

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2003-305**
(22) Přihlášeno: **25.06.2001**
(30) Právo přednosti: **30.06.2000 FR 0008510**
(40) Zveřejněno: **18.06.2003**
(Věstník č. 6/2003)
(47) Uděleno: **10.09.2012**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **17.10.2012**
(Věstník č. 42/2012)
(86) PCT číslo: **PCT/FR2001/002005**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2002/001102**

(11) Číslo dokumentu:

303 493

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
F16L 15/04 (2006.01)
F16L 15/06 (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

WO 9908034; US 4611838; US 3870351; US 6047997; US 2258066.

(73) Majitel patentu:

VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS
FRANCE, Aulnoye-Aymeries, FR

(72) Původce:

Coulon Jean Luc, Monceau Saint Waast, FR
Noel Thierry, Sebourg, FR
Roussie Gabriel, Mons En Baroeuil, FR
Varenne Emmanuel, Villefranche-Sur-Saone, FR

(74) Zástupce:

JUDr. Miloš Všečka, Hálkova 2, Praha 2, 12000

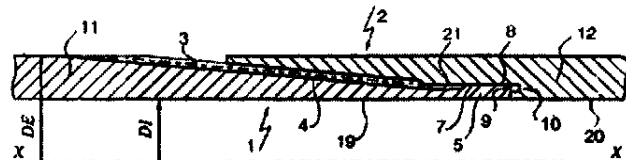
(54) Název vynálezu:

Trubkový závitový spoj, utěsněný trubkový závitový spoj a způsob zhotovování utěsněného trubkového závitového spoje

(57) Anotace:

Trubkový závitový spoj obsahuje vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) na jednom konci první trubky (11) a vnější našroubovací závitový prvek (2) na jednom konci druhé trubky (12), přičemž vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) má, při postupu směrem k jeho volnému konci, vnější závit (3), a dále zasouvací koncový úsek (5), který má vnější obvodovou plochu (7) zakončenou koncovou plochou (9), příčnou k ose závitového spoje a mající prstencový tvar, vnější našroubovací závitový prvek (2) má vnitřní závit (4) odpovídající vnějšímu závitě (3) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) a závitě neopatřené objímkovou část (6) pro uložení zasouvacího koncového úseku (5) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1), přičemž tato objímková část (6) má vnitřní obvodovou plochu (8) a osazení (10) prstencového tvaru a s částečně příčnou orientací, a vnější závit (3) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) je zašroubován do vnitřního závitě (4) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) v poloze, ve které je jeho prstencová koncová plocha (9) v záběru s osazením (10) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2). V závitovém spoji, který je určen k tomu, aby byl později, avšak před svým uvedením do provozu, podroben roztažení rozšířením průměru s plastickou deformací pro uvedení vnitřní obvodové plochy (8) objímkové části (6) a vnější obvodové plochy (7) zasouvacího koncového úseku (5) do těsného styku, je vnější obvodová plocha (7) zasouvacího koncového úseku (5) vzhledem k vnitřní obvodové ploše (8) objímkové části (6)

vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) uložená s malou vůlí, zatímco prstencová koncová plocha (9) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) a osazení (10) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) mají komplementární tvary vzájemně vsazené do sebe. Dále je navržen utěsněný trubkový závitový spoj vytvořený z výše uvedeného trubkového závitového spoje, jehož průměr je rozšířen roztažením s plastickou deformací, jakož i způsob zhotovování utěsněného trubkového závitového spoje, při němž se vytvoří výchozí závitový spoj výše uvedeného typu, který se podrobí diametrálnímu roztažení.



CZ 303493 B6

Trubkový závitový spoj, utěsněný trubkový závitový spoj a způsob zhotovování utěsněného trubkového závitového spoje

5 Oblast techniky

Vynález se týká trubkového závitového spoje, který je schopný snášet plastickou deformaci způsobovanou roztahováním ve směru průměru a utěsněného spoje získaného po takovém roztažení. Dále se vynález týká způsobu zhotovování utěsněného trubkového závitového spoje.

10

Dosavadní stav techniky

Trubkové závitové spoje dvou trubek velké délky nebo trubky velké délky a spojovací objímky jsou ze stavu techniky známy a používají se zejména pro vytváření kolon pažnic („casings“) nebo kolon těžebních trubek („tubings“), určených pro vrtvy k těžbě uhlovodíků nebo pro podobné vrtvy, například geotermální vrtvy. Vyvrtávání takových vrtů se obvykle provádí za použití nástrojů různých rozměrů, přičemž horní část vrtu se vyvrtává nástrojem velkého průměru, řádově 500 mm, zatímco spodní část vrtu se vyvrtává nástrojem menšího průměru, řádově 150 mm. Stěny těchto vrtů se pak zpevňují pažením za použití množství soustředně uspořádaných kolon pažnic zapouštěných z povrchu tak, že trubky s větším průměrem se probíhají od povrchu do hloubky několika stovek metrů, zatímco trubky menšího průměru probíhají od povrchu až k jeho dnu. Prostor mezi pažnicovými trubkami a stěnami vrtu se obvykle zalévá betonem.

Po kompletním vyvrtání a opláštění vrtu pažením se za účelem umožnění vyvěrání uhlovodíků na povrch do kolon pažnic spouští kolony těžebních trubek menšího průměru.

Zapažení a provozní vybavení vrtu tedy vyžaduje použití velkého množství trubek různých rozměrových velikostí, které musí mít být co nejmenší, aby v blízkosti povrchu, odkud se vrtá, nebylo nutné používat kolony pažnic příliš velkého průměru.

S ohledem na zajištění požadovaných mechanických vlastností se jako pažnicové a těžební trubky pro vytvoření trubkových kolon obvykle používají trubky zhotovené z tepelně zpracované oceli, které jsou dohromady spojené pomocí závitových spojů, jejichž tloušťka je zpravidla větší než tloušťka běžné části trubek, což vyžaduje existenci dostatečně velkého prostoru mezi soustředně uspořádanými kolonami (rozdíl průměrů trubek).

Technické normy API 5 CT Amerického ropného institutu (American Petroleum Institute) definují spojení trubek velkých délek (potrubí s integrálními spoji, „integral-joint tubing“, extrémně dlouhé pažnice, „extreme line casing“) a objímkových závitových spojů zahrnujících dva závitové spoje pro spojování dvou trubek velké délky za použití spojovací objímky.

Zdokonalení takových trubkových závitových spojů popisuje množství patentů: francouzský patent FR1 489 013, evropský patent EP 0 488 912 a patent US 4 494 777 jsou zaměřené na vytvoření trubkových závitových spojů nazývaných vyšší třídy (nebo „premium“) nebo „pojistné“ spoje s obzvláště dobrým utěsněním díky existenci těsnících ploch se stykem kov–kov a dosedacího záběru mezi vnitřním zašroubovacím prvkem (male; prvkem nesoucím vnější závit, který se zašroubovává do vnějšího prvku s vnitřním závitem, – dále krátce „vnitřním zašroubovacím prvkem“) a vnějším zašroubovacím prvkem (femelle; prvkem nesoucím vnitřní závit, který se našroubovává na vnitřní prvek s vnějším závitem – dále krátce „vnějším našroubovacím prvkem“).

Patentová přihláška WO99/08034 popisuje závitový spoj se čtvercovými závity mající zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího prvku spolupracující s objímkovou částí vnějšího našroubovacího prvku a mající koncové prstencové plochy na vnitřním zašroubovacím prvkem a osazení na vnějším našroubovacím prvkem ve tvaru na sebe dosedajících polodrážek a zasazené do sebe.

Vnější obvodová plocha zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a vnitřní obvodová plocha objímkové části vnějšího našroubovacího prvku mají válcové plochy pro vytváření sady dosedacích těsnicích ploch na konci šroubování, když jsou polodrážky vnitřního zašroubovacího prvku a vnějšího našroubovacího prvku do sebe zasazeny.

5

V poslední době se objevují nové způsoby instalace trubkových kolon do vrtů k těžbě uhlovodíků, které jsou založené na roztahování průměru trubek uspořádaných v koloně o 10 až 20 % za použití roztahovacího trnu nuceně protahovaného skrze vnitřek této kolony: viz například patentové přihlášky WO 93/25799, WO 98/00626, WO 99/06670, WO 99/35368, WO 00/61915, GB 2 344 606 a GB 2 348 657.

10

Díky takovému roztahování je například možné instalovat kolonu pažnic bez nutnosti vybetonování volného prostoru mezi vnějším obvodovým povrchem trubek a stěnou vyvrtané díry nebo spouštět trubkovou kolonu s malou rozměrovou velikostí vzhledem k díře.

15

Díky takovému roztahování je kromě toho možné ucpávat díry vytvořené v pažnicových nebo těžebních trubkách v důsledku koroze nebo tření vrtacích tyčí, nebo do vrtu spouštět trubky s malou rozměrovou velikostí, které se na požadovaný průměr roztahují až po jejich uvedení do požadovaného umístění ve vrtu.

20

Ať tak nebo onak, technologie roztahování je použitelná především ve spojení s vyvrtáním vrtů, které mají rovnoměrný průměr v rozsahu celé jejich délky a jejichž opláštění pažením je možné provádět za použití trubkové kolony s konstantním průměrem, přičemž trubky se do vrtu zavádějí v neroztaženém stavu a jejich roztahování na průměr vrtu se provádí in situ.

25

Při tomto uspořádání je pak možné, odstraněním trubek s největším průměrem a největší tloušťkou, podstatně snížit počet trubek požadovaných pro zapažení vrtu a tím redukovat pořizovací náklady na vybavení vrtu. V souvislosti s tím je možné dokonce uvažovat i o vyvrtávání vrtu přímo prostřednictvím kolony pažnic, která by pak v tomto případě sloužila jako souprava vrtacích tyčí.

