

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

303 442

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
F16L 15/06 (2006.01)
F16B 7/18 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2003-2444**
(22) Přihlášeno: **04.02.2002**
(30) Právo přednosti: **09.02.2001 FR 0101793**
(40) Zveřejněno: **17.12.2003**
(Věstník č. 12/2003)
(47) Uděleno: **02.08.2012**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **12.09.2012**
(Věstník č. 37/2012)
(86) PCT číslo: **PCT/FR2002/000420**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2002/065012**

(56) Relevantní dokumenty:

GB 2074685 A; WO 0014442 A; EP 0084009 A.

(73) Majitel patentu:

VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS
FRANCE, Aulnoye-Aymeries, FR
SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD., Osaka-shi,
JP

(72) Původce:

Noel Thierry, Sebourg, FR
Roussie Gabriel, Mons en Baroeul, FR
Varenne Emmanuel, Villefranche-sur-Saône, FR

(74) Zástupce:

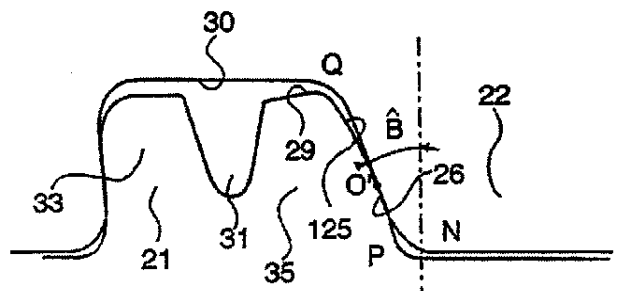
Dr. Miloš Všečetka, Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název vynálezu:

**Trubkový závitový spoj s lichoběžníkovými
závitými s konvexně zaoblenou plochou**

(57) Anotace:

Trubkový závitový spoj zahrnuje dva elementy, vnitřní element (1) a vnější element (2), navzájem spojené daným kroučícím momentem, ve kterém, před jejich spojováním, alespoň jedna plocha (125) závitů, na kterou působí styčný tlak, vykazuje konvexně zaoblený profil, který je plynulý přes jeho šířku a má poloměr (R1) zakřivení v rozmezí 2 až 60 mm, a který se nachází v bodovém styku s korespondující plochou (26) závitů spoluzabírajícího elementu. V jednom provedení je konvexně zaoblenou plochou (125) bok vnějšího nebo vnitřního závitů a jeden ze závitů, vnější závit nebo vnitřní závit, zahrnuje drážku (31), vytvořenou ve vrchole (29) závitů, pro zvýšení pružnosti buď konvexně zaobleného boku (125), nebo korespondujícího boku. Uvedená geometrie je způsobila kompenzovat změny polohy styku mezi těmito boky.



CZ 303442 B6

Trubkový závitový spoj s lichoběžníkovými závity s konvexně zaoblenou plochou

Oblast techniky

Předložený vynález se týká trubkových závitových spojů zahrnujících vnitřní závitový element a vnější závitový element s lichoběžníkovými závity umístěnými na koncích trubek určených ke spojování, přičemž uvedené závitové elementy mohou být opatřené jak na koncích trubek značně velké délky, tak na koncích krátkých trubek, například spojovacích kusů.

Dosavadní stav techniky

Uvedené trubkové závitové spoje se používají zejména pro vytváření kolon pažnic nebo kolon těžebních trubek nebo trubkových vrtných kolon pro vrty k těžbě materiálů na bázi uhlovodíků nebo podobné těžební vrty, například geotermální vrty.

Tyto závitové spoje jsou, například podle technické normy American Petroleum Institute (API; *Americký ropný institut*) API 5B a API 5CT, definované prostřednictvím kuželovitých závitových elementů opatřených závity s lichoběžníkovým profilem, pro které se používá označení "nerovnoramenné lichoběžníkové" závity.

Profil lichoběžníkových závitů zahrnuje zachycovací bok, nacházející se na závitech na straně převrácené směrem k volnému konci uvažovaného závitového elementu, zatěžovaný bok, nacházející se na opačné straně závitů, vrchol závitů s nenulovou šířkou a patu závitů s nenulovou šířkou, přičemž zatěžované boky a zachycovací boky jsou vzhledem k závitovému elementu orientované v podstatě kolmo (například, v případě nerovnoramenných lichoběžníkových závitů podle API, se sklonem $+3^\circ$ zatěžovaných boků a sklonem $+10^\circ$ zachycovacích boků).

Lichoběžníkové závity takto definované jsou protikladem dalších typů závitů definovaných shora zmiňovanými technickými normami API, tj. závitů s trojúhelníkovým nebo trojúhelníkovým zaobleným profilem, jejichž zatěžované a zachycovací boky vykazují velký úhel sklonu svíraný s normálou k ose závitového elementu (například 30°), a jejichž vrchoły a paty závitů mají v podstatě nulovou šířku. Ve srovnání s těmito závity s trojúhelníkovým nebo zaobleným trojúhelníkovým profilem představují lichoběžníkové závity, s ohledem na riziko nepřijatelného zpěchování závitů, podstatné výhody.

Trubkové závitové spoje s lichoběžníkovými závity podle API tvoří podstatu řady zdokonalení, přičemž především zvyšují jejich odolnost vůči působení širokého rozsahu mechanických napětí, které jsou výsledkem provozních podmínek (axiální tah, axiální stlačování, ohyb, krut, vnitřní nebo vnější tlak, a podobně), a zlepšují jejich těsnost vůči tekutinám cirkulujícím uvnitř a vně takových spojů za působení uvedených napětí. Tato zdokonalení jsou popsána například v následujících patentových dokumentech: EP 0 488 912, EP 0 707 133, EP 0 454 147 a v mezinárodní patentové přihlášce WO 00/14441.

Další typy závitových spojů s lichoběžníkovými závity, určených pro stejné účely a zahrnujících válcové závitové elementy, zejména závitové elementy se dvěma závitovými úseky, jsou popsány například v patentech US 4 521 042 nebo US 4 570 982.

Obecně řečeno, plochy lichoběžníkových závitů závitových spojů podle stavu techniky, tj. boky závitů, a vrchoły a paty závitů, se v osovém příčném řezu, s výjimkou spojovacích přechodů mezi těmito plochami, přičemž tyto spojovací přechody obecně vykazují přechodový poloměr nebo zkosení, jeví jak přímé; z tohoto důvodu budou v dalším popisu takové plochy označovány jako "přímé".

5 Ve všech uvedených typech trubkových závitových spojů se po vzájemné sešroubování závitové elementů mezi alespoň jednou z ploch vnějšího závitu a korespondující plochou vnitřního závitu vytvoří styk se styčným tlakem. V závislosti na typu závitu může k vyvíjení tohoto styčného tlaku docházet mezi navzájem zabírajícími vrcholy a patami mezi zatěžovanými boky, mezi zachycovacími boky nebo mezi několika takovými plochami.

10 Vyvíjení styčného tlaku mezi korespondujícími plochami lichoběžníkového závitu (a eventuálně dalšími korespondujícími plochami, například těsnicemi dosedacími plochami a příčnými opěrnými plochami, závitů závitových elementů) je výsledkem nutnosti spojit závitový spoj za použití značně velkého spojovacího krouticího momentu.

15 Po spojení závitového spoje sešroubováním stanoveným spojovacím krouticím momentem bylo u ze stavu techniky známých závitových spojů zjištěno, že pro přetočení nebo uvolnění, v závislosti na směru působení krouticího momentu, závitového spoje postačuje použití krouticího momentu, jehož absolutní hodnota je pouze nepatrně větší než hodnota spojovacího krouticího momentu.

20 K přetáčení závitového spojení může docházet zejména při otáčení a postupování trubkové kolony směrem ke dnu šikmého nebo horizontálního vrtu pro těžbu materiálů na bázi uhlovodíků a toto přetočení může způsobovat přesazení vzájemné polohy vnitřního a vnějšího elementu, čehož nepříznivým důsledkem je riziko netěsnosti závitových spojů.

Ještě více nepříznivé důsledky může mít nahodilé uvolnění závitového spoje ve vrtu.

25 Podstata vynálezu

30 Cílem předloženého vynálezu je proto vytvořit trubkové závitové spoje s lichoběžníkovými závity, jejichž přetočení nebo uvolnění po jejich odpovídajícím spojení vyžaduje, v absolutní hodnotě, krouticího momentu podstatně vyšší než požadovaný spojovací krouticí moment, a nejsou náchylné k zadírání.

35 Dalším cílem předloženého vynálezu je zabránit zadírání závitových částí, které je důsledkem působení nadměrného styčného styku mezi navzájem zabírajícími plochami závitu, zejména mezi navzájem zabírajícími boky závitů.

40 Konkrétně řečeno, cílem předloženého vynálezu je zabránit zadírání závitových částí s axiálním přesahem nebo s klínovitými závity, které jsou, jednotlivě, popsány například, v mezinárodních patentových přihláškách WO 00/14441 a WO 94/29627, a u kterých se styk s přesahem vyskytuje jak mezi zatěžovanými boky závitů, tak mezi zachycovacími boky závitů, a u kterých jsou styčné tlaky vyvíjené mezi těmito ve styku s přesahem se nacházejícími boky velmi citlivé na skutečnou geometrii vnějších a vnitřních závitů a tudíž na jejich vzájemné slícování.

45 Uvedená skutečnost znamená, že takové závity musí být vyrobeny s vysokým stupněm přesnosti, a tím s vynaložením vysokých nákladů. Dalším cílem předloženého vynálezu je proto poskytnout trubkové závitové spojení s klínovitými závity nebo se závity s axiálním stykem s přesahem, které je možné vyrábět s normálními rozměrovými tolerancemi, například s tolerancemi řádově 0,01 mm.

50 Trubkový závitový spoj podle předloženého vynálezu zahrnuje vnitřní závitový element, uspořádaný na konci první trubky, a vnější závitový element, uspořádaný na konci druhé trubky.

