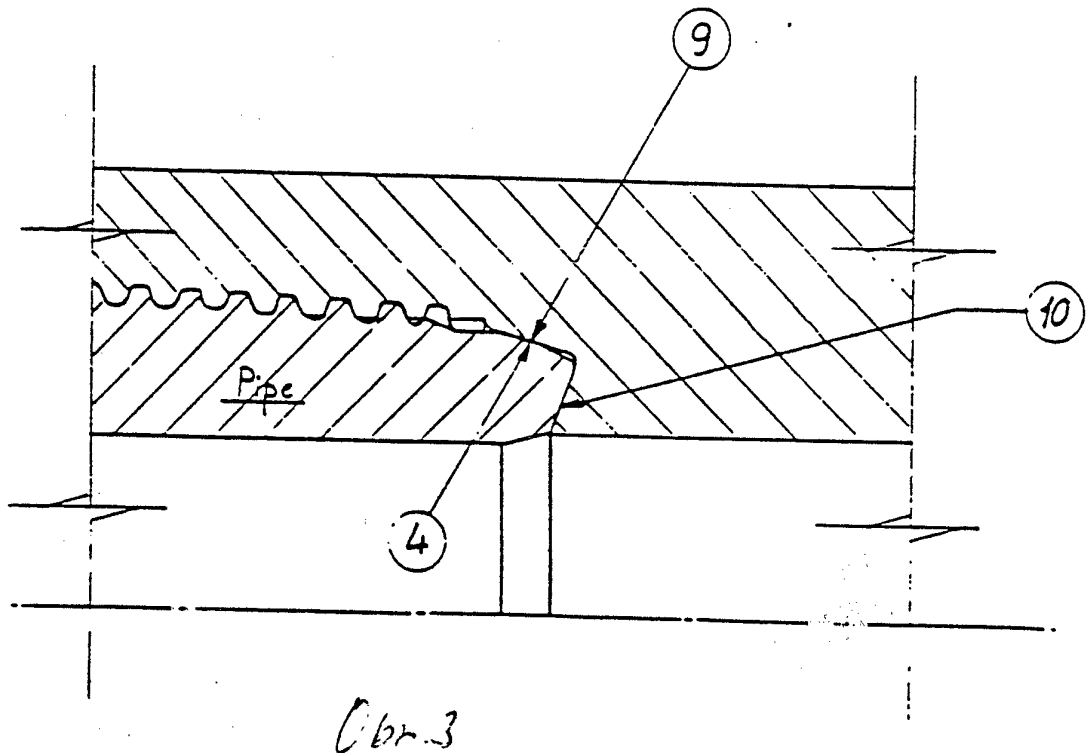
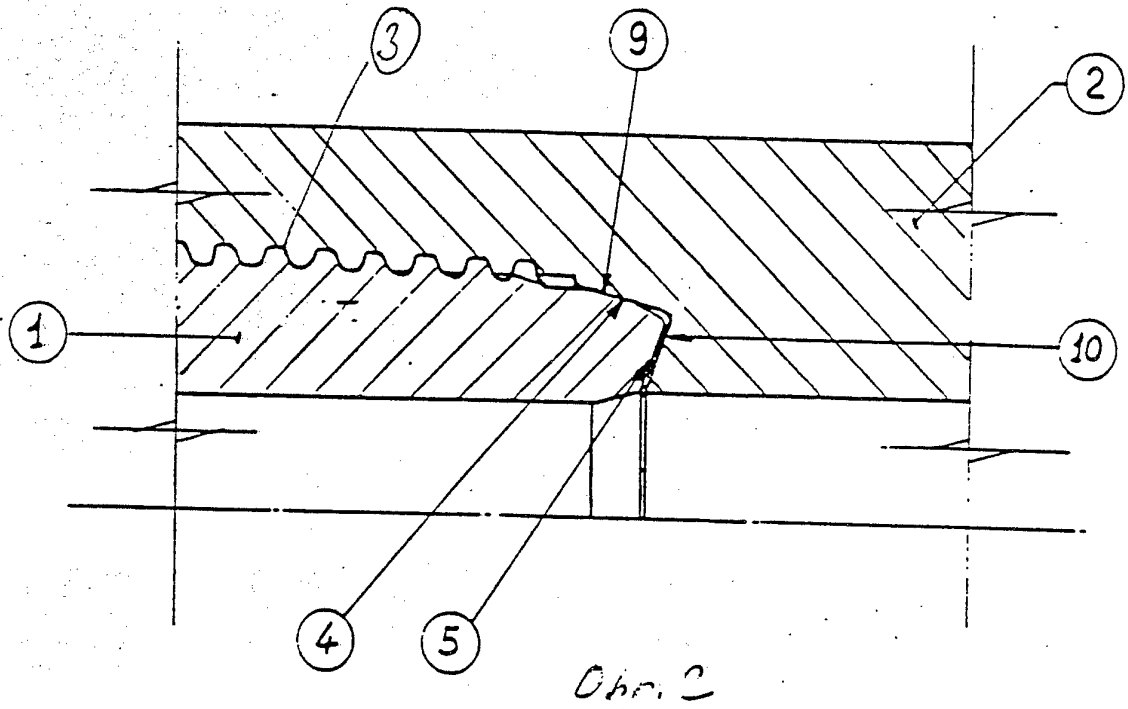
Spoj podle vynálezu může být proveden buď na dvou trubkách, které mají vnitřní a vnější konec (integrální spojka), nebo se výhodně provede na trubkách s dvěma vnitřními konci s vnějšími závity, které se dohromady spojí pomocí objímek s jejich vnitřními závitovými konci (objímková spojka). Vnitřní část objímkových spojek je silnější poblíž středu, aby bylo možno přizpůsobit těsnění a zóny sedel.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Hermetický spoj kovových trubek, zejména trubek, používaných pro čerpání tekutin a jako pažnice vrtů, sestávající z vnitřního elementu s alespoň jedním vnějším lichoběžníkovým závitem a vnějšího elementu s odpovídajícími vnitřními závity, přičemž koncová část vnitřního elementu za každým závitem má kuželovou těsnicí plochu, skloněnou v axiálním směru a případně vnitřní dosedací plochu, také kuželovou, uspořádanou v příčném směru, přičemž tyto plochy spolupracují s podobnými těsnicemi a dosedacími plochami na vnějším elementu, délka těsnicí plochy vnějšího elementu podle hlavní tvořící přímky je větší než délka odpovídající těsnicí plochy vnitřního elementu, vyznačující se tím, že dvě těsnicí plochy (4, 9) vnitřního elementu (1) a vnějšího elementu (2) mají kuželovitost mezi 6,25 a 9,25 %, přičemž délka těsnicí plochy (4) vnitřního elementu (1), která se dotýká odpovídající těsnicí plochy (9) vnějšího elementu (2) je mezi 0,5 a 2,5 mm.