30

Trubkové závitové spoje známé ze stávajícího stavu techniky, například závitové spoje popsané v patentu US 4 494 777, nicméně taková použití neumožňují.

35

Po roztažení se na těchto spojích konstatuje:

- neexistence utěsnění, která zejména brání provádět roztahování pomocí trnu hydrauliky poháněného podél kolony;
- ohyb zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího konce spoje, který značně zmenšuje nepříjemným způsobem provozní vnitřní průměr kolony vytvářením výběžku vybíhajícího směrem dovnitř do prostoru vymezeného provozním vnitřním průměrem,
- eventuální lámání zasouvacího koncového úseku překročením deformační schopnosti určitých oblastí, zvláště namáhaných v důsledku výchylek tloušťky po celé délce těchto vnitřních zašroubovacích a vnějších našroubovacích prvků vzhledem k tloušťce tělesa trubky.

45

Z uvedeného důvodu jsou ve výše citovaných dokumentech, týkajících se technologií roztahování, popisovány pro spojování trubek pouze svařované spoje (svitky trubek svařovaných na tupo a odvíjených z povrchu) nebo třecí spoje („slips“), zatímco závitové spoje jsou uznávány pro jejich vlastnosti kombinující mechanickou pevnost, těsnost za všech provozních podmínek a možnost demontáže a opětovné montáže několikrát po sobě.

50

Je třeba poznamenat, že z dokumentů US 5 924 745 a WO 98/42947 jsou známy závitové spoje pro spojování trubek známých jako „EST“ trubky (roztahitelné trubky se štěrbinami expansible

55

slotted tubings), které jsou opatřené podélnými šterbinami umožňujícími roztahování průměru těchto trubek, po jejich uspořádání ve spodní části vrtů k těžbě uhlovodíků, a to průchodem roztahovacího trnu skrze ně. Takové závitové spoje si nekladou za cíl žádnou vlastnost z hlediska těsnosti, protože takové trubky jsou opatřeny šterbinami procházejícími stěnou trubek a umožňujícími tekutině, která se nachází vně trubky (například uhlovodíku z ložiska) vnikat do trubky, aby jí stoupala na povrch.

Byla tedy vyvinuta snaha najít závitový spoj trubek, který by byl schopen snášet proces roztahování ve vrtu a který by po tomto roztahování byl těsný vůči kapalinám a pokud možno vůči plynům.

Bylo také usilováno o to, aby trubkový závitový spoj byl jednoduše a levně vyrobitelný.

Ještě dalším cílem bylo poskytnout závitový spoj s dobrými metalurgickými vlastnostmi za provozních podmínek, a tedy po roztahování, s dostatečnou mezí kluzu za tohoto stavu, prostý křehkosti a s dobrými vlastnostmi z hlediska tvorby trhlin pod napětím, působených přítomností H_2S .

Podstata vynálezu

Vynález přináší trubkový závitový spoj, obsahující vnitřní zašroubovací závitový prvek (male; prvek nesoucí vnější závit, který se zašroubovává do vnějšího prvku s vnitřním závitem – dále v celém textu krátce „vnitřní zašroubovací prvek“) na jednom konci první trubky a vnější našroubovací závitový prvek (femelle; prvek nesoucí vnitřní závit, který se našroubovává na vnitřní prvek s vnějším závitem – dále v celém textu krátce „vnější našroubovací prvek“) na jednom konci druhé trubky, přičemž vnitřní zašroubovací závitový prvek má, při postupu směrem k jeho volnému konci, vnější závit, a dále zasouvací koncový úsek, který má vnější obvodovou plochu zakončenou koncovou plochou, příčnou k ose závitového spoje a mající prstencový tvar, vnější našroubovací závitový prvek má vnitřní závit odpovídající vnějšímu závitu vnitřního zašroubovacího závitového prvku a závity neopatřenou objímkovou část pro uložení zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího závitového prvku, přičemž tato objímková část má vnitřní obvodovou plochu a osazení prstencového tvaru a s částečně příčnou orientací, a vnější závit vnitřního zašroubovacího závitového prvku je zašroubován do vnitřního závitu vnějšího našroubovacího závitového prvku v poloze, ve které je jeho prstencová koncová plocha v záběru s osazením vnějšího našroubovacího závitového prvku, přičemž podstata řešení spočívá v tom, že v závitovém spoji, který je určený k tomu, aby byl později, avšak před svým uvedením do provozu, podroben roztahování rozšířením průměru (diametrálnímu roztahování) s plastickou deformací pro uvedení vnitřní obvodové plochy objímkové části a vnější obvodové plochy zasouvacího koncového úseku do těsného styku, je vnější obvodová plocha zasouvacího koncového úseku vzhledem k vnitřní obvodové ploše objímkové části vnějšího našroubovacího závitového prvku uložena s malou vůlí, zatímco prstencová koncová plocha vnitřního zašroubovacího závitového prvku a osazení vnějšího našroubovacího závitového prvku mají komplementární tvary vzájemně vsazené do sebe.

Podle předloženého vynálezu je tak navržen trubkový závitový spoj způsobilý roztahování, obsahující vnitřní zašroubovací prvek s vnějším závitem na konci první trubky a vnější našroubovací závitový prvek s vnitřním závitem na konci druhé trubky. Vnitřní zašroubovací závitový prvek obsahuje za vnějším závitem, pokračuje-li se k jeho volnému konci, zasouvací koncový úsek bez závitu, mající vnější obvodovou plochu, a zakončený koncovou plochou prstencového tvaru a s částečně příčnou orientací. Vnější našroubovací závitový prvek obsahuje vnitřní závit odpovídající výše uvedenému vnějšímu závitu a objímkovou část pro spolupůsobení se zasouvacím koncovým úsekem vnitřního zašroubovacího závitového prvku. Tato objímková část obsahuje vnitřní obvodovou plochu a plochu osazení prstencového tvaru s částečně příčnou orientací, připojenou k vnitřní obvodové ploše druhé trubky. Vnější závit je zašroubován do vnitřního závitu až do polohy, v níž je koncová plocha vnitřního zašroubovacího prvku zasunuta do vzájemného styku s plochou osazení našroubovacího vnějšího prvku.

Podle znaku vynálezu, čínícího trubkový závitový spoj způsobilý utěsnění a mít po diametrálním roztažení v oboru plastických deformací maximální průchozí vnitřní příčný průřez, má koncová plocha vnitřního zašroubovacího prvku a plocha osazení vnějšího našroubovacího prvku vzájemně doplňkové tvary, umožňující před roztažením vzájemné zasunutí vnitřního zašroubovacího prvku a vnějšího našroubovacího prvku.

Kromě toho je vnější obvodová plocha zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku uložena vzhledem k vnitřní obvodové ploše objímkové části vnějšího našroubovacího závitového prvku s malou vůlí.

Vsunutí koncové plochy vnitřního zašroubovacího prvku do plochy osazení objímkové části vnějšího našroubovacího prvku vyvolává ohybový moment na volném konci zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku, když je oblast plně tloušťky druhé trubky, ležící za osazením vnějšího našroubovacího prvku, nakláněna vzhledem k ose sestavy při roztahování.

Toto vsazení umožňuje vytvořit na závitovém spoji, v diametrálně roztaženém stavu, prstencovou těsnicí oblast prostřednictvím styčného tlaku na styku kov-kov mezi částí vnější obvodové plochy zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a odpovídající částí obvodové vnitřní plochy objímkové části vnějšího našroubovacího prvku.

Uvedené vsazení také zabraňuje jakémukoli přirozeném sklonu uvedeného volného konce se vnořovat při roztahování dovnitř kolony a zde vyčnívat směrem dovnitř, jaký se uplatňuje v případě, kdyby k uvedenému vzájemnému vsazení nedocházelo.

Toto chování závitového spoje při roztahování, které je původci shledáváno jako neočekávané, bude blíže vysvětleno v detailní části popisu.

Pod označením malá vůle mezi vnější obvodovou plochou zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a vnitřní obvodovou plochou objímkové části vnějšího našroubovacího prvku se rozumí vůle měřená kolmo k těmto plochám o velikosti 0,3 mm nebo menší.

Absence radiálního styku mezi vnější obvodovou plochou zasouvacího koncového úseku a vnitřní plochou objímkové části, způsobená existencí uvedené vůle, má za následek, že tyto plochy nehrají roli těsnících dosedacích ploch na neroztaženém spoji. Původci předloženého vynálezu totiž konstatovali, že radiální styk těchto ploch před roztahováním závitového spoje není pro vytvoření spoje utěsněného po roztažení nezbytný. Přitom ale konstatovali, příliš velká vůle mezi těmito plochami nedovoluje vytvoření vzájemného pevného a těsného styku po roztažení, které je pro dosažení utěsněného závitového spoje nezbytné.

V dokumentu US 4 611 838, představujícím stav techniky, se popisuje závitový spoj mající zasouvací koncový úsek a jemu odpovídající objímkovou část a mající koncovou prstencovou plochu vnitřního zašroubovacího prvku, která obsahuje prstencový zub, a prstencovou plochu osazení vnějšího našroubovacího závitového prvku, která obsahuje prstencovou drážku, kde zub a drážka na sebe dosedají, přičemž zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího prvku má prstencovou vnější obvodovou plochu a objímková část vnějšího našroubovacího závitového prvku má kuželovitou vnitřní obvodovou plochu.