55 Vnitřní závitový element zahrnuje vnější závitovou část s lichoběžníkovými závity přes v podstatě celou délku této závitové části, a vnější závitový element zahrnuje vnitřní závitovou část, která spoluzabírá s vnější závitovou částí, a která vykazuje profil a uspořádání uzpůsobené pro její spojování s vnější závitovou částí. Vnitřní a vnější závitové elementy jsou navzájem

spojené stanoveným spojovacím krouticím momentem tak, že se alespoň jedna plocha vnějšího závitu nachází ve styku s korespondující plochou vnitřního závitu se styčným tlakem.

5 Výrazem "závitová část" se ve zde uváděných souvislostech míní závitová část s jedním nebo několika závitovými úseky. V posledním uvedeném případě jsou použitými závity lichoběžníkové závity, které jsou opatřené přes v podstatě celou délku každého ze závitových úseků.

10 Před vlastním spojením vykazuje alespoň jedna styčná plocha závitu závitové části, na kterou působí styčný tlak, plynulý konvexně zaoblený profil přes šířku uvažované plochy a nachází se v bodovém styku s korespondující plochou závitu spoluzabírající závitové části.

15 Výrazem "konvexně zaoblená plocha" se ve zde uváděných souvislostech míní plocha závitu, která, v osové příčné řezu, vykazuje obloukovitě zakřivený a konvexní profil. Podobně se výrazy "konkávě zaoblená plocha" a "přímá plocha" míní plochy závitu, které se takto jeví v osové příčné řezu (s výjimkou oblastí spojovacích přechodů s navzájem přilehlými plochami).

20 Výrazem "šířka" plochy se ve zde uváděných souvislostech míní rozměrová velikost této plochy, nahlíženo v osové příčné řezu. Výrazem "šířka" plochy se tudíž míní v podstatě axiální rozměrová velikost vrcholů nebo past závitů a v podstatě radiální rozměrová velikost boků závitů.

25 Výraz "lichoběžníkový závit" odpovídá shora uvedené obecné definici i v případě, kdy, podle předloženého vynálezu, nejsou některé z ploch závitu přímé. Toto vymezení zahrnuje lichoběžníkové závity se sklonem zatěžovaných boků a zachycovacích boků závitů jak pozitivním, tak i negativním nebo rovným nule (ploché závity, závity vidlicového typu, závity s v podstatě rybinovitým profilem nebo rybinovité závity); viz provedení popsána dále.

30 Konvexně zaoblená plocha, definovaná shora, vytváří s korespondující plochou spoluzabírající závitové části styk, který se, v příčné řezu vedeném osou závitového spoje, jeví jako bodový styk nebo jako v podstatě bodový styk, ovšem za podmínky, že poloměry zakřivení navzájem zabírajících ploch jsou tomu odpovídající.

35 Styčný tlak, který je výsledkem uvedeného bodového styku, je maximální ve styčném bodě a snižuje se na obou stranách tohoto bodu více nebo méně rychle v závislosti na rozdílu poloměru zakřivení ve styku se nacházejících dvou ploch a na elastických vlastnostech materiálů ve styku.

40 Zakřivení konvexně zakřivené plochy se volí tak, aby závitový spoj podle předloženého vynálezu, po jeho spojení při uplatnění stanoveného spojovacího krouticího momentu, vykazoval, ve srovnání s obvyklým závitovým spojem, jehož všechny plochy vnějších a vnitřních závitů jsou přímé, v podstatě zvýšenou odolnost vůči přetočení nebo uvolnění.

45 S překvapením bylo zjištěno, že pro přetočení nebo uvolnění, v závislosti na směru působení krouticího momentu, závitového spojen podle předloženého vynálezu po jeho spojení stanoveným spojovacím krouticím momentem se musí aplikovat krouticí moment, jehož absolutní hodnota je v podstatě vyšší než spojovací krouticí moment: v průměru musí být tento krouticí moment vyšší než spojovací krouticí moment alespoň o 5 %. Původně se očekával opačný účinek, neboli, lepší chování vůči uvolňování/přetáčení se očekávalo u závitových spojů s přímými plochami závitů, které vykazují větší třecí plochy.

50 Kromě toho se, s ohledem na mechanická zatížení, působení kterých jsou plochy závitů trubkového závitového spoje vystavené, zejména v případě trubkového závitového spoje vytvořeného ke spojování trubkových kolon pro vrty určené k těžbě materiálů na bázi uhlovodíků, jejichž závity vykazují mají malé šířky a výšky, osoby obeznámené se stavem techniky dosud nepokusily zavést ve spojení se závitovým spojem bodové styky, neboli, jinak řečeno, uspořádání, ve kterém nejsou tato zatížení rozložena na odpovídající plochy pod styčným tlakem.

55

Dále je zakřivení uvedené konvexně zakřivené plochy přizpůsobené geometrii korespondující plochy tak, že maximální působící tlak nebude způsobovat uvádění materiálů ploch nacházejících se v bodovém styku do plastického stavu.

5

Tato konvexně zaoblená plocha s výhodou přes svou šířku, s výjimkou spojovacích přechodů s přilehlými plochami, vykazuje jeden nebo několik poloměrů zakřivení v rozmezí 2 až 60 mm, a nejlépe v rozmezí 3 až 20 mm.

10

Uvedená konvexně zaoblená plocha může být kromě toho vytvořená na celé nebo na úseku délky uvažované závitové části, přičemž je s výhodou vytvořená na celé délce uvažované závitové části, a v důsledku toho i na celé délce každého ze závitových úseků v případě, kdy závitová část zahrnuje několik závitových úseků.

15

Je výhodné, jestliže uvedená konvexně zaoblená plocha, s výjimkou spojovacích přechodů s přilehlými plochami, vykazuje přes celou šířku uvažované plochy stále stejné zakřivení.

Je dále výhodné, jestliže uvedená konvexně zaoblená plocha vykazuje přes celou délku závitové části stále stejné zakřivení.

20

Je dále výhodné, jestliže uvedená konvexně zaoblená plocha koresponduje s přímou plochou spoluzabírajícího závitu.

25

Je velmi výhodné, jestliže je pouze jediná konvexně zaoblená plocha uspořádaná na jediném vnějším nebo vnitřním, závitu.

Podle jednoho upřednostňovaného provedení předloženého vynálezu jsou vnější a vnitřní závitová část závitového spoje kuželovité se závity s radiálním stykem s přesahem a uvedenou konvexně zaoblenou plochou je vrchol závitu.

30

Podle dalšího upřednostňovaného provedení předloženého vynálezu je uvedenou konvexně zaoblenou plochou bok vnějšího nebo vnitřního závitu, a jeden nebo druhý ze závitů, vnější nebo vnitřní, zahrnuje prostředky pro zvýšení pružnosti konvexně zaobleného boku nebo s ním korespondujícího boku spoluzabírajícího závitu.

35

Je výhodné, jestliže je konvexně zaoblenou plochou zatěžovaný bok.

Alternativně je, v tomto druhém provedení vynálezu, konvexně zaoblenou plochou zachycovací bok.

40

Ohyb boku závitu, kvalifikovaný v následujícím popisu je pružnost, se s působením styčného tlaku během nebo na konci spojování zvyšuje a umožňuje závitům přizpůsobovat se zejména rozdílným rozměrových velikostí vnějších a vnitřních závitů závitových částí, ve srovnání s jejich jmenovitou velikostí, bez vyvíjení nadměrného styčného tlaku.

45

Je dále, v tomto druhém provedení vynálezu, výhodné, jestliže uvedenými prostředky pro zvýšení pružnosti konvexně zaobleného boku nebo s ním korespondujícího boku je drážka vytvořená ve vrcholu závitu přilehlého k pružnému boku.

50

Ohyb části závitu nacházející se mezi drážkou a pružným bokem během vzájemného styku pod styčným tlakem způsobuje, viz znázornění v osovém příčném řezu, natáčení pružného boku kolem středu natáčení umístěného na patě pružného boku.

55

Je výhodné, jestliže je hloubka drážky menší než nebo rovná výšce závitu, ve kterém je vytvořená.

Je dále výhodné, jestliže je šířka rozevření drážky menší než nebo rovná 2/3 šířky závitů, ve kterém je tato drážka vytvořená, přičemž uvedená šířka závitů se měří na střední výšce tohoto závitů.

5

Je dále výhodné, jestliže je dno drážky zaoblené s poloměrem 0,2 mm nebo větším.

V případě, kdy je prostředek pro snížení tuhosti boku závitů drážky, je výhodné, jestliže se úhel, označený jako "úhel konvexně zaobleném boku", svíraný mezi tečnou ke konvexně zaoblenému boku, vedenou střední výškou uvedeného konvexně zaobleného boku, a normálou k ose závitového spoje liší od úhlu, označovaného jako "úhel korespondujícího boku", svíraného mezi tečnou ke konvexně zaoblenému korespondujícímu boku, rovněž vedenou střední výškou uvedeného korespondujícího boku a normálou k ose závitového spoje.

Zmiňovaný rozdíl mezi těmito úhly způsobuje během ohýbání pružného boku na konci spojování nebo jako funkce provozních axiálních napětí posunutí styčného bodu mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem závitů podél těchto boků.

Takové posunutí styčného bodu zabraňuje stálému působení napětí ve stejném bodě styku mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem závitů, které ve svém důsledku vede ke snížení rizika zadírání těchto boků po několikerém opětovném spojování.

V tomto případě je velmi výhodné, jestliže jsou hodnoty úhlu konvexně zaobleného boku a úhlu korespondujícího boku takové, že k prvnímu tyku mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem při spojování dochází na pružném boku blíže k vrcholu závitů, ve kterém je vytvořená drážka.

Dále je velmi výhodné, jestliže je znaménko algebraické hodnoty rozdílu mezi úhlem konvexně zaobleného boku a úhlem korespondujícího boku takové, že se styčný bod mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem během spojování posouvá směrem ke středu natáčení pružného boku.

Ještě dále je velmi výhodné, jestliže je hodnota rozdílu mezi úhlem konvexně zaobleného boku a úhlem korespondujícího boku taková, že je konečný styčný bod mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem umístěný vně čtvrtiny šířky pružného boku, na jeho konci blíže k patě závitů.