2. Hermetický spoj podle nároku 1, vyznačující se tím, že kužel na dosedacích plochách (5, 10) na vnitřním elementu (1) a na odpovídajícím vnějším elementu (2) je mezi 5 a 10° k rovině kolmé k ose spoje, přičemž těsnicí dosedací plochy (5, 10) spolupracují pouze po interakci a energizaci mezi závity (3) a mezi těsnicemi plochami (4, 9).
3. Hermetický spoj podle nároků 1 a 2, vyznačující se tím, že závity (3) jsou hákovitého typu.
4. Hermetický spoj podle nároků 1 a 2, vyznačující se tím, že závity (3) jsou Antarova typu.
5. Hermetický spoj podle nároků 1 až 4, vyznačující se tím, že obsahuje doplňkové těsnicí zařízení, sestávající z těsnicího kroužku z plastického materiálu, umístěného mezi dvěma dosedacími plochami (5, 10) vnitřního a vnějšího elementu (1, 2), v pouzdru na dosedací ploše (10) vnějšího elementu (2).
6. Hermetický spoj podle nároků 1, 2 a 4, vyznačující se tím, že je proveden ze slitin ocelí, vybraných ze skupin Cr - Mn - V a Cr - Mo ocelí, obsahujících V, Ti a Nb, přičemž tyto oceli jsou zakaleny a popuštěny a mají temperovanou martenzitickou strukturu.
7. Hermetický spoj podle nároků 1, 2 a 3, vyznačující se tím, že je proveden z materiálu, vybraného z nerezové oceli a slitin na bázi Ni, eventuálně ve spojení s úpravami proti zadírání, jako je implantace vzácných kovů nebo tvrzených elementů, nebo elektrolytických povlaků tvrzených a/nebo samomazných kovů.

2 výkresy





Konec dokumentu