Tyto obvodové plochy se na konci zašroubování nacházejí v radiálním styku a tvoří dosedací těsnicí plochy, přičemž záměrem patentu US 4 611 838 je maximalizovat vzájemný radiální záběr prstencové vnější plochy koncového úseku s kuželovou obvodovou vnitřní plochou objímkové části na konci zašroubování (a tím i utěsnění závitového spoje), díky tvaru uvedených obvodových ploch a opěrnému účinku vnitřní plochy drážky pro vnitřní plochu zubu.

5 Koncová plocha vnitřního zašroubovacího prvku však není podle tohoto patentu zcela vsazená do plochy osazení vnějšího našroubovacího prvku závitového spoje a neumožňuje tedy přenášet ohybový moment na volný konec zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku, v důsledku volného prostoru mezi horní stěnou pera na jeho volném konci a horní stěnou drážky při jeho základně.

10 Nic nenaznačuj v tomto dokumentu účinky na dosedací těsnicí plochy při diametrálním roztahováním s plastickou deformací, přičemž tento závitový spoj ani nemůže s úspěchem podstoupit takové roztažení. Zkušenost získaná autory ukazuje, že těsnost závitového spoje podle dokumentu US 4 611 838 nemůže být dosažena po takovém roztažení.

15 V patentu US 3 870 351 je popsán tvar zasouvacího koncového úseku a objímkové části, který je blízký provedení podle U 4 611 838, přičemž plocha volného konce vnitřního zašroubovacího prvku je konvexně zakřivená a dosedá na plochu osazení vnějšího našroubovacího závitového prvku, která je konkávně zakřivená, takže jsou vytvořeny dvě sady těsnicích dosedacích ploch s dosedáním kov na kov, a to jedna v úrovni zakřivených ploch a druhá na vnější obvodové ploše zasouvacího koncového úseku a na vnitřní obvodové ploše objímkové části. Takové uspořádání dovoluje zvýšit radiální vzájemný záběr mezi obvodovými těsnicími plochami.

20 Ve výše zmíněné patentové přihlášce WO 99/08034 je popsána vnější obvodová plocha zasouvacího koncového úseku a vnitřní obvodová plocha objímkové části, mající válcové části, které do sebe radiálně zabírají na konci šroubování, a to s nevýhodami popsanými výše, na rozdíl od závitového spoje podle vynálezu.

25 Patent US 6 047 997 konečně se popisuje vrtnou tyčovou soupravou pro podzemní vedení, pro které nejsou žádné zvláštní těsnicí požadavky. Plocha konce vnitřního zašroubovacího prvku je podle tohoto patentu vsazena do plochy osazení vnějšího našroubovacího prvku, ale z obrázků je patrné, že je značný prostor mezi vnější obvodovou plochou koncového úseku na vnitřním zašroubovacím prvku a vnitřní obvodovou plochou objímkové části, který neumožňuje vytvořit 30 těsný styk mezi těmito plochami po diametrálním roztažení závitového spoje.

35 V žádném z těchto čtyř dokumentů se nepopisuje konstrukční uspořádání, které by bylo identické s konstrukčním uspořádáním podle předloženého vynálezu. Kromě toho se v žádném z těchto dokumentů neuvažuje diametrální roztahování závitového spoje a ani se nepopisuje možnost dosažení vytvoření utěsněných závitových spojů po takovém roztažení.

40 S výhodou má podle vynálezu koncová plocha vnitřního zašroubovacího prvku pro jeho vsazení do osazení vnějšího našroubovacího prvku tvar polodrážky tvořené příčnou čelní plochou na straně blíže k ose závitového spoje a axiálně vybíhajícím prstencovým perem na opačné straně polodrážky. Pro zajištění vzájemné spolupráce s příčnou čelní plochou vnitřního zašroubovacího prvku má tvar tvořený příčnou čelní plochou na straně blíže k ose závitového spoje a prstencovou drážkou na straně dále od osy závitového spoje, přičemž příčná čelní plocha vnitřního zašroubovacího prvku spolupracuje s příčnou čelní plochou osazení a pero spolupracuje s prstencovou drážkou osazení vnějšího našroubovacího závitového prvku.

45 Podle vynálezu je dále velmi výhodné, jestliže prstencové stěny pera a drážky jsou uspořádané tak, že ve spojeném stavu závitového spoje prstencové stěny drážky těsně a pevně radiálně obemykají stěny pera.

50 S výhodou je také radiální tloušťka pera polodrážky vnitřního zašroubovacího prvku v podstatě stejně velká jako šířka čelní plochy vnitřního zašroubovacího závitového prvku.

55 S výhodou je také délka pera měřená v axiálním směru v podstatě stejně velká jako jeho radiální tloušťka.

Je rovněž tak výhodné, jestliže jak vnější obvodová plocha zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího závitového prvku, tak i vnitřní obvodová plocha vnějšího našroubovacího závitového prvku jsou válcové. Obrábění těchto ploch je pak zvlášť snadné a levné.

- 5 S výhodou má zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího závitového prvku tloušťku v rozmezí $1/3$ až $2/3$ tloušťky první trubky.

- 10 Uvedené rozmezí tloušťky koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku zaručuje kritický příčný průřez v oblasti pod dnem závitu, který postačuje pro zajištění odpovídající pevnosti závitového spoje v tahu v axiálním směru.

S výhodou má zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího závitového prvku délku, která je v rozmezí jednonásobku až čtyřnásobku jeho tloušťky.

- 15 Minimální hodnota tohoto poměru umožňuje, že při roztahování dochází k plastické deformaci zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a odpovídající objímkové části vnějšího našroubovacího prvku. Důsledkem těchto plastických deformací je vzájemné dosednutí a dotlačování příslušných ploch vysokým styčným tlakem, a tím i utěsnění závitového spoje po roztahování.

- 20 Maximální hodnota tohoto poměru poskytuje možnost zabránit nekontrolovanému vyboulování koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku vlivem uvedených deformací, které by ve svém důsledku vedlo k tomu, že bude vyčnívat do vnitřku trubkové kolony.

- 25 Dále je velmi výhodné, jestliže je vnitřní zašroubovací prvek opatřený na konci vnějšího závitu drážkou, ležící mezi tímto závitem a zasouvacím koncovým úsekem. Tato drážka usnadňuje plastickou deformaci koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku během roztahování závitového spoje.

- 30 S výhodou má drážka hloubku rovnou výšce závitu vnitřního zašroubovacího závitového prvku, takže dno vnějšího závitu vybíhá ze dna drážky.

- 35 Je rovněž tak výhodné, jestliže má drážka šířku o velikosti dvou až osminásobku její hloubky. Poměr šířka/hloubka menší než 2 nedovoluje, aby existence této drážky usnadňovala plastickou deformaci zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku. Naproti tomu bude poměr šířka/hloubka větší než 8 představovat během roztahování vysoké riziko vyboulování materiálu směrem do vnitřku trubkové kolony.

- 40 Vynález je s výhodou možné aplikovat jak v kombinaci se závitovými spoji s kuželovým závitem, tak i v kombinaci se závitovými spoji s jednochodým a/nebo několikachodým válcovým závitem.

- 45 Je rovněž tak výhodné, jestliže mají první i druhá trubka stejný vnitřní průměr jak v oblasti konců tvořených závitovými prvky, tak i v průběžných základních tělesech trubek, což usnadňuje operace roztahování.

Dále je výhodné, jestliže totéž platí i pro vnější průměry trubek.

- 50 První trubka a druhá trubka tak mají podle dalšího znaku vynálezu stejný světlý vnitřní průměr jak v oblasti konců tvořených závitovými prvky, tak i v průběžných základních tělesech trubek. Podobně mají podle dalšího znaku vynálezu první trubka a druhá trubka stejný vnější průměr jak v oblasti do sebe zašroubovaných závitových prvků, tak i v oblasti průběžných základních těles trubek.

Dále je velmi výhodné, jestliže je použitým závitovým spojem závitový spoj integrálního typu, což znamená, že každou ze spojovaných trubek je trubka velké délky, která zahrnuje na jednom ze svých konců vnitřní zašroubovací závitový prvek a na druhém vnější našroubovací závitový prvek, přičemž vnitřní zašroubovací závitový prvek jedné trubky se zašroubováním upevňuje do vnějšího našroubovacího prvku druhé trubky a tak postupně dále až do vytvoření trubkové kolony.

Závitové prvky jsou s výhodou vytvořené z oceli obsahující prvky vázající dusík a znečitlivující ocel vůči stárnutí deformačním zpevněním, přičemž ocel je tepelně zpracovaná pro maximalizaci její schopnosti rovnoměrného protahování. Tato opatření mají za následek dobré vlastnosti za provozu.

Předmětem vynálezu je dále utěsněný trubkový závitový spoj, vyznačující se tím, že je vytvořený z výše uvedeného trubkového závitového spoje, jehož průměr je rozšířen roztažením s plastickou deformací, přičemž vnitřní obvodová plocha objímkové části vnějšího našroubovacího závitového prvku obemývá v těsném a pevném styku vnější obvodovou plochu zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího závitového prvku k dosažení těsnícího vzájemného dotyku obou ploch.

Rozšíření průměru trubkového závitového spoje do utěsněného spoje s výhodou větší než 10 %.

Ještě dalším předmětem vynálezu je vytváření výše uvedeného utěsněného trubkového závitového spoje.