Uvedené uspořádání umožňuje zabraňovat působení nadměrných a nežádoucích koncentrací napětí na patě závitů.

40

Hodnoty úhlu konvexně zaobleného boku závitů a úhlu korespondujícího boku závitů pro docílení takových technických účinků mohou být, jak bude blíže popsáno v dále uvedených konkrétních provedeních vynálezu, stanoveny buď výpočtem, nebo zkušebními testy.

Je výhodné, jestliže se absolutní hodnota rozdílu mezi úhlem konvexně zaobleného boku a úhlem korespondujícího boku pohybuje v rozmezí 1 až 5°.

Ve spojení se závitovým spojem podle předloženého vynálezu je výhodné, jestliže každý vnitřní a vnější element zahrnuje alespoň jednu těsnicí plochu, a jestliže se každá těsnicí plocha vnitřního elementu závitového spojení ve spojeném stavu nachází s korespondující těsnicí plochou vnějšího elementu v radiálním styku s přesahem.

Ve spojení se závitovým spojem podle předloženého vynálezu je dále výhodné, jestliže každý vnitřní a vnější element zahrnuje alespoň jednu příčnou prstencovou opěrnou plochu, a jestliže

alespoň jedna opěrná plocha vnitřního elementu závitového spoje ve spojeném stavu dosedá na opěrnou plochu vnějšího elementu.

5 Přehled obrázků na výkresech

Trubkové závitové spoje podle předloženého vynálezu budou blíže vysvětleny prostřednictvím příkladů jejich konkrétních a nárokován rozsah neomezujičích provedení a použití ve spojení s připojenými výkresy, ve kterých:

- 10 obr. 1 představuje závitový spoj se spojovacím kusem zahrnujícím dva závitové spoje s kuželovitými závitovými částmi s lichoběžníkovými závity.
- obr. 2 představuje integrální závitový spoj zahrnující závitový spoj s dva závitové úseky zahrnujícími válcovými závitovými částmi s lichoběžníkovými závity.
- 15 obr. 3 představuje několik lichoběžníkových závitů závitového spoje podle vynálezu typu znázorněného na obr. 1, ve kterém jsou vrcholy vnitřních závitů konvexně zaoblené, přičemž na:
- obr. 3a je samostatně znázorněný vnitřní závit;
- obr. 3b je samostatně znázorněný vnější závit; a
- obr. 3c je znázorněné spojení závitů z obr. 3a a 3b po jejich spojení,
- 20 obr. 4 představuje několik závitů dalšího provedení závitového spoje podle vynálezu typu znázorněného na obr. 1 s lichoběžníkovými závity s axiálním záběrovým stykem, u kterého je zachycovací bok vnějších závitů konvexně zaoblený.
- obr. 5 představuje variantu závitového spoje z obr. 4.
- obr. 6 představuje několik závitů dalšího provedení závitového spoje podle vynálezu typu znázorněného na obr. 2 s lichoběžníkovým klínovitými závity s měnící se šířkou, u kterého je zatěžovaný bok vnějších závitů konvexně zaoblený.
- 25 Každý z obr. 4 až 6 zahrnuje 4 dílčí obrázky, označené písmeny a až d, ve kterých představuje:
- písm. a samotný vnější závit vnějšího elementu;
- 30 písm. b samotný vnější závit vnitřního elementu;
- písm. c závity z obr. a a b během spojování v okamžiku ve kterém korespondují plochy závitů vstupující do vzájemného styku; a
- písm. d konečné spojení závitů z obr. A a B.
- 35 obr. 1 až 6 nejsou znázorněné v žádném měřítku; charakteristické znaky závitových spojů jsou z důvodu snadnějšího znázornění a lepšího pochopení jejich funkce zvětšené.
- obr. 7 představuje rozložení styčných tlaků mezi vrcholem vnějšího závitu a patou vnitřního závitu navzájem zabírajících lichoběžníkových závitů, přičemž:
- obr. 7a se týká styku mezi přímým vrcholem a patou závitu závitového spoje podle stavu techniky; a
- 40 obr. 7b se týká styku mezi přímou patou a konvexně zaobleným vrcholem závitu závitového spoje z obr. 3c.
- obr. 8 představuje grafické znázornění posunutí společného styčného bodu v případě závitů z obr. 4 jako funkce spojování závitového spoje pro různé úhlové konfigurace zachycovacích boků.
- 45 obr. 9 představuje grafické znázornění natačení pružného zachycovacího boku z obr. 4 jako funkce spojování závitového spoje pro různé úhlové konfigurace zachycovacích boků.

- obr. 10 představuje grafické znázornění posunutí společného styčného bodu v případě závitů z obr. 4 jako funkce spojování závitového spoje pro různé poloměry zakřivení konvexně zaoblené plochy.
- 5 obr. 11 představuje několik závitů dalšího provedení závitového spojení podle vynálezu typu znázorněného na obr. 2 s kuželovitými závitovými elementy s lichoběžníkovými závity.

Příklady provedení vynálezu

- 10 Na obr. 1 je znázorněný závitový spoj 200 pro spojování dvou trubek 101, 101' značně velké délky za použití spojovacího kusu.

Výrazem "trubka značně velké délky" se ve zde uváděných souvislostech míní trubky několika metrů dlouhé, například trubky dlouhé cca 10 metrů.

- 15 Takové trubky se obvykle spojují za účelem vytváření kolon pažnic nebo kolon těžebních trubek pro vrty k těžně materiálů na bázi uhlovodíků nebo trubkových vrtných kolon pro tyto těžební vrty.

- 20 Uvedené trubky mohou být z důvodu přizpůsobení se různým provedením podmínkám, například velikosti působících mechanických napětí, korozní povaze tekutiny uvnitř nebo vně trubek a podobně, zhotovené z libovolné nelegované, nízkolegované nebo vysokolegované oceli, nebo ze železných či neželezných slitin.

- 25 Je rovněž tak možné použít ocelové trubky s nízkou odolností proti korozi opatřené povlakem, například syntetického materiálu, který eliminuje veškerý styk oceli s korozi způsobující tekutinou.

- 30 Konce trubek 101, 101' jsou opatřené identickými vnitřními závitovými elementy 1, 1' a navzájem spojené pomocí spojovacího kusu 202, jehož každý konec je opatřený vnějším závitovým elementem 2, 2'.

- 35 Vnitřní závitové elementy 1, 1' jsou, jednotlivě, sešroubováním spojené s vnějšími závitovými elementy 2, 2' za vytvoření dvou souměrně uspořádaných závitových spojů 100, 100', mezi kterými je uspořádané na ně navazující, několik centimetrů dlouhé vyložení 10.

Vnitřní průměr vyložení 10 spojovacího kusu se tak, aby nedocházelo k narušování proudění tekutiny uvnitř trubek, v podstatě shoduje s vnitřním průměrem trubek 101, 101'.

- 40 Vzhledem k tomu, že jsou závitové spoje 100, 100' symetrické, bude dále popsána funkce pouze jednoho z nich.

- 45 Vnitřní závitový element 1 zahrnuje vnější závitovou část 3 s lichoběžníkovými závity odvozenými ze závitu "s nerovnoramenným lichoběžníkovým profilem" definovaného technickou normou API 5B; vnější závitová část 3 je kuželovitá, uspořádaná na vnější straně vnitřního elementu a od volného konce 7 uvedeného elementu oddělená závitem neopatřeným okrajovým úsekem 11. Uvedeným volným koncem elementu je v podstatě příčná prstencová opěrná plocha 7.

- 50 V návaznosti na volný konec 7 se na vnějším povrchu okrajového úseku 11 nachází kuželovitá dosedací plocha 5, jejíž kuželovitost je větší než kuželovitost vnější závitové části 3.

Vnější element 2 zahrnuje prostředky spoluzabírající s příslušnými prostředky vnitřního elementu 1, tj. vykazují korespondující tvar a jsou určeny pro spolupráci s příslušným způsobem uspořádanými prostředky vnitřního elementu.

55

Takto vnější element 2 zahrnuje kuželovitou vnitřní závitovou část 4 a závitem neopatřený úsek, uspořádaný mezi závitom a vyložením 10.

5 Tento závitom neopatřený úsek vykazuje zejména v podstatě příčnou prstencovou opěrnou plochu 8 tvořící na koncích vyložení osazení a kuželovitou dosedací plochu 6, navazující na toto osazení.

10 Po ukončení spojování vnější závitové části s vnitřní závitovou částí příčné opěrné plochy 7 a 8 zabírají proti sobě, zatímco dosedací plochy 5, 6 se nacházejí ve vzájemném radiálním staku kov/kov za působení styčného tlaku. Dosedací plochy 5, 6 takto tvoří těsnící plochy, které závitovému spoji poskytují těsnost vůči působení vnitřního nebo vnějšího tlaku tekutiny a řadě mechanických napětí (axiální tak, axiální stlačování, ohyb, krut, a podobně).

15 Do závitových částí závitového spoje je, z důvodu zajištění nebo zvýšení těsnosti, rovněž tak možné začlenit těsnění ze syntetického materiálu, například fluoropolymeru.

Další příklad závitového spojení dvou trubek značně velké délky je znázorněn na obr. 2; tento typ závitového spoje 300, využívající pouze jediný závitový spoj, se označuje jako integrální.

20 Jeden konec první trubky 301 je opatřen vnitřním závitovým elementem 1; druhá trubka 302 je na odpovídajícím konci opatřena vnějším závitovým elementem 2.

25 Vnitřní závitový element 1 zahrnuje vnější závitovou část tvořenou v provedení na obr. 2 dvěma válcovými závitovými úseky 303, 303' s lichoběžníkovými závity, oddělenými od sebe příčnou prstencovou plochou 307 mezi nimi uspořádaného osazení tvořícího opěrnou plochu s tím, že závitový úsek 303' s menším průměrem je uspořádaný na straně volného konce 309' vnitřního elementu, přičemž tento volný konec tvoří příčnou prstencovou plochu 309'.

30 Mezi závitovým úsekem 303' a koncovou plochou 309' je uspořádaná vnější kuželovitá dosedací plocha 311'.

35 Na opačné straně vnitřního elementu je vnější závitový úsek 303 prodloužený závitom neopatřeným úsekem zahrnujícím kuželovitou dosedací plochu 311 a příčnou prstencovou plochu 309 tvořící osazení.

Vnitřní prostor vnějšího závitového elementu 2 je opatřený prostředky, které doplňují a zabírají s prostředky vnitřního závitového elementu.

40 Takto vnější element 2 zahrnuje vnitřní závitovou část tvořenou dvěma válcovými závitovými úseky 304, 304' oddělenými od sebe příčnou prstencovou plochou 308 mezi nimi uspořádaného osazení, tvořící opěrnou plochu, s tím, že závitový úsek 304 s větším průměrem je uspořádaný na straně příčného prstencového volného konce 310 vnějšího elementu.

45 Kromě toho vnější element zahrnuje dvě kuželovité dosedací plochy 312, 312' korespondující s kuželovitými dosedacími plochami 311, 311' vnitřního elementu a příčnou prstencovou plochou 310' tvořící na konci vnějšího elementu, opačném vzhledem k volnému konci 310, osazení.

50 Při spojování se vnější závitové úseky 303, 303' našroubují do příslušných vnitřních závitových úseků 304, 304' tak, že se opěrné plochy 307, 308 mezi nimi uspořádaných osazení navzájem opírají. Příčné koncové plochy 309, 309' se v podstatě nacházejí ve styku s příslušnými plochami 310, 310' osazení a tvoří pomocné opěrné plochy pro uprostřed uspořádané hlavní opěrné plochy 307 308.

55 Dosedací plochy 311, 311' vnitřního elementu se, prostřednictvím styku kov/kov za působení vysokého styčného tlaku, nacházejí s příslušnými dosedacími plochami 312, 312' vnějšího ele-

mentu v radiálním styku s přesahem, což ve svém důsledku umožňuje zajistit utěsnění závitového spoje vůči vně nebo uvnitř trubek se nacházejících tekutin.

5 Ve variantách provedení vynálezu, které nejsou znázorněné, může závitový spoj se spojovacím kusem vykazovat válcové závitové části, zatímco integrální závitový spoj může vykazovat kuželovité závitové části.

10 Rovněž tak může každá závitová část vykazovat dva kuželovité závitové úseky s v podstatě shodnou nebo odlišnou kuželovitostí, nebo mohou být vytvořené jako kombinace válcový-kuželovitý úsek; kromě toho mohou, ale nemusí, být závitové úseky jedné závitové části odstupňované.

15 Na obr. 1 a 2 jsou závitové části schématicky znázorněné prostřednictvím tvořících přímek nebo obálek vrcholů a pat závitů.

Na základě příslušných obrázků budou popsány konkrétní jednotlivé závity závitových spojů několika provedení předloženého vynálezu.

20 Obr. 3 představuje kuželovité závitové části závitového spoje 100 podle obr. 1 radiálně zabírajícími lichoběžníkovými závity a konvexně zaoblenými vrcholy.

25 Na obr.3b jsou znázorněné vnější závity 21 tohoto typu závitového spoje, které v osové příčné řezu, vykazují obvyklý lichoběžníkový profil zahrnující zatěžovaný bok 23, zachycovaný bok 25, vrchol 29 závitů a patu 27 závitů. Výška závitů je h_1 a jeho šířka na střední výšce je 2,5 mm (s 5 závity na palec (25,4 mm)).

30 Vrcholy a paty závitů jsou uspořádány na kuželovitých plochách se stejnou kuželovitostí definovanou polovičním vrcholovým úhlem γ základního kužele představovaného jeho tvořící přímkou 37 a rovnoběžkou s osou závitového spoje.

35 Vrchol 29 závitů a paty 27 závitů jsou, s výjimkou oblastí spojovacích přechodů s boky závitů, přímé; tyto spojovací přechody vykazují, jak známo, z důvodu eliminování koncentrace napětí na patách a křehkosti okrajů ploch závitů, poloměr řádově zlomky milimetru; vrcholy 29 závitů a paty 27 závitů jsou uspořádány na kuželovitých plochách s kuželovitostí polovičního vrcholového úhlu γ .

Zatěžované boky 23 a zachycovací boky 25 jsou také přímé a s normálou k ose závitového spoje, v uvedeném pořadí, svírají úhel α a úhel β .

40 V případě, znázorněném na obr. 3, je úhel α mírně negativní (bok 23 mírně přesahuje patu 27), zatímco úhel β je pozitivní a vykazuje větší sklon.

Z uvedeného vyplývá, že boky mezi sebou svírají úhel δ , takže vrcholy 29 lichoběžníkových závitů 21 jsou užší než jejich paty.

45 Vnitřní závity jsou znázorněné na obr. 3a.

50 Tyto závity vykazují v podstatě lichoběžníkový profil a jsou přizpůsobené pro spojování s vnějšími závity 21. Jejich výška h_2 je o něco větší než výška h_1 vnějších závitů 21 a jejich šířka na střední výšce závitů je 2,5 mm (s 5 závity na palec (25,4 mm)).

Vrcholy 128 a paty 30 vnitřních závitů jsou tečné k nebo uspořádány na kuželovitých plochách s polovičním vrcholovým úhlem γ shodným s polovičním vrcholovým úhlem vnějších závitů.

Paty 30 vnitřních závitů jsou, s výjimkou spojovacích přechodů s boky závitu vykazujících, stejně jako u vnějších závitů, přechodové poloměry, přímé.

Vrcholy 128 vnitřních závitů jsou po celé jejich délce plynule konvexně zaoblené, což, jinak řečeno, znamená, že po celé jejich šířce nevykazují žádné přerušení.

Tyto vrcholy vykazují (s výjimkou spojovacích přechodů s boky závitů, jejichž přechodový poloměr je menší a přizpůsobený vzhledem k přechodovému poloměru vnějších závitů) poloměr R3 zakřivení rovný 5 mm.

Zatěžované boky 24 a zachycovací boky 26 svírají každý, stejně jako korespondující boky 23, 24 vnějšího závitu, s normálou k ose závitového spoje, stejné úhly α a β .

Po spojení vnější závitové části 3 s vnitřní závitovou částí 4 sešroubováním stanoveným kroutícím momentem dochází k příslušnému styku, vzhledem k geometrii závitů ($h_1 > h_2$), mezi konvexně zaobleným vrcholem 128 vnitřního závitu a patou 27 vnějšího závitu, zatímco mezi vrcholem 29 vnějšího závitu a patou 30 vnitřního závitu, jejichž profil je v obou případech přímý, existuje vůle, viz obr. 3c.

Vzhledem k existenci opěrných ploch 7, 8 (viz obr. 1), které po sešroubování závitového spoje navzájem dosedají a opírají se o sebe, působí na spojené vnitřní a vnější elementy axiální tahové napětí, což znamená, že se příslušné zatěžované boky 23, 24 závitů nachází pod styčným tlakem. Naproti tomu mezi zachycovacími boky 25 vnějšího závitu a zachycovacími boky 26 vnitřního závitu existuje vůle.

Vzájemný styk mezi konvexně zaobleným vrcholem 128 vnitřního závitu a patou 27 vnějšího závitu se vyskytuje v bodě Q, který se nachází v podstatě ve středu zaobleného vrcholu 128 a přímé paty 27.

Zakřivení konvexně zaobleného vrcholu 128 vnitřního závitu tak umožňuje zvýšit odolnost závitového spoje podle vynálezu proti přetočení nebo uvolnění.

Na obr. 7a je schématicky znázorněné rozložení styčného tlaku mezi vrcholem 28 vnitřního závitu s přímým profilem a patou 27 vnějšího závitu, rovněž s přímým profilem, v závitovém spoji podle stavu techniky.

Šipky označené vztahovou značkou P_c slouží pro představu o hodnotách velikosti lokálního styčného tlaku, který působí v jednotlivých bodech vzájemného styku; z uvedeného může být znatelné, že hodnoty styčného tlaku P_c jsou vyšší na koncích R, S, T, U příslušných úseků závitů ve styku.

Z toho vyplývá, že mazivo zaváděné do spoje za účelem mazání závitů a prevence proti jeho zadírání bude mít tendenci se zachycovat v oblasti styku.

Po ukončení spojování stanoveným spojovacím kroutícím momentem T_f je možné u závitového spoje podle stavu techniky, vzhledem k existenci zachyceného maziva v oblasti styku, dále pokračovat ve šroubování kroutícím momentem T_s , jehož hodnota je o něco vyšší než kroutící moment T_f . Výsledkem je přetočení závitového spoje, které ve svém důsledku vede k vzájemnému posunutí vnitřního a vnějšího elementu vůči sobě a z toho vyplývajícího nepříznivého vzájemného umístění těsnících prostředků.

Stávající technologické postupy vrtání směr měnicích šikmých vrtů nebo dokonce horizontálních vrtů vyžadují otáčení trubek a je spojujících závitových spojů během jejich zavádění do vrtu ve směru k jeho dnu, čímž jsou tyto závitové spoje vystavovány působení vysokého kroutícího

momentu. Je proto nevyhnutelně nutné zajistit, aby takové otáčení nevedlo k nežádoucí netěsnosti při provozním chodu.

5 Podobně se pro uvolnění závitového spoje musí uplatnit krouticí moment T_b , působící ve směru opačném vzhledem ke směru působení krouticího momentu T_f , přičemž tento krouticí moment je však, bohužel, v případě závitového spoje podle stavu techniky v absolutní hodnotě shodný se spojovacím krouticím momentem T_f .

10 Z obr. 7b může být seznatelné, že mírné zakřivení vrcholu 128 vnitřního závitu je schopné eliminovat střední styčný tlak v dutině mezi závity a tím zachycovat mazivo mezi vrcholem 128 vnitřního závitu a s ním ve stylu se zacházející patou 27 vnějšího závitu vytvořením středového maximálního styčného tlaku.