Při provádění tohoto způsobu se vychází z trubkového závitového spoje podle vynálezu popsaného výše, označeného jako „výchozí trubkový závitový spoj“, pro který nejsou požadované žádné těsnící schopnosti, přičemž se tento výchozí závitový spoj podrobuje rozšiřování průměru roztažením plastickou deformací za použití rozšiřovacího trnu, jehož průměr je větší než vnitřní průměr trubek výchozího závitového spoje, přičemž se tento rozšiřovací trn přemísťuje v axiálním směru skrz výchozí závitový spoj. Rozměry koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a odpovídající části vnějšího našroubovacího prvku jsou takové, že během průchodu trnu vnitřní zašroubovací prvek a odpovídající části vnějšího našroubovacího prvku nejdříve prodělávají plastickou deformaci ohybem společně, načež pouze vnější našroubovací prvek prodělává vyrovnávací plastickou deformaci v opačném smyslu, jejímž výsledkem je v konečné fázi styčný pevný a těsný záběr mezi zasouvacím koncovým úsekem vnitřního zašroubovacího prvku a odpovídající částí vnějšího našroubovacího prvku.

Je výhodné, jestliže je ohýbání zasouvacího koncového úseku vymezeno přítomností drážky uspořádané na konci zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku.

Dále je výhodné, jestliže je použitým trubkovým závitovým spojem trubkový závitový spoj integrálního typu a jestliže se rozšiřování trn přemísťuje ve směru od vnitřního zašroubovacího prvku k vnějšímu našroubovacímu prvu.

Předmětem vynálezu je tedy způsob zhotovování výše uvedeného utěsněného trubkového závitového spoje, vyznačující se tím, že se v prvním kroku vytvoří závitový spoj, jak byl popsán výše (tj. „výchozí trubkový závitový spoj“), dále označovaný jako roztahovatelný trubkový závitový spoj, načež se v druhém kroku podrobuje roztahovatelný trubkový závitový spoj diametrálnímu roztažení v oboru plastické deformace, takže na konci kroku vznikne těsný kontakt mezi vnější obvodovou plochou diametrálně roztaženého zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a vnitřní obvodové plochy diametrálně roztažené objímkové části vnějšího našroubovacího prvku.

Krok diametrálního roztahování se při způsobu podle vynálezu provádí tím, že závitovým spojem se nechává procházet roztahovací trn mající maximální průměr, který je větší než je vnitřní průměr závitových prvků roztahovatelného trubkového závitového spoje.

- 5 Roztahovatelný trubkový závitový spoj je s výhodou integrálního typu a roztahovací trn se posouvá z vnitřního zašroubovacího prvku směrem k vnějšímu našroubovacímu prvku.

Přehled obrázků na výkresech

10

Vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím konkrétních příkladů provedení znázorněných na připojených výkresech, na kterých znázorňují obr. 1 závitový spoj podle vynálezu ve stavu před rozšiřováním průměru, obr. 2 vnitřní zašroubovací závitový prvek závitového spoje z obr. 1, obr. 3 vnější našroubovací závitový prvek závitového spoje z obr. 1, obr. 4 až 7 závitový spoj podle vynálezu v různých fázích procesu roztahování, přičemž obr. 4 znázorňuje fázi rozšiřování průměru závitového spoje, obr. 5 fázi ohýbání, obr. 6 vyrovnávací fázi, a obr. 7 konečný stav závitového spoje po jeho podrobení operaci roztahování, obr. 8 detail z obr. 2 v oblasti volného konce koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku, obr. 9 detail z obr. 3 v oblasti spolupracujícího uložení na vnějším našroubovacím prvku, a obr. 10 detail z obr. 1.

20

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 znázorňuje závitový spoj podle vynálezu, zahrnující vnitřní zašroubovací závitový prvek 1 vytvořený na konci první trubky 11, který je sešroubován do dosednutí s vnějším našroubovacím závitovým prvkem 2, vytvořeným na konci druhé trubky 12. Vnitřní průměr vnitřního zašroubovacího závitového prvku je roven vnitřnímu průměru D_1 trubek 11, 12. Vnější průměr našroubovacího vnějšího závitového prvku je kromě toho v daném případě rovný vnějšímu průměru D_2 trubek 11, 12, ale může se od něj lišit.

30

Závitový prvek je znázorněn na obrázku 1 ve stavu jednoduchého sešroubování před jakoukoli operací roztahování rozšiřováním průměru.

Druhou trubkou 12, znázorněnou na obrázku, je trubka velké délky, kterou však může být v neznázorněném provedení i spojovací objímka, opatřená prvním vnějším našroubovacím prvkem 2 a symetricky uspořádaným druhým vnějším našroubovacím prvkem, našroubovaným na vnitřní zašroubovací závitový prvek, který je vytvořený na konci další trubky velké délky.

Samotný vnitřní zašroubovací závitový prvek je znázorněn na obr. 2. Obsahuje kuželový vnější závit 3 se závity s lichoběžníkovým profilem a směrem k jeho volnému konci je prodloužen částí neopatřenou závitem, tvořenou drážkou 21 a zasouvacím koncovým úsekem 5, zakončeným prstencovou koncovou plochou 9. Drážka 21 má tvar mělkého U. Začíná bezprostředně za závitem a její hloubka h_g se rovná výšce (výšce profilu závitu) vnějšího závitu 3 vnitřního zašroubovacího závitového prvku. Dno drážky tak sahá až ke dnu prvního závitu (filet, profilu závitu nebo jednotkového závitu) vnějšího závitu (filetage) 3. Šířka l_g drážky se rovná v podstatě čtyřnásobku její hloubky h_g .

Zasouvací koncový úsek 5 má vnější obvodovou plochu 7 válcového tvaru a vnitřní obvodovou plochu 19, která odpovídá válcové vnitřní obvodové ploše koncové oblasti první trubky 11. Zasouvací koncový úsek má tedy rovnoměrnou tloušťku e , která se v podstatě rovná polovině tloušťky e_1 trubky 11. Délka l tohoto koncového úseku 5, měřená od konce drážky k čelní ploše 15 (podrobně definované dále), se v podstatě rovná trojnásobku tloušťky e koncového úseku 5.

Koncová plocha 9 zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku tvoří polodrážku, která je v detailu znázorněná na obr. 8. Tato polodrážka je tvořená prstencovou čelní plo-

55

chou 15 a axiálně vybíhajícím prstencovým perem 13. Čelní plocha 15 je uspořádaná na straně polodrážky, která je blíže k vnitřku (ose) závitového spoje.

5 Stěny 17, 25 pera 13 nejsou přesně rovnoběžné, ale lehce se sbíhají směrem k volnému konci pera. Tyto stěny jsou tedy vytvořeny jako mírně kuželovité plochy, které jsou souosé s osou závitového spoje a mají poloviční vrcholový úhel o velikosti 1 až 2 stupně.

10 Radiální tloušťka e_a pera 13 se v podstatě shoduje s šířkou příčné čelní plochy 15, zatímco délka h_d tohoto pera (nebo jeho axiálního průmětu) je v podstatě shodná s radiální tloušťkou e_d pera.

15 Samotný vnější našroubovací závitový prvek 2 je znázorněn na obr. 3. Obsahuje vnitřní závit 4 se závity s lichoběžníkovým profilem, který odpovídá vnějšímu závitů 3, a dále část 6 bez závitu, uloženou na opačné straně vnitřního závitu 4 vzhledem k volnému konci vnějšího našroubovacího závitového prvku. Tato závitem neopatřená část 6 tvoří objímkovou část, která tvarově koresponduje a spolupracuje se zasouvacím koncovým úsekem 5 vnitřního zašroubovacího závitového prvku 1.

20 Objímková část 6 má vnitřní obvodovou plochu 8 válcového tvaru, připojenou na jedné straně k vnitřnímu závitů 4 a na druhé straně přes osazení 10 vnějšího našroubovacího prvku k válcové vnitřní obvodové ploše 20 druhé trubky 12. Průměr vnitřní obvodové plochy 8 objímkové části 6 je nepatrně větší než průměr vnější obvodové plochy 7 zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku, takže plochy 7 a 8 se mohou vůči sobě navzájem kluzně posouvat s malou vůlí, například s vůlí 0,2 mm.

25 Osazení 10 vnějšího našroubovacího prvku (viz obr. 9) má tvar tvořený příčnou prstencovou čelní plochou 16 vnějšího našroubovacího prvku na straně blíže k ose závitového spoje a prstencovou drážkou 14 na straně dále od osy závitového spoje. Má přitom tvar v podstatě odpovídající tvaru konce vnitřního zašroubovacího prvku 1, takže příčná čelní plocha 15 vnitřního zašroubovacího prvku 1 spolupracuje s příčnou čelní plochou 16 osazení 10, a pero 13 spolupracuje s prstencovou drážkou 14 osazení 10 vnějšího našroubovacího prvku 2.

30 Drážka 14 má axiální hloubka P_r , která je o něco větší než axiální délky pera 13, takže prstencové příčné čelní plochy 15, 16 obou závitových prvků na sebe v sestaveném stavu spoje nedosedají a konec pera 13 není v sestaveném stavu spoje opřen o dno drážky 14 (viz obr. 10).

35 Stěny 18, 26 drážky 14 nejsou přesně rovnoběžné, ale mírně se sbíhají směrem ke dnu drážky. Stěny jsou tedy provedené jako mírně kuželovité plochy, souosé s osou spoje a s polovičním vrcholovým úhlem 1 až 2 stupně, který je stejný jako poloviční vrcholový úhel stěn 17, 25 pera 13.

40 Radiální šířka l_r drážky tohoto provedení není po celé délce drážky důsledně konstantní. Tato drážka je upravená tak, že obvodové stěny pera 13 se dostávají do styku s odpovídajícími stěnami drážky 14 o něco dříve před tím, než se dosáhne polohy sestavení spoje.

45 Uvedené uspořádání umožňuje zajistit současně požadovanou malou vůli mezi válcovými obvodovými plochami 7, 8 objímkové části a pera 13 a sevření pera 13 v drážce 14. Toto sevření a dosednutí příčných čelních ploch 15, 16 tvoří přednostní způsob zajištění vzájemného vsazení koncové plochy 9 vnitřního zašroubovacího prvku a osazení 10 vnějšího našroubovacího prvku.

50 Na obr. 4 až 7 je postupně naznačený deformační mechanismus vyskytující se při provádění rozšiřování průměru trubek, spojených pomocí závitového spoje podle vynálezu, roztažením v rozsahu řádově 15 % za použití rozšiřovacího trnu, které bylo popsáno výše a které je v konečném důsledku schopné zajistit vytvoření utěsněného závitového spoje, roztaženého rozšířením průměru.

55

Takový deformační mechanismus způsobuje při jeho aplikaci na kovové materiály plastickou deformaci kovů. Takto se například vnější průměr 139,7 mm (5" 1/2) na druhé trubce 12 před rozšiřováním a v důsledku toho v ještě nedeformované části mění na vnější průměr 157,5 mm (6,2") na roztažené první trubce 11 (v úrovni výstupního kužele nebo ve směru pohybu tohoto výstupního kužele 33 trnu). Z tohoto důvodu musí být kov použitý pro zhotovení trubek schopný se plasticky deformovat.

Plastické deformace vyvolávané roztahováním zvyšují mezi kluzu součástí. Po deformaci se mez kluzu trubky s počáteční mezí kluzu 310 MPa (45 KSI) zvýšila na 380 MPa (55 KSI).

Rozšiřování průměru se provádí způsobem známým ze stavu techniky za použití rozšiřovacího trnu 30 (viz obr. 4) s vhodným maximálním průměrem, jehož průchod skrz trubky je poháněn buď jeho tažením za použití vrtných tyčí, nebo jeho protlačováním, například hydraulickým tlakem.

Rozšiřovací trn má například tvar dvojkužele, s vstupním kuzelem 31, prostřednictvím kterého se uskutečňuje rozšiřování, s válcovou střední částí 32 a se zužující se kuželovitou výstupní částí (respektive výstupním kuzelem) 33. Příslušné plochy jednotlivých částí trnu jsou navzájem spojené prostřednictvím vhodných poloměrů zakřivení.

Obzvláště vhodné úhly vstupních kuželů trnů pro rozšiřování průměru EST trubek pro vrty k těžbě uhlovodíků jsou popsány v mezinárodní patentové přihlášce WO 93/25800.

Jelikož trubky 11, 12 mají konstantní příčný průřez, jejich konce nepředstavují problém při průchodu trnu, pokud je deformační schopnost kovu, ze kterého jsou tyto trubky zhotovené, dostatečná.

Problémy, které je třeba řešit, vyplývají ze skutečnosti, že závitové prvky jsou na svých koncích ve srovnání se základním tělesem trubek slabší, a že vnitřní zašroubovací prvky a jim odpovídající vnější našroubovací prvky mají tendenci se deformovat se odlišným způsobem.

Jestliže jsou tyto odlišné deformace zvládnuty použitím závitového spoje podle vynálezu, dovolují vytvořit po roztažení rozšířením průměru utěsněný závitový spoj, který na vnitřním obvodovém povrchu trubek nevykazuje žádné nepříznivé lokální výstupky.

Proces roztahování závitového spoje je možné rozdělit na čtyři fáze, které jsou znázorněny na obr. 4 až 7. Ačkoliv proces roztahování může vést k dosažení uspokojivých výsledků i při provádění v opačném směru, je zde znázorněn přednostní způsob provedení deformace, při kterém se rozšiřovací trn přemísťuje ve směru od vnitřního zašroubovacího prvku 1 první trubky 11 k vnějšímu našroubovacímu prvku 2 druhé trubky 12.

První fází je rozšiřování na kuželu rozšiřovacího trnu. Chování spoje během této fáze je znázorněné na obr. 4.

Rozšiřování se provádí za použití vstupního kužele 31 trnu a na obr. 4 jsou vnější závit 3 a vnitřní závit 4 znázorněné ve stavu během rozšiřování průměru. Podle obr. 4 iniciuje vstupní kužel 31 trnu 30 deformování oblasti koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku a odpovídající oblasti objímkové části vnějšího našroubovacího prvku jejich ohýbáním pro jejich naklánění vzhledem k ose závitového spoje.

Během této fáze rozšiřování jsou při průchodu rozšiřovacího trnu 30 postupně přenášeny z první trubky 11 na druhou trubku 12 reakční zatížení.

V důsledku existence uvedených reakčních zatížení je koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku během této fáze rozšiřování v axiálním směru stlačován prstencovou plochou osazení 10

vnějšího našroubovacího prvku. Konec fáze rozšiřování odpovídá stavu, ve kterém konec vstupního kužele 31 trnu dosáhne volného konce vnitřního zašroubovacího prvku.

5 Druhou fází je fáze ohýbání. Během této fáze se koncový úsek vnitřního zašroubovacího prvku nachází na úrovni střední části 32 trnu (viz obr. 5).

10 Nejprve bude probráno ohýbání koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku. Volný konec koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku je vystavený účinku ohybových momentů, působících v opačných směrech. Koncová plocha 9 vnitřního zašroubovacího prvku je vsazená do plochy osazení 10 vnějšího zašroubovacího prvku, a to v důsledku přítomnosti styku v čelních plochách 15, 16 a systému vzájemného zasazení pera 13 a drážky 14.

15 Vzájemné vsazení nutí oblast volného konce koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku sledovat sklon oblasti 22 plné tloušťky vnějšího našroubovacího prvku za osazením, přičemž tato oblast 22 je stále ještě podrobována rozšiřování prostřednictvím vstupního kužele 31 trnu a v této úrovni vzniká ohybový moment.

20 Druhý konec koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku, na straně vnějšího závitu 3, již není podporovaný trnem a chová se naopak tak, že na zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího prvku působí ohybovým momentem, jehož orientace má, vzhledem ke směru působení ohybového momentu na volném konci zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku, opačný smysl.

25 Opačná orientace ohybových momentů působících na dvou koncích zasouvacího koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku ve svém důsledku způsobuje, jak může být seznatelné z obr. 5, ohýbání koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku do banánovitěho tvaru a vnější obvodová plocha 7 zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku zaujímá konvexně prohnutý tvar.

30 Zakřivování zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku účinkem ohýbacích pohybů je usnadňováno stavem axiálního stlačování zasouvacího koncového úseku 5 na konci fáze rozšiřování.

35 Drážka 21, která leží mezi zasouvacím koncovým úsekem 5 vnitřního zašroubovacího prvku a vnějším závitem 3, hraje roli plastického kloubu, který zvýrazňuje zakřivení zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku při omezování šířky, na které může být toto zakřivení prováděno.

40 V tomto případě je však třeba dbát na to, aby napětí v axiálním stlačení v úrovni zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku nevyvolávalo vyboulování kovu 23 nacházejícího se pod drážkou, které by se projevilo tvorbou výstupku kovu pod drážkou vzhledem k vnitřní obvodové ploše 19.

45 Stejný ohybový mechanismus se vyskytuje i ve spojení s objímkovou částí vnějšího našroubovacího prvku.

50 Během průchodu střední části trnu prodělává oblast 22 plné tloušťky, která je ve srovnání s co do tloušťky poměrně slabými oblastmi koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku, relativně tuhá, dodatečné rozšiřování, které způsobuje, že vnitřní průměr oblasti 22 plné tloušťky je větší než průměr střední části 32 trnu. Mechanismus dodatečného rozšiřování je blíže popsán v dokumentu WO 93/25800.

55 Třetí fází je vyrovnávací fáze (fáze opětovného napřimování). Tato fáze rozšiřování průměru je znázorněná na obr. 6 a odpovídá stavu při průchodu střední části 32 trnu 30 přes oblast 22 plné tloušťky vnějšího našroubovacího prvku.

Pokud jde o objímkovou část vnějšího našroubovacího prvku, má ohyb vyvolaný v předcházející fázi rozšiřování průměru sklon se vracet na nulu účinkem tahových a obvodových napětí, což vyvolává stav axiálních ohybových napětí, jejich orientace má, vzhledem k vytvořenému zakřivení opačný smysl, takže dochází k vyrovnávání uvedeného zakřivení.

Ohybový moment vznikající působením těchto napětí je úměrný tloušťce materiálu na vstupní straně vyrovnávané části. V okamžiku dosažení plné tloušťky trubky 12 (respektive oblasti 22) však tento ohybový moment k vyrovnávání vnitřní oblasti obvodové plochy objímkové části vnějšího našroubovacího prvku nepostačuje, což ve svém důsledku vede k poklesu této plochy směrem k ose spoje. Takové chování se projevuje jako lokální redukce vnějšího průměru trubky 12.

Pokud jde o zasouvací koncový úsek vnitřního zašroubovacího prvku, snižuje se během této fáze vyrovnávání vnějšího našroubovacího prvku rozdíl tloušťky v axiálním směru, způsobovaný ohýbáním. Koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku se takto postupně uvolňuje ze svého stlačeného stavu. Po tomto uvolnění následuje oddálení čelních ploch 15, 16, které se na začátku této fáze nacházely ve vzájemném dosednutí. Tento mechanismus je zesílený radiálním poklesnutím vnitřní obvodové plochy 8 objímkové části vnějšího našroubovacího prvku, které vyvolává rozevření dosedacích čelních ploch 15, 16. Deformace v banánovitém tvaru, vyvolaná v předcházející fázi, zůstává zachována.