15 Za tohoto stavu se pro přetočení nebo uvolnění závitového spoje musí vynaložit krouticí moment T , který je v absolutní hodnotě, podstatně vyšší než krouticí moment T_f .

Příslušným zkušebním testům závitových spojů spojováním a uvolňováním byly podrobeny závitové spoje typu VAM TOP® (č. 940 katalogu VAM® firmy Vallourec Oil & Gas z července 1994), modifikované v souladu s obr. 3 a vykazující následující charakteristiky:

- 20 – trubky z nízkolegované oceli zpracované na jakost L80 API (s mezí kluzu 552 MPa nebo větší);
- vnější průměr trubek: 177,8 mm (7")
- tloušťka trubek: 10,36 mm (29 lb/ft);
- 5 závitů na palec (25,4 mm);
- 25 – kuželovitost závitu = 6,25 % ($\gamma = 1,79^\circ$).

Hodnoty uvolňovacího krouticího momentu T_b pro uvolnění až na krouticí moment T_f byly měřeny pro 4 různé závitové spoje při různých úrovních spojovacích krouticích momentů.

30 V 11ti provedených zkušebních testech závitových spojů spojováním a uvolňováním byl zjištěn vzájemný rozdíl absolutních hodnot krouticích momentů T_f a T_b v rozmezí 3 až 14 %, s průměrem 7,5 %.

35 Volba příliš malého poloměru R3 zakřivení vede k příliš prudkému nárůstu středového maximálního styčného tlaku, výsledkem čehož je riziko uvádění materiálu do plastického stavu a/nebo zadírání závitů po několikerém opětném použití závitových spojů; uvedená skutečnost kromě toho způsobuje redukcii šířky zatěžovaných boků 23, 24 závitů a tím i snížení maximálního přípustného axiálního zatížení v tahu: skutečně vyhovujícím poloměrem R3 zakřivení je poloměr zakřivení 2 mm nebo větší.

40 Volba příliš velkého poloměru R3 zase nezajistí docílení předpokládaného účinku, což ve svém důsledku vede k riziku zachycování maziva: vyhovujícím poloměrem R3 zakřivení je poloměr zakřivení 60 mm nebo menší, a nejlépe 20 mm.

45 Výhodné charakteristiky odolnosti závitového spoje podle vynálezu proti přetočení nebo uvolnění by bylo možné tak, aby bylo zabráněno jakémukoliv zachycování maziva ve středové oblasti zatěžovaných boků, také zlepšit pomocí vytvoření dalšího mírně konvexně zaobleného zatěžovaného boku vnějšího nebo vnitřního závitu.

50 Na obr. 4 jsou znázorněné části kuželovitých závitových částí závitového spoje 100 podle obr. 1 s lichoběžníkovými závity s axiálním přesahem.

Výrazem „lichoběžníkové závity s axiálním přesahem“ se ve zve uváděných souvislostech míní závity popsané v dokumentu WO 00/14441, u kterých je šířka závitu měřená na střední výšce

větší než šířka mezer mezi korespondujícími závity spoluzabírající závítové části měřená na střední výšce, což vyvolává axiální styčné uložení dvou boků závitu jedné závítové části s korespondujícími boky spoluzabírající závítové části bez vůle, a naopak.

- 5 Na obr. 4b je znázorněno, v osovém příčném řezu, několik vnějších závitů 21 v podstatě lichoběžníkovým profilem, který zahrnuje zatěžovaný bok 23, zachycovací bok 25, vrchol 29 závitu a patu 27 závitu.

10 Vrcholy a paty závitů jsou (až na spojovací přechody s boky závitů, jejichž přechodový poloměr je, z důvodu eliminování koncentrace napětí v oblasti pat a křehkosti okrajů ploch závitů, řádově zlomky milimetru) přímé a jsou uspořádané na kuželovitých plochách se stejnou kuželovitostí definovanou polovičním vrcholovým úhlem γ mezi „základním“ kuzelem představovaným jeho tvořící přímkou 37 a rovnoběžkou s osou závítového spoje.

- 15 Závity jsou po celé jejich délce opatřené šroubovitou drážkou 31, jejíž profil má osu v podstatě kolmou na osu závítového spoje a která se rozevívá směrem k vrcholu závitu zhruba ve středu jeho šířky.

20 Drážka 31 vykazuje profil ve tvaru „V“ se zaobleným dnem, přičemž úhel svíraný mezi rameny tvaru V je řádově 33° a poloměr dna drážky 31 je 0,4 mm.

Šířka rozevření drážky vrcholu 29 závitu je řádově 35% šířky a její hloubka je řádově 60% výšky profilu závitu 21.

- 25 Zatěžovaný bok 23 je (až na shora již zmiňované spojovací přechody s vrcholy a patami závitů) přímý a mírně přesahuje patu závitu; úhel α tohoto zatěžovaného boku svíraný s normálou k ose závítového spoje je mírně negativní a rovný -3° .

30 Zachycovací bok 125, který je přilehlý k vrcholu 29 závitu, je přes celou jeho šířku MP konvexně zaoblený a vykazuje, až na spojovací přechody s vrcholy a patami závitů, jejichž poloměr zakřivení je menší, řádově zlomky milimetru, stále stejný poloměr R1 zakřivení několik milimetrů.

Tečna 39 k zachycovacímu boku, vedená střední výškou závitu, svírá s normálou k ose závítového spoje úhel A.

- 35 Šířka závitu měřená na střední výšce závitu je 11, zatímco 13 představuje vzdálenost mezi jednotlivými závity měřenou na střední výšce závitu: součet ($11 + 13$) je pak rozteč závitu.

40 Na obr. 4 je znázorněno několik lichoběžníkových závitů vnitřního závitu 22, jejichž tvar je způsobený tvarem vnějšího závitu 21.

Vnitřní závit 22 vykazuje (až na spojovací přechody s vrcholy a patami závitů, které vykazují, jak známo z důvodu eliminování koncentrace napětí v oblasti pat a křehkosti okrajů ploch závitů, poloměr řádově zlomky milimetru) čtyři přímé plochy, a to konkrétně:

- 45 – zatěžovaný bok 24, který přesahuje patu 30 závitu a svírá s normálou k ose závítového spoje úhel α , přičemž tento úhel α je shodný s úhlem sklonu zatěžovaného boku vnějšího závitu;
- zachycovací bok 26, který svírá s normálou k ose závítového spoje úhel B, přičemž tento úhel B je o něco větší než úhel A z obr. 4B;
- 50 – vrchol 28 závitu, uspořádaný na kuželovité ploše s polovičním vrcholovým úhlem γ , který se shoduje s polovičním vrcholovým úhlem korespondující kuželovité plochy vnitřní závítové části;
- patu 30 závitu, uspořádanou rovněž na kuželovité ploše s polovičním vrcholovým úhlem γ .

Úhly α a β se navzájem různí a jejich rozdíl δ je takový, že vnitřní závity 22 jsou v oblasti vrcholů 28 užší než na patách.

12 představuje šířku vnitřního závitu měřenou na střední výšce závitu, zatímco 14 představuje vzdálenost mezi jednotlivými závity vnitřního závitu měřenou na střední výšce: součet (12 + 14) pak představuje rozteč vnitřního závitu, který se shoduje s roztečí vnějšího závitu.

V provedení závitového spoje podle obr. 4 je 11 větší než 14 a 12 je větší než 13, v důsledku čehož přicházejí při spojování závitového spoje dva boky 23, 125 vnějšího závitu v příslušném okamžiku daném kuželovitostí závitových částí do styku se dvěma boky 24, 26 vnitřního závitu; při pokračujícím spojování budou závity 21, 22 uváděny do axiálního styku s přesahem; označení „závity s axiálním přesahem“ se tudíž týká tohoto typu závitů.

Na obr. 4c je znázorněna poloha vnějších závitů 21 a vnitřních závitů 22 v okamžiku jejich prvního styku během spojování.

Přímé zatěžované boky 23, 24 s úhlem α se nacházejí ve styku rozloženém přes jejich společnou šířku.

Vrcholy 29, 28 závitů se ještě stále nacházejí ve vzdálenosti od korespondujících pat 30, 27 závitů.

Zachycovací boky 125, 126, jsou ve vzájemném styku v bodě Q, který se nachází na oblouku MP v poloze blíže k bodu M než k bodu P na boku 125 vnějšího závitu a současně blíže k bodu Q než k bodu N na boku 26 vnitřního závitu. Příslušný styk se tedy uskutečňuje v poloze na straně boku vnějšího závitu blíže k jeho vrcholu, ve kterém je vytvořena drážka 31.

Poloha styku posunutá směrem k bodu M je výsledkem skutečnosti, že úhel A tečny 39 ke konvexně zaoblenému boku 125 vnějšího závitu vedené střední výškou závitu je menší než konstantní úhel B přímého boku 26 vnitřního závitu, přičemž styčný bod Q koresponduje s bodem, ve kterém tečna ke konvexně zaoblenému boku 125 svírá s normálou k ose závitového spoje úhel B.

Při pokračujícím spojování závitového spoje za polohu, která je znázorněna na obr. 4C, mají vzhledem k tomu, že závitové části jsou kuželovité, vnější závity tendenci vtlačovat se do dutin mezi vnitřními závity a, naopak, vnitřní závity mají tendenci se vtlačovat do dutin mezi vnějšími závity, za vyvážení, mezi korespondujícími boky závitů, styčného tlaku mezi korespondujícími boky, který je výsledkem jejich styku s přesahem. Tento styčný tlak se, vzhledem k lichoběžníkovému profilu závitů a kuželovitosti závitových částí, při pokračujícím spojování zvyšuje.

U běžných vnějších a vnitřních závitů s lichoběžníkovým profilem neopatřených drážkou, vzhledem k tomu, že jsou tyto závity zhotovené z materiálu na bázi oceli s vysokým modulem pružnosti, vytvoří dva boky závitů rychle velmi tuhý opěrný styk a v dalším spojování tak nelze již pokračovat.

Toto by nebyla až tak podstatná nevýhoda, pokud by geometrie závitů byla schopná dokonalého navrácení se do původního stavu, což však není tento případ.