Konečný stav závitového spoje po průchodu rozšiřovacího trnu je znázorněn na obr. 7. Stav obvodových napětí, vyvolávaný rozšiřováním, vede ke svěrnému záběru vnější obvodové plochy 7 koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku s obvodovou plochou 8 objímkové části vnějšího našroubovacího prvku. Je tedy možné hovořit o samosvorném sevření ploch 7, 8 závitového spoje v roztaženém stavu, což dovoluje zajistit těsnost. Koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku neklesá k ose, neboť posun vyvolaný vzájemným zasazením koncové plochy 9 a osazení 10 vyvolal dostatečné plastické deformace.

Pružný návrat prvků závitového spoje po průchodu trnu je v důsledku vyvolaných plastických deformací zanedbatelný. Radiální sevření má za následek styčný tlak o velikosti několika desítek MPa, dostatečný pro zajištění těsnosti vůči vnitřním a vnějším tlakům závitového spoje.

Těsnost je kromě toho také nezbytná v případě, kdy se rozšiřování provádí za použití hydraulicky posouvaného trnu 30 poháněného tlakem 10 až 30 MPa a kdy by jakákoli netěsnost v úrovni již roztažených spojů bránila vnikání trnu dále dopředu a došlo by tak k zablokování procesu roztažování.

Bude zřejmé, že v konečném stavu může dojít k tomu, že pero 13 již nespočívá v drážce 14 a zejména na vnitřní stěně 18 drážky.

Znaky předmětů nároku 1 a na něm závislých nároků umožňují dosáhnout sledované výsledky.

Koncová plocha 9 vnitřního zašroubovacího prvku, která by nedovolovala vzájemné vsazení s objímkovou částí 10 vnějšího našroubovacího prvku, by vyvolávala pokles tohoto konce při vyrovnávací fázi, při němž by docházelo k oddělování příčných čelních ploch 15, 16, které na sebe zpočátku dosedaly, a který by měl za následek nepříjemné vyčnívání dolního konce koncové části 5 vnitřního zašroubovacího prvku dovnitř kolony. Kolona by pak již nedovolovala spouštět zařízení nebo nástroj s danými nároky na prostor.

Příliš velká vůle mezi vnější obvodovou plochou 7 koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku a obvodovou plochou 8 objímkové části 6 vnějšího našroubovacího prvku na závitovém spoji před rozšiřováním by neumožnila dosáhnout svěrný styk těchto ploch na konci operace roztažování.

5 Radiální styčný záběr mezi těmito plochami ve výchozím stavu před rozšiřováním může překážet rozdílovým deformacím (zakřívování, vyrovnávání) mezi těmito plochami při operacích roztahování, přičemž tyto rozdílové deformace umožňují dosáhnout svěrný styk těchto ploch na konci operace roztahování.

10 Přednostní tvar styku s čelními plochami 15, 16 a systémem pera 13 a drážky 14 umožňuje zabránit poklesu volného konce koncového úseku vnitřního zašroubovacího prvku během rozšiřování, avšak tento tvar představuje pouze příklad možného provedení pro koncovou plochu 9 a osazení 10 vsazované do sebe, a pro dosažení stejného výsledku jsou možná další provedení.

Příliš tenký koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku, s tloušťkou e_1 menší než třetina tloušťky e_1 trubek 11, 12, neumožňuje zajistit dostatečné dosednutí v úrovni čelních ploch 15, 16.

15 Je-li naopak tloušťka e_1 koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku větší než tloušťka e_1 trubek 11, 12, má tloušťka trubky 12 v úrovni objímkové části vnějšího našroubovacího prvku za následek příliš malý kritický příčný průřez vnitřního závitu 4 a tedy i nedostatečnou odolnost závitů vůči tahu.

20 Poměr délka/tloušťka koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku řídí chování koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku v tlaku a ohybu.

25 Koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku o délce l_1 menší než je jeho tloušťka e_1 neumožňuje dostatečné ohýbání obvodové plochy 7 zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku a/nebo vyrovnávání obvodové plochy 8 objímkové části vnějšího našroubovacího prvku.

30 Koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku o délce l_1 větší než čtyřnásobek jeho tloušťky e_1 může vyvolávat vybočování koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku a jeho vyčnívání směrem dovnitř.

35 Tento účinek je navíc zesílený přítomností drážky 21 mezi závitem 3 a zasouvacím koncovým úsekem 5 vnitřního zašroubovacího prvku. Drážka má proto s výhodou hloubku omezenou na výšku závitu a délku (šířku) omezenou vzhledem k její hloubce.

Příklad provedení

40 Použité trubky mají vnější průměr DE 139,7 mm a jmenovitou tloušťku e_1 7,72 mm (5" 1/2 x 17.00 lb/ft) a jsou zhotovené z uhlíkové oceli a zpracované na minimální mez kluzu 290 MPa (42 KSI):

45 Chemické složení oceli a její tepelné zpracování je uzpůsobené pro dosažení co možná nejlepších tvárných vlastností, zejména vysoké rovnoměrnosti poměrného prodloužení (protažení) před zúžením plochy A_R během tahové zkoušky (přičemž A_R je například 15 % nebo větší).

Jako příklad byla zvolena ocel s dostatečně nízkým obsahem uhlíku, kolem 0,14 % (hmotn.), s poměrně vysokým obsahem manganu, řádově 1 %, a přísadou hliníku za účelem vázání zbytkového dusíku obsaženého v oceli.

50 Obzvláště vhodný obsah hliníku 0,035 %, vztaženo na obsah dusíku 0,010 %, se zajišťuje tepelným zpracováním oceli žháním nebo kalením po kterém následuje popouštění tak, aby bylo dosaženo odpovídající účinnosti přísady hliníku při vázání zbytkového dusíku. Pro uvedený účel je rovněž tak možné, buď společně s hliníkem, nebo jako jeho náhrady, použít další chemické prvky nebo přísady používané pro vázání zbytkového dusíku, známé ze stavu techniky.

Takové chemické složení oceli, jehož cílem je eliminovat obsahy intersticiálních volných atomů, jako dusíku, také zajišťuje její necitlivost vůči škodlivému mechanismu stárnutí deformačním zpevněním, které, mimo jiné, zhoršuje i tvárnost materiálu.

5

Touto ocelí může být ocel ve vyžíhaném stavu (za použití například normalizačního žíhání nebo žíhání na odstranění vnitřního pnutí po tváření za studena) nebo v jiném strukturálně ekvivalentním stavu.

10 Závitový spoj integrálního typu podle vynálezu má:

– kuželové závity 3, 4 (s kuželovitostí 12,5 % na průměru) s lichoběžníkovým profilem závitů, vykazujícím radiální výšku 1 mm a stoupání (axiální rozteč) 4 mm;

15 – zasouvací koncový úsek 5 vnitřního zašroubovacího prvku válcového tvaru;

– tloušťku e zasouvacího koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku = 3,2 mm (tj. 41 % tloušťky trubky);

20 – délku l koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku = 11,5 mm;

– drážku 21 o hloubce h 1 mm a délku/šířku l 4 mm mezi koncem závitu 3 a koncového úseku 5 vnitřního zašroubovacího prvku;

25 – koncovou plochu 9 vnitřního zašroubovacího prvku s perem 13 o axiální délce 1,8 mm a radiální tloušťce 1,8 mm;

– pevnost závitového spoje v tahu ≥ 50 % pevnosti v tahu každého ze základních těles trubek 11, 12.

30

Výsledky po roztahení trubkové kolony:

– vnější průměr trubek 11, 12 = 157,5 mm (6,2");

– tloušťka trubek: 7,2 mm;

35 – mez kluzu trubek ≥ 415 MPa (60 KSI);

– tvrdost ≤ 22 HRC (maximální hodnota dle specifikací NACE MR 01 75);

– vyhovění následujícím zkouškám provedených v roztaheném stavu a v roztaheném stavu po stárnutí:

→ zkouška na porušení vnitřním tlakem

40 → zkouška na zborcení za působení vnějšího tlaku („collapse“)

→ rázová zkouška vrubové houževnatosti podle Charpyho s vrubem ve tvaru V

→ zkouška SSC na odolnost proti tvorbě trhlin působením H_2S (SSC: „Sulfide stress cracking“) podle specifikací NACE TM 01-77.

45 Poznámka: NACE = Národní asociace specialistů na korozi, National Association of Corrosion Engineers (USA).

Popis objasněných provedení se neomezuje rozsah vynálezu na toto provedení a zde detailně neobjasněná provedení jsou zahrnuta do rozsahu vynálezu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Trubkový závitový spoj, obsahující vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) na jednom konci
5 první trubky (11) a vnější našroubovací závitový prvek (2) na jednom konci druhé trubky (12),
příčemž

vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) má, při postupu směrem k jeho volnému konci, vnější
závit (3), a dále zasouvací koncový úsek (5), který má vnější obvodovou plochu (7) zakončenou
10 koncovou plochou (9), příčnou k ose závitového spoje a mající prstencový tvar,

vnější našroubovací závitový prvek (2) má vnitřní závit (4) odpovídající vnějšímu závitě (3)
vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) a závitě neopatřenou objímkovou část (6) pro ulo-
žení zasouvacího koncového úseku (5) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1), přičemž
15 tato objímková část (6) má vnitřní obvodovou plochu (8) a osazení (10) prstencového tvaru a s
částečně příčnou orientací, a

vnější závit (3) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) je zašroubován do vnitřního závi-
tu (4) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) v poloze, ve které je jeho prstencová konco-
vá plocha (9) v záběru s osazením (10) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2),
20

v y z n a ě n ý t í m , ž e

v závitovém spoji, který je určený k tomu, aby byl později, avšak před svým uvedením do provo-
zu, podroben roztažení rozšířením průměru plastickou deformací pro uvedení vnitřní obvodové
25 plochy (8) objímkové části (6) a vnější obvodové plochy (7) zasouvacího koncového úseku (5) do
těsného styku, je vnější obvodová plocha (7) zasouvacího koncového úseku (5) vzhledem k vnitř-
ní obvodové ploše (8) objímkové části (6) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) uložená
s malou vůlí, zatímco prstencová koncová plocha (9) vnitřního zašroubovacího závitového prvku
30 (1) a osazení (10) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) mají komplementární tvary vzá-
jemně vsazené do sebe.

2. Trubkový závitový spoj podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že koncová plocha (9)
vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) má tvar polodrážky tvořené příčnou čelní plochou
35 (15) na straně blíže k ose závitového spoje a axiálně vybiňhající prstencovým perem (13) na
opačné straně polodrážky, přičemž osazení (10) má tvar tvořený příčnou čelní plochou (16) na
straně blíže k ose závitového spoje a prstencovou drážkou (14) na straně dále od osy závitového
spoje, přičemž příčná čelní plocha (15) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) spolupra-
cuje s příčnou čelní plochou (16) osazení (10), a pero (13) spolupracuje s prstencovou drážkou
40 (14) osazení (10) našroubovacího závitového prvku (2).

3. Trubkový závitový spoj podle nároku 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že prstencové stěny pera
(13) a drážky (14) jsou uspořádané tak, že ve spojeném stavu závitového spoje prstencové stěny
(18, 26) drážky (14) těsně a pevně radiálně obemykají stěny (17, 25) pera (13).
45

4. Trubkový závitový spoj podle nároku 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že prstencové stěny (17,
25) pera (13) jsou mírně kuželovité a sbíhají se směrem k volnému konci pera (13), a prstencové
stěny (18, 26) drážky (14) jsou mírně kuželovité a sbíhají se směrem ke dnu drážky (14), přičemž
sklon stěn drážky (14) je stejný jako sklon stěn pera (13).
50

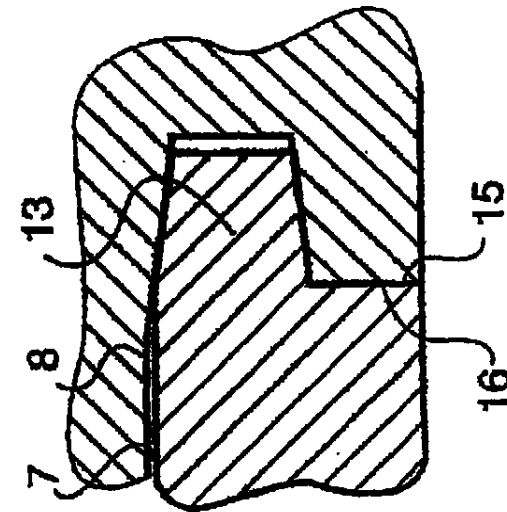
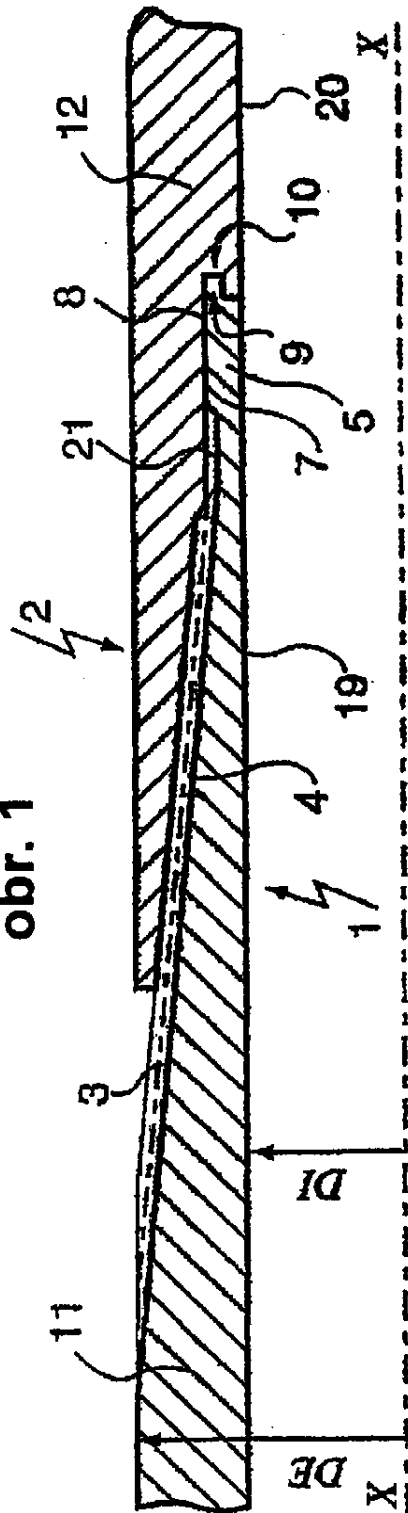
5. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 2 až 4, **v y z n a ě n ý t í m**, že příč-
né čelní plochy (15, 16) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) a vnějšího našroubovací-
ho závitového prvku (2) na sebe dosedají.

6. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 2 až 5, **v y z n a ě n ý t í m**, že radiální tloušťka (e_d) pera (13) je v podstatě stejně velká jako šířka čelní plochy (15) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1).
- 5 7. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 2 až 6, **v y z n a ě n ý t í m**, že délka (h_d) pera (13), měřená v axiálním směru, je v podstatě stejně velká jako jeho radiální tloušťka (e_d).
- 10 8. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **v y z n a ě n ý t í m**, že malá vůle mezi vnější obvodovou plochou (7) koncového úseku (5) a vnitřní obvodovou plochou (8) objímkové části (6) má velikost menší nebo rovnou 0,3 mm, měřenou kolmo k uvedeným obvodovým plochám.
- 15 9. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **v y z n a ě n ý t í m**, že vnější obvodová plocha (7) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) a vnitřní obvodová plocha (8) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) jsou válcové.
- 20 10. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoliv z nároků 1 až 9, **v y z n a ě n ý t í m**, že koncový úsek (5) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) má tloušťku (e) v rozmezí $1/3$ až $2/3$ tloušťky první trubky (11).
- 25 11. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **v y z n a ě n ý t í m**, že koncový úsek (5) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) má délku (l_1), která je v rozmezí jednonásobku až čtyřnásobku jeho tloušťky (e_1).
- 30 12. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a ě n ý t í m**, že vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) je na konci vnějšího závitu (3), mezi tímto závitem a koncovým úsekem (5), opatřený drážkou (21).
- 35 13. Trubkový závitový spoj podle nároku 12, **v y z n a ě n ý t í m**, že drážka (21) má hloubku (h_g) rovnou výšce závitu (3) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1).
14. Trubkový závitový spoj podle nároku 12 nebo 13, **v y z n a ě n ý t í m**, že drážka (21) má šířku (l_g) o velikosti dvou až osminásobku její hloubky (h_g).
- 40 15. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 14, **v y z n a ě n ý t í m**, že první trubka (11) a druhá trubka (12) mají stejný světlý vnitřní průměr (DI) jak v oblasti konců tvořených závitovými prvky (1, 2), tak i v průběžných základních tělesech trubek.
- 45 16. Trubkový závitový spoj podle nároku 15, **v y z n a ě n ý t í m**, že první trubka (11) a druhá trubka (12) mají stejný vnější průměr (DE) jak v oblasti do sebe zašroubovaných závitových prvků (1, 2), tak i v oblasti průběžných základních těles trubek.
17. Trubkový závitový spoj podle nároku 15, **v y z n a ě n ý t í m**, že je integrálního typu, to je vytvořený se závitovými prvky (1, 2) vytvořenými vcelku na trubkách, jejichž jeden konec nese vnitřní zašroubovací závitový prvek (1) a druhý konec nese vnější našroubovací závitový prvek (2).
- 50 18. Trubkový závitový spoj podle kteréhokoliv z nároků 1 až 17, **v y z n a ě n ý t í m**, že závitové prvky (1, 2) jsou vytvořené z oceli obsahující prvky vázající dusík a znečlivující ocel vůči stárnutí deformačním zpevněním, přičemž ocel je tepelně zpracovaná pro maximalizaci její schopnosti rovnoměrného protahování.