Normální výrobní tolerance $\pm 0,01$ mm šířek vnějších a vnitřních závitů připouští, v axiálním přesahu nebo uložení bez vůle rovném (11 – 14) nebo (12 – 13), rozdíl 0,02 mm.

Vzhledem ke kuželovitosti závitových částí má uvedený rozdíl za následek nepřijatelné diference ve vzájemném polohování vnitřního závitového elementu a vnějšího závitového elementu, přičemž zejména způsobuje diference v radiálním styčném uložení v rovině těsnících dosedacích ploch 5, 6 a tím nepřijatelné riziko netěsnosti při provozním chodu.

Drážka 31 je vytvořena ve vrcholu 29 závitů přilehlého ke konvexně zaoblenému zachycovacímu boku 125, umožňuje, díky ohybu, který je důsledkem působení styčného tlaku vyplývajícího z pokračujícího spojování po docílení prvního styku a vytvoření styku s přesahem, deformování obou úseků 33, 35 profilu vnějšího závitů 21: existence drážky 31 tudíž poskytuje mnohem pružnější strukturu vnějšího závitů 21 a redukuje tuhost zachycovacího boku 125.

Deformování dvou úseků 33, 35 profilu vnějšího závitů je přímo úměrné velikosti styčného tlaku a dané tím, ze kterého materiálu je pružná oblast vnějšího závitů 21 vytvořena; vnitřní závit 22 plného profilu se při prvním přiblížení boků závitů považuje za tuhý a tuhost pružné části představované úsekem 35 profilu závitů mezi drážkou 31 a pružným zachycovacím bokem je určena geometrií tohoto úseku 35 závitů a pružnosti materiálu, například oceli, ze kterého je tento úsek vytvořený.

Zakřivení konvexně zaobleného zachycovacího boku 125 vnějšího závitů umožňuje optimální vytvoření drážky: při neexistenci takového zakřivení, tj. pokud by zachycovací bok závitů byl přímý s úhlem sklonu rovným úhlu B, by se úseky 33, 35 profilu vnějšího závitů v důsledku jejich posunutí nacházely blíže k sobě, což by vedlo k podstatnému zmenšení poloměru R2 dna drážky a tím k riziku ustržení úseků 33, 35, závitů v oblasti jeho paty.

Zakřivení zachycovacího boku vnějšího závitů naproti tomu umožňuje postupné natáčení konvexně zaobleného zachycovacího boku 125 a tím, při pokračujícím spojování, poskytuje zvýšenou pružnost a rozložení styčných tlaků v souladu s Hertzovou teorií.

Střed natáčení pružného zachycovacího boku 125 je v podstatě umístěn v bodě P nacházejícím se na patě pružného zachycovacího boku 125 závitů.

Na obr. 4d je znázorněná poloha umístění závitů po dokončení spojování.

Úsek 35 profilu závitů nacházející se mezi drážkou 31 a pružným zachycovacím bokem 125 se z důvodu umožnění přizpůsobení se velikosti prostoru mezi boky vnějšího a vnitřního závitů natočil o určitý úhel.

Výchozí styčný bod O se ve směru k bodu P na oblouku MP posunu do bodu O'.

Takové posunutí OO' je příznivé, protože ve svém důsledku znamená, že jeden a týž bod na zachycovacích bocích není během spojování podrobován stálému účinku působících napětí, čímž se eliminuje riziko zadírání.

Z uvedeného může být vidět, že vytvoření prvního styku v bodě O nacházejícím se ve v podstatě v polovině šířky oblouku MP, a vhodně blíže k bodu M vzhledem k bodu P, tj. blíže k vrcholu 29 závitů, ve kterém je vytvořena drážka 31, je výhodné.

Posunutí OO' pro dané úhly A a B vymezuje poloměr R1 zakřivení konvexně zaobleného boku 125.

Dále popsané grafy, znázorněné na obr. 8 až 10, jsou výsledkem zkušebních testů provedených na závitových spojích typu VAM TOP^(R) (č. 940 katalogu VAM^(R) firmy Vallourec Oil & Gas z července 1994), modifikovaných v souladu s obr. 4 a vykazujících následující charakteristiky:

- trubky z nízkolegované oceli zpracované na jakost L80 API (s mezi kluzu 552 MPa nebo větší);
- vnější průměr trubek: 177,8 mm (7");
- tloušťka trubek: 10,36 mm (29 lb/ft);
- závity s roztečí 6 mm a kuželovitostí 6,25 % (poloviční vrcholový úhel $\gamma = 1,79^\circ$);
- výška závitů 1,8 mm; šířka závitů 3,5 mm;

- úhel $\alpha = -3^\circ$; úhel B (úhel sklonu zachycovacího boku vnitřního závitu) = 13° ; úhel $\delta = 10^\circ$;
- úhel A (úhel sklonu zachycovacího boku vnějšího závitu měřený na střední výšce) mezi 9 a 14° ;
- poloměr R1 zakřivení konvexně zaobleného zachycovacího boku pohybující se v rozmezí 5 a 20 mm;
- stlačení (nebo axiální přesah) (FA) pohybující se v rozmezí 0 a $0,14$ mm (cíl $0,04$ mm);
- hloubka drážky 1 mm; šířka rozevření drážky $1,4$ mm;
- poloměr R2 dna drážky $0,4$ mm;
- střed dna drážky umístěný $2,3$ mm od zatěžovaného boku.

Graf na obr. 8 představuje posunutí DC styčného bodu O podél oblouku MP pružného zachycovacího boku 125 závitu z obr. 4 jako funkci stlačení (FA) tohoto pružného boku pro různé úhly A pohybující se v rozmezí 9 až 14° .

Obr. 8 znázorňuje, že čím větší je úhel A, tím prudší je charakteristika (DC) posunutí styčného bodu po boku (125) závitu.

Z uvedeného vyplývá, že v případě, kdy je úhel A menší než úhel B, je výchozí styčný bod O umístěný v polovině šířky oblouku MP na straně vzdálenější vzhledem ke středu P natáčení.

Úhel A nemůže být menší než 9° , neboť v tomto případě existuje riziko, že by se styčný O mohl nacházet mimo oblouk MP za bodem M.

Rovněž hodnoty úhlu A větší než 12° nejsou žádoucí, a to proto, že by se u určitých špatně sešroubovaných vnitřních a vnějších závitových elementů konečný styčný bod O' nacházel za bodem P.

Rovněž tak se jako optimální nejeví použití styčného bodu O' blíže k bodu P, protože toto uspořádání, podobně jako v případě styku mezi dvěma přímými boky závitů, vede ke koncentraci napětí na patě závitu.

Jako v podstatě vyhovující se pro úhel A v tomto případě jeví hodnota 10° , při které konečný styčný bodu O' zajišťuje, že maximální působící napětí je v nejhorsím případě situované za polovinou šířky boku blíže k bodu P.

Graf na obr. 9 představuje, pro stejné závitové spoje, průběh (RFE) úhlu natáčení pružného zachycovacího boku 125 jako funkci stlačení (FA).

I v tomto případě je natáčení boku 125 tím prudší, čím větší je úhel A.

Z důvodu eliminace velikosti natočení je, bez ohledu na stlačení, důležité zvolit relativně nízký úhel A (10°).

Takto se bude styčný tlak, jako funkce docíleného skutečného stlačení, měnit pouze nepatrně.

Graf na obr. 10 představuje, pro stejný typ závitového spoje, vliv stlačení (FA) na posunutí (DC) styčného bodu pro různé poloměry R1 zakřivení boku 125 a pro koncentraci úhlu A, rovný 10° .

Pro poloměr R1 zakřivení 20 mm se výchozí styk uskutečňuje v bodě M a styčný bod se, se zvětšováním se stlačení, posouvá po oblouku MP ve větším rozsahu.

Čím menší je poloměr R1 zakřivení, tím větší je posunutí styčného bodu O směrem k bodu P, a velikost rozsahu posunutí je funkcí stlačení.

Poloměr R1 zakřivení podstatně nižší než 5 mm se jeví jako škodlivý v případě, kdy je žádoucí udržet výchozí styčný bod Q na v podstatě polovině šířky MP vzdálenější vzhledem k bodu P.

5 Je tudíž vhodné zvolit poloměr R1 zakřivení konvexně zaobleného zachycovacího boku 125 v rozmezí 3 a 30 mm.

Stejný účinek zvýšení pevnosti závitového spoje během přetáčení nebo uvolňování jako v případě závitových spojů s konvexně zaoblenými vrcholy závitů, znázorněnými na obr. 3, se docílí v pří-
10 padě závitů podle obr. 4 až na to, že zvýšení uvedené pevnosti je v případě závitů s konvexně zaobleným zachycovacím bokem s axiálním přesahem, ve srovnání se závity podle obr. 3, mnohem vyšší, nicméně, mechanismus zvýšení této pevnosti je identický s mechanismem, který je znázorněný na obr. 7.

15 Uvedená podstatně zvýšená pevnost byla zjištěna na základě zkušebních testů závitových spojů spojováním a uvolňováním, které byly provedeny na dvou závitových spojích v podstatě shodných se závitovými spoji pro zkušební testy, viz obr. 8 až 10, až na opačné, ve srovnání s obr. 8, rozlišovací geometrické charakteristiky: vnitřní závitový element je obvyklého typu s vnějším závitem s přímými plochami, zatímco vnější závitový element vykazuje vnitřní závit s konvexně
20 zaobleným zachycovacím bokem a drážkou, vytvořenou ve vrcholu tohoto závitu.

Pro úhel svíraný mezi tečnou ke konvexně zaoblenému zachycovacímu boku vnitřního závitu a normálou k ose závitového spoje (vedenou střední výškou závitu) o velikosti 11° , poloměr R1 zakřivení konvexně zaobleného zachycovacího boku vnitřního závitu 10 mm a stlačení 0,02 mm
25 byl uvolňovací krouticí moment T_b pro jeho závitový spoj zvýšený na 130 % a pro druhý na 123 % spojovacího krouticího momentu T_r .