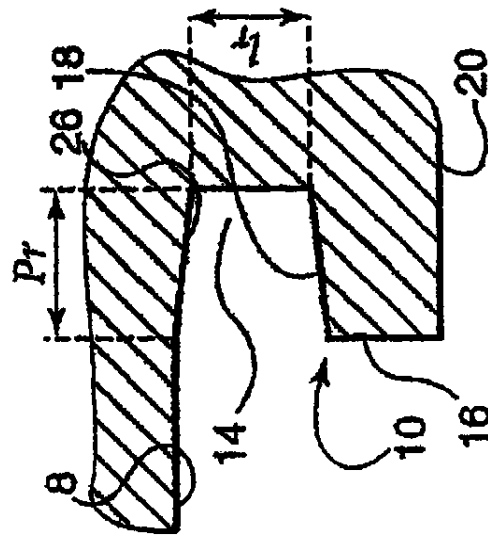
19. Utěsněný trubkový závitový spoj, **v y z n a ě n ý t í m**, že je vytvořený z trubkového závitového spoje podle kteréhokoliv z nároků 1 až 18, jehož průměr je rozšířen roztažením s plastickou deformací, přičemž vnitřní obvodová plocha (8) objímkové části (6) vnějšího našroubovacího závitového prvku (2) obemyká v těsném a pevném styku vnější obvodovou plochu (7) zasouvacího koncového úseku (5) vnitřního zašroubovacího závitového prvku (1) k dosažení těsnícího vzájemného dotyku obou ploch (7, 8).
20. Utěsněný trubkový závitový spoj podle nároku 19, **v y z n a ě j í c í s e t í m**, že rozšíření průměru trubkového závitového spoje do utěsněného spoje je větší než 10 %.
21. Způsob zhotovování utěsněného trubkového závitového spoje podle nároku 19 nebo 20, **v y z n a ě n ý t í m**, že se v prvním kroku vytvoří závitový spoj podle kteréhokoli z nároků 1 až 18, dále označovaný jako roztahovatelný trubkový závitový spoj, načež se v druhém kroku podrobuje roztahovatelný trubkový závitový spoj diametrálnímu roztažení v oblasti plastické deformace, takže na konci kroku vznikne těsný kontakt mezi vnější obvodovou plochou (7) diametrálně roztaženého zasouvacího koncového úseku (5) vnitřního zašroubovacího prvku a vnitřní obvodové plochy (8) diametrálně roztažené objímkové části (6) vnějšího našroubovacího prvku.
22. Způsob podle nároku 21, **v y z n a ě n ý t í m**, že krok diametrálního roztahování se provádí tím, že závitovým spojem se nechává procházet roztahovací trn (30) mající maximální průměr, který je větší než je vnitřní průměr (DI) závitových prvků roztahovatelného trubkového závitového spoje.
23. Způsob podle kteréhokoli z nároků 20 až 22, **v y z n a ě n ý t í m**, že roztahovatelný trubkový závitový spoj je integrálního typu a roztahovací trn (30) se posouvá z vnitřního zašroubovacího prvku (1) směrem k vnějšímu našroubovacímu prvku (2).

3 výkresy

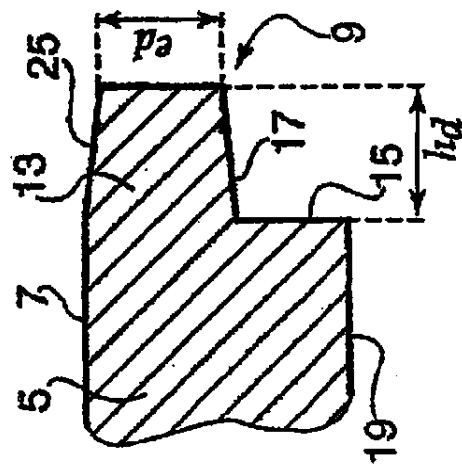
obr. 1



obr. 10

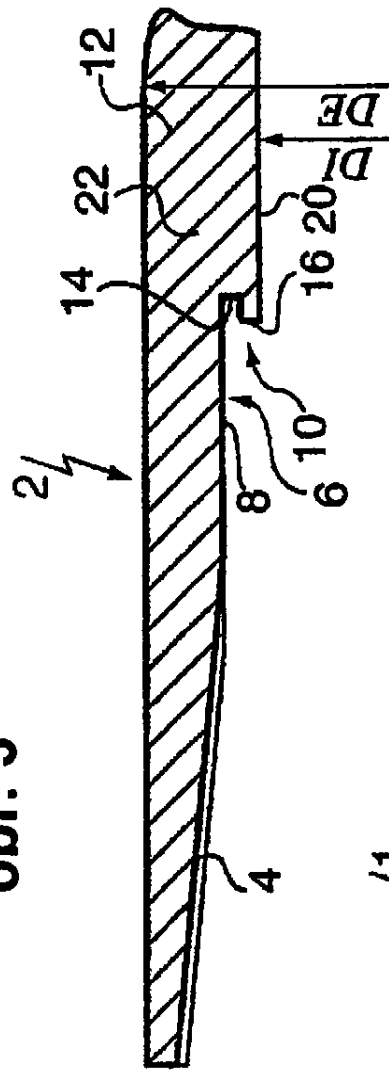


obr. 9

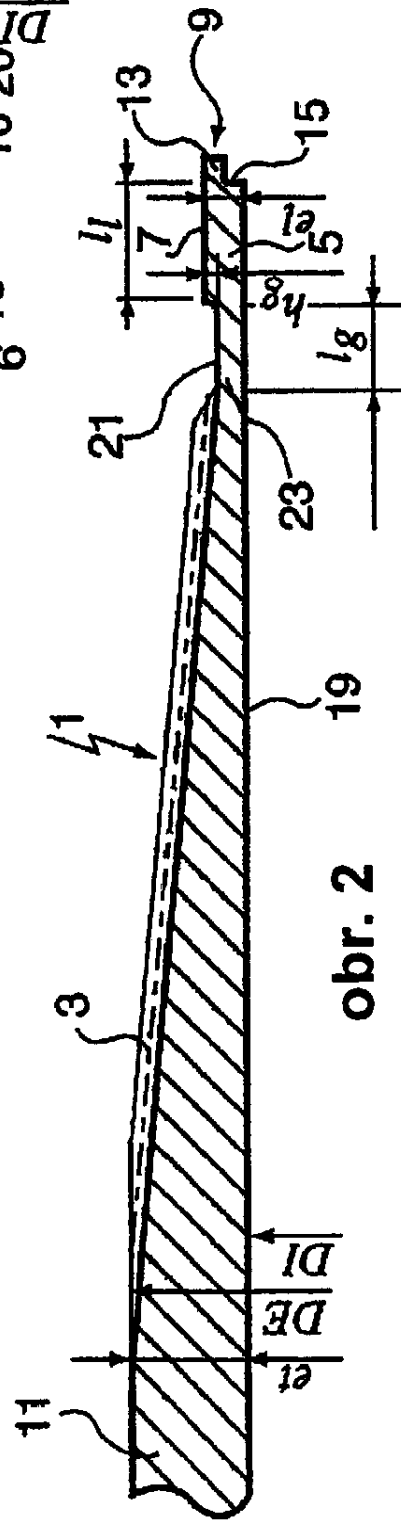


obr. 8

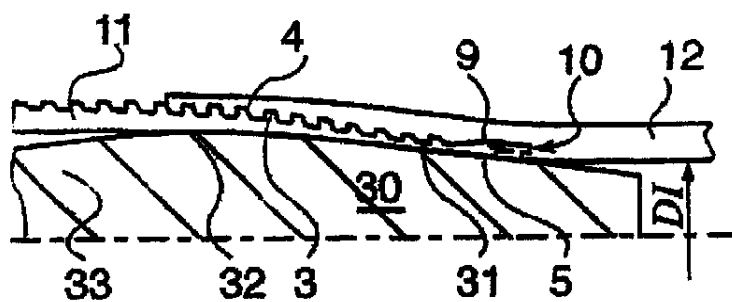
obr. 3



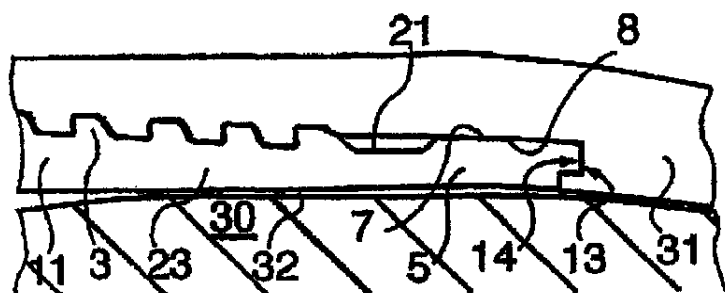
obr. 2



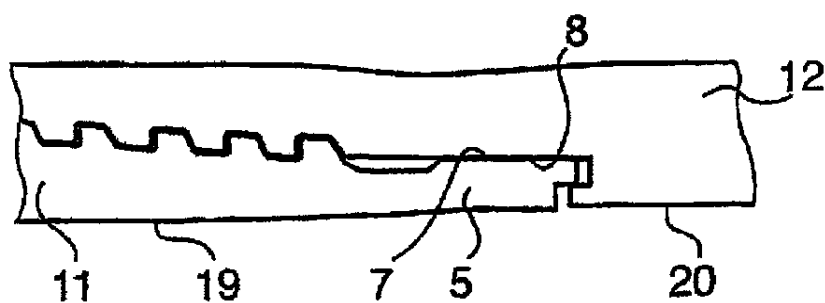
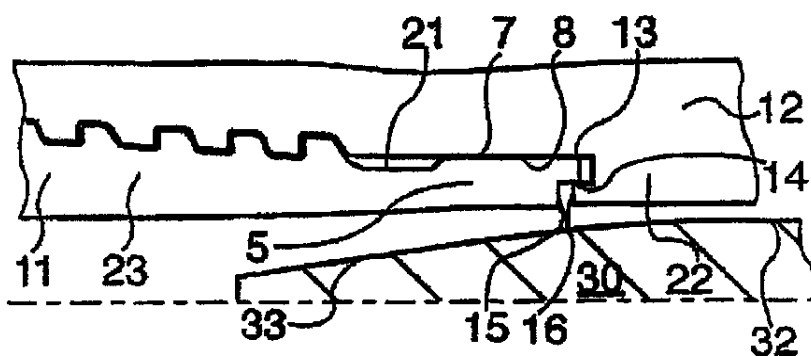
obr. 4



obr. 5



obr. 6



obr. 7

Konec dokumentu