Obr. 5 představuje variantu provedení podle obr. 4. Na obr. 5 znázorněný vnější závit 21 vykazuje také konvexně zaoblený zachycovací bok 125 s úhlem A měřeným na střední šířce tohoto
30 boku, není však opatřený drážkou.

Drážka 32 je ale opatřená na vnitřním závitě 22 a umožňuje během spojování, za stavu při styku s přesahem, ohýbání přímého zachycovacího boku 26 vnitřního závitu, korespondujícího s kon-
35 vexně zaobleným zachycovacím bokem 125 vnějšího závitu.

V provedení podle obr. 5 je úhel A větší než úhel B. Jak může být z obr. 5c a 5d seznatelné, je takové uspořádání schopné umožňovat první styk v bodě Q na polovině šířky pružného zachycovacího boku 26 blíže k vrcholu 28 vnitřního závitu, ve kterém je vytvořená drážka 32. Toto pro-
40 vedení ale také umožňuje posunutí OO' styčného bodu směrem ke středu Q natáčení.

Jinak je závitový spoj podle obr. 5 funkčně činný způsobem podobným způsobu popsaného ve spojení s br. 4.

Na obr. 6 je znázorněná aplikace závitu opatřeného drážkou a závitu s konvexně zaobleným zachycovacím bokem ve spojení se závitovým spojem 300 podle obr. 2, tvořeným válcovými závitovými částmi s lichoběžníkovými závity známými jako klínovité závity nebo závity s měnicí se šířkou, přičemž tyto závitové části s klínovitými závity jsou známé především z patentového dokumentu US Re 30647.

50 Vnější závitový úsek 303' podle obr. 6 zahrnuje lichoběžníkové závity rybinovitého typu s měnicí se šířkou.

Lichoběžníkové závity tohoto vnějšího úseku zahrnují:

- přímý vrchol 329 závitu rovnoběžný s osou závitového spoje;

- patu 327 závitů, také přímo a rovnoběžnou s osou závitového spoje;
- přímý zachycovací bok 325, který přesahuje patu 327 závitů, úhel β svíraný mezi zachycovacím bokem a normálou k ose závitového spoje je tudíž negativní;
- konvexně zaoblený zatěžovaný bok 323 s poloměrem R1 zakřivení (s výjimkou spojovacích přechodů s vrcholy a patami závitů).

Bok 323 je takový, že tečna 339, vedená střední výškou závitů, svírá s normálou k ose závitového spoje úhel A.

- 10 Úhly β a A jsou volené tak, že závity jsou na vrcholu 329 širší než na patě (závity s rybinovým profilem).

15 Tyto závity vykazují konstantní rozteč a mění se šířku tak, že se šířka závitů, zacházející od volného konce závitového elementu, zvětšuje (v důsledku čehož se současně zmenšuje velikost mezery mezi zuby závitů): z uvedeného důvodu je na obr. 6b šířka 13.1 mezery mezi závity větší než šířka 13.2.

Korespondující vnitřní závit 304' je znázorněn na obr. 6a.

- 20 Vnitřní závity 322 jsou známého rybinovitého typu s měnící se šířkou a spoluzabírají s vnějšími závity 321.

Vrcholy 328 závitů a paty 330 závitů jsou přímé a rovnoběžné s osou závitového spoje.

- 25 Zatěžované boky 324 a zachycovací boky 326 závitů jsou také přímé, přičemž oba přesahují patu 330 závitů tak, že jejich příslušné úhly B a β jsou vzhledem k normále k ose závitového spoje negativní.

- 30 Šířka 12 závitů měřená na střední výšce závitů se směrem k volnému konci vnějšího závitového elementu postupně zmenšuje, výsledkem čehož je, viz obr. 6a, že šířka 12.1 je větší než šířka 12.2.

- 35 Navíc vnitřní závit 322 zahrnuje, přes celou jeho délku, šroubovitou drážku 332, jejíž profil vykazuje osu, která je v podstatě kolmá na osu závitového spoje a která je vytvořena ve vrcholu 328 závitů.

Tato drážka vykazuje profil ve tvaru "V" se zaobleným dnem s poloměrem R2 0,4 mm.

- 40 Při spojování závitových úseků 303', 304' dohromady vnikají nejdříve závity menší šířky do širších mezer mezi závity s určitou vůlí, přičemž tato vůle se během spojování zmenšuje, dokud nedostane, v daném okamžiku, který je znázorněn na obr. 6c, nulové hodnoty: zatěžované boky 323, 324 vnějších a vnitřních závitů se za tohoto stavu nacházejí v bodovém styku v bodě O, zatímco zachycovací boky 325, 326 vnějších a vnitřních závitů jsou v rozšířeném styku.

- 45 Jak může být seznatelné z obr. 5, je bod O umístěn na úseku NQ blíže k vrcholu 328 závitů, ve kterém je vytvořena drážka 332.

Stejně jako v předchozím případě tato skutečnost vyplývá z faktu, že úhel A je v absolutní hodnotě menší než úhel B.

- 50 Jestliže, po dosažení prostého styku mezi boky závitů, spojování pokračuje, dochází k zavádění závitů se stále se zvětšující šířkou do stále se zužujících dutin mezi závity: mezi boky závitů pak dochází k postupnému dotlačování do vzájemného axiálního styku s přesahem na principu klínu,

tento typ závitů se proto označuje jako "klínový"; spojování pak může pokračovat, jak může být seznatelné z obr. 4 a 5, pouze v případě, kdy jsou boky závitů schopné se elasticky deformovat.

5 Funkci drážky 332, s výhodou podporovanou konvexně zaobleným profilem zatěžovaného boku 323 závitů, je takovou elastickou deformací boků 323 závitů umožnit.

10 Funkce drážky 332 a konvexně zaobleného boku 323 je v podstatě shodná s funkcí drážek 31, 32 a konvexně zaobleného boku 125 závitů podle obr. 4 a 5, přičemž pružný bok 324 je, stejně jako na obr. 5 přímý.

10 Poloměr R1 zakřivení zatěžovaného boku 323 vnějšího závitů je vhodné volit tak, aby odolnost závitového spoje proti přetočení nebo uvolnění byla zajištěna mechanismem identickým s mechanismem znázorněným na obr. 7.

15 V souladu se shora zmiňovanými skutečnostmi by mělo být uvedeno, že závitové spoje podle obr. 4 až 6 je rovněž tak možné použít ve spojení s kuželovitými závitovými částmi se závitů klínového typu s měnící se šířkou, popsané v dokumentu WO 94/29627. Takovou úpravu jsou osoby obeznámené se stavem techniky schopné na základě shora uvedených indicií snadno provést.

20 Nárokovaný rozsah předloženého vynálezu zahrnuje také další trubkové závitové spoje.

25 Takto nárokovaný rozsah předloženého vynálezu zahrnuje trubkový závitový spoj, který na konci spojování vykazuje axiální přesah znázorněný na obr. 4 a radiální přesah mezi vrcholem jednoho ze závitů, vnějšího nebo vnitřního, a spoluzabírající patou korespondujícího závitů.

25 Nárokovaný rozsah předloženého vynálezu dále zahrnuje trubkový závitový spoj s kuželovitými závitů s přesahem, ve kterém jsou zatěžované boky vnějšího závitů nebo zatěžované boky vnitřního závitů konvexně zaoblené, a ve kterém jsou vnější závitů nebo vnitřní závitů opatřené drážkou, vytvořenou ve vrcholu závitů, pro kompenzování změn poloh vzájemného styku mezi zatěžovanými boky v důsledku působení proměnlivých napětí v tahu, tlaku nebo ohybu při provozním chodu.

35 Takové změny poloh vzájemného styku u závitů s plným profilem (tj. závitů neopatřených drážkou) mohou ve skutečnosti vést ke vzniku a vyvíjení únavových trhlin (důlková koroze) na uvedených zatěžovaných bocích závitů.

40 Jednotlivá provedení předloženého vynálezu, ať už popsána nebo nepopsána, jsou použitelná jak ve spojení s integrálními závitovými spoji, tak i ve spojení se závitovými spoji se spojovacím kusem.

45 Osoby obeznámené se stavem techniky budou rovněž schopné vytvořit trubkový závitový spoj, který je znázorněný na obr. 11, a jehož vnitřní závitů s lichoběžníkovým profilem vykazují přímé plochy (viz obr. 11a) zatímco korespondují vnější závitů mají sice rovněž obecně lichoběžníkový profil, vykazují však, podobně jako závitový spoj na obr. 6b, konvexně zaoblený zatěžovaný bok 123.

50 Výška h1 vnějších závitů je o něco menší než výška h2 vnitřních závitů, a šířka vnějších nebo vnitřních závitů je o něco menší než šířka mezer mezi korespondujícími závitů, stejně jako na obr. 3a a 3b, tak, že po pojení závitového spoje (viz obr. 11c) se vrcholy 28 vnitřních závitů nacházejí ve styku s patami 27 vnějších závitů s radiálním přesahem, zatímco mezi vrcholy 29 vnějších závitů a patami 30 vnitřních závitů existuje vůle. Mimoto se zatěžované boky 123 vnějších závitů a zatěžované boky 24 vnitřních závitů nacházejí v opěrném záběrovém styku, přičemž mezi zachycovacími boky 25 vnějších závitů a zachycovacími boky 26 vnitřních závitů existuje axiální vůle.

55

Vnitřní závit 22 vykazuje plný profil, zatímco vnější závit 21 jsou opatřené drážkou 31, která je v podstatě shodná s drážkou podle obr. 4, a poskytuje možnost přizpůsobovat se změnám styčného tlaku při provozním chodu.

- 5 Zakřivení zatěžovaného boku 123 vnějšího závitu umožňuje, kromě účinků na pevnost závitového spoje během přetáčení nebo uvolňování, velmi výhodně, a v případě, kdy je konvexně zaoblenou plochou zachycovací bok závitu, ovládat, shora popsaným způsobem, šířku a polohu styku mezi zatěžovanými boky 123, 24 závitu (viz obr. 4 a 5).
- 10 V podstatě stejné účinky by bylo možné docílit uspořádáním, ve kterém je zatěžovaný bok vnitřního závitu vytvořený jako konvexně zaoblený, zatímco zatěžovaný bok vnějšího závitu je přímý.

Podobně by v podstatě stejné účinky bylo možné docílit u závitových spojů s kuželovitými závitovými částmi a závity označenými jako "robustní závity", které byly popsány například v dokumentech EP 454 147 nebo JP 08 281 061, a u kterých se zatěžované boky vnějších a vnitřních závitů nacházejí v opěrném styku, zatímco zachycovací boky vnějších a vnitřních závitů se ve vzájemném styku nacházejí až na konci spojování s tím, že závity alespoň jedné ze závitových částí zahrnují zatěžovaný bok nebo zachycovací bok nebo konvexně zaoblený zatěžovaný a zachycovací bok.

20

PATENTOVÉ NÁROKY

25

1. Trubkový závitový spoj (100, 300), zahrnující vnitřní závitový element (1), uspořádaný na konci první trubky (101, 301), a vnější závitový element (2), uspořádaný na konci druhé trubky (202, 302), přičemž vnitřní závitový element zahrnuje vnější závitovou část (103, 303) s lichoběžníkovými závity přes v podstatě celou délku této vnější závitové části, vnější závitový element zahrnuje vnitřní závitovou část (104, 304) s lichoběžníkovými závity přes v podstatě celou délku této vnitřní závitové části, která spoluzabírá s vnější závitovou částí, a vnější a vnitřní závitové části jsou navzájem spojené stanoveným spojovacím krouticím momentem (T_r) tak, že se alespoň jedna plocha vnějšího závitu (21, 321) nachází ve styku s korespondující plochou vnitřního závitu (22, 322) se styčným tlakem, **v y z n a ě u j í c í m s e t í m**, že vpřed spojením, alespoň jedna plocha (125, 128, 325) závitu, na kterou působí styčný tlak, vykazuje plynulý konvexně zaoblený profil přes šířku uvažované plochy a nachází se v bodovém styku s korespondující plochou (26, 27, 326) závitu spoluzabírajícího elementu, přičemž tato konvexně zaoblená plocha vykazuje přes svoji šířku, s výjimkou spojovacích přechodů s přilehlými plochami, jeden nebo několik poloměrů (R1, R3) zakřivení v rozmezí 2 až 60 mm.

2. Trubkový závitový spoj podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í m s e t í m**, že konvexně zaoblená plocha je vytvořená přes celou délku uvažované závitové části.

45 3. Trubkový závitový spoj podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í m s e t í m**, že konvexně zaoblená plocha vykazuje přes šířku této konvexně zaoblené plochy, s výjimkou spojovacích přechodů s přilehlými plochami, a přes celou délku závitové části, na které je vytvořená, stále stejné zakřivení.

50 4. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í m s e t í m**, že konvexně zaoblená plocha (125, 128, 325) závitu (21, 321) koresponduje s přímou plochou (26, 27, 326) spoluzabírajícího závitu (22, 322).

55 5. Trubkový závitový spoj podle nároku 4, **v y z n a ě u j í c í m s e t í m**, že zahrnuje pouze jednu konvexně zaoblenou plochu uspořádanou na pouze jedné ze dvou závitových částí.

6. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačujícím se tím**, že vnitřní a vnější závitové části jsou kuželovité se závity se vzájemným radiálním stykem s přesahem, a že konvexně zaoblenou plochou je vrchol (128) závitu
- 5
7. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačujícím se tím**, že konvexně zaoblenou plochou je bok (125, 323) závitu, a že jeden nebo druhý ze závitů, vnější závit (21) nebo vnitřní závit (22, 322), zahrnuje prostředky (31, 32, 332) pro zvýšení pružnosti konvexně zaobleného boku (125) nebo s ním korespondujícího boku (26, 324) spoluzabírající závitové části.
- 10
8. Trubkový závitový spoj podle nároku 7, **vyznačujícím se tím**, že prostředky pro zvýšení pružnosti konvexně zaobleného boku nebo s ním korespondujícího boku je drážka (31, 32, 332), vytvořená ve vrcholu (29, 28, 328) závitu přilehlého k pružnému boku.
- 15
9. Trubkový závitový spoj podle nároku 8, **vyznačujícím se tím**, že hloubka drážky je menší než nebo rovná výšce závitu, ve kterém je vytvořená.
- 20
10. Trubkový závitový spoj podle nároku 8 nebo 9, **vyznačujícím se tím**, že šířka rozevření drážky, měřená na střední výšce, je menší než nebo rovná $2/3$ šířky závitu, ve kterém je vytvořená.
- 25
11. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 8 až 10, **vyznačujícím se tím**, že dno drážky je zaoblené s poloměrem (R2) 0,2 mm nebo větším.
- 30
12. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 8 až 11, **vyznačujícím se tím**, že úhel (A), označovaný jako "úhel konvexně zaobleného boku", svíraný mezi tečnou (39, 339) ke konvexně zaoblenému boku, vedenou střední výškou uvedeného konvexně zaobleného boku, a normálou k ose závitového spoje se liší od úhlu (B), označovaného jako "úhel korespondujícího boku", svíraného mezi tečnou (26, 326) ke korespondujícímu konvexně zaoblenému boku, rovněž vedenou střední výškou uvedeného korespondujícího boku, a normálou k ose závitového spoje.
- 35
13. Trubkový závitový spoj podle nároku 12, **vyznačujícím se tím**, že úhel (A) konvexně zaobleného boku a úhel (B) korespondujícího boku jsou takové, že k prvnímu styku (O) mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem při spojování dochází na pružném boku blíže k vrcholu (29, 28, 328) závitu, ve kterém je vytvořená drážka.
- 40
14. Trubkový závitový spoj podle nároku 12 nebo 13, **vyznačujícím se tím**, že znaménko algebraické hodnoty rozdílu mezi úhlem (A) konvexně zaobleného boku a úhlem (B) korespondujícího boku je takové, že styčný bod mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem se během spojování posouvá směrem ke středu natáčení pružného boku.
- 45
15. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 12 až 14, **vyznačujícím se tím**, že hodnota rozdílu mezi úhlem (A) konvexně zaobleného boku a úhlem (B) korespondujícího boku je taková, že konečný styčný bod (O') mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem je umístěn vně čtvrtiny šířky pružného boku, na jeho konci blíže patě závitu.
- 50
16. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 12 až 15, **vyznačujícím se tím**, že absolutní hodnota rozdílu mezi úhlem (A) konvexně zaobleného boku a úhlem (B) korespondujícího boku se pohybuje v rozmezí 1 až 5° .
- 55
17. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 16, **vyznačujícím se tím**, že konvexně zaobleným bokem je zatěžovaný bok (323).

18. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 16, **vyznačujícím se tím**, že konvexně zaobleným bokem je zachycovací bok (125).

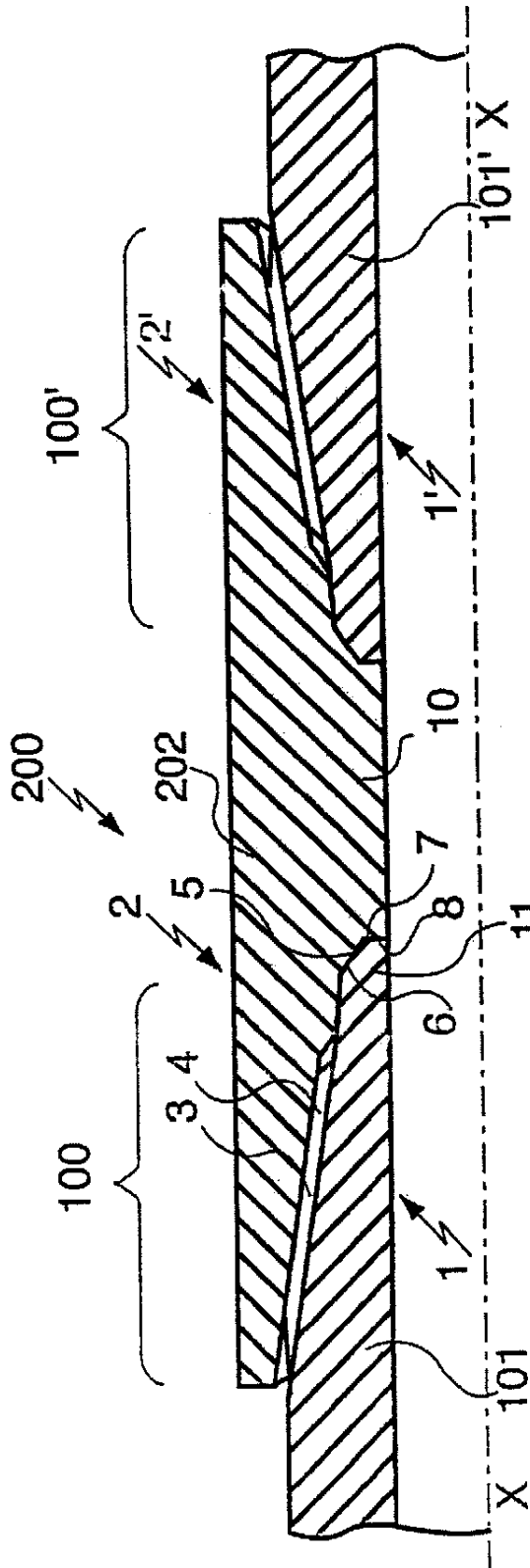
5 19. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 18, **vyznačujícím se tím**, že závitový spoj je typu zahrnovaného mezi spoje se závity s radiálním přesahem, se závity označovanými jako "robustní závity", se závity s axiálním přesahem, s klínovitými závity vykazujícími měnící se šířku.

10 20. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 19, **vyznačujícím se tím**, že každý vnitřní a vnější element zahrnuje alespoň jednu těsnicí plochu, a že se každá těsnicí plocha (5, 305) vnitřního elementu závitového spoje ve spojeném stavu nachází s korespondující těsnicí plochou (6, 306) vnějšího elementu v radiálním styku s přesahem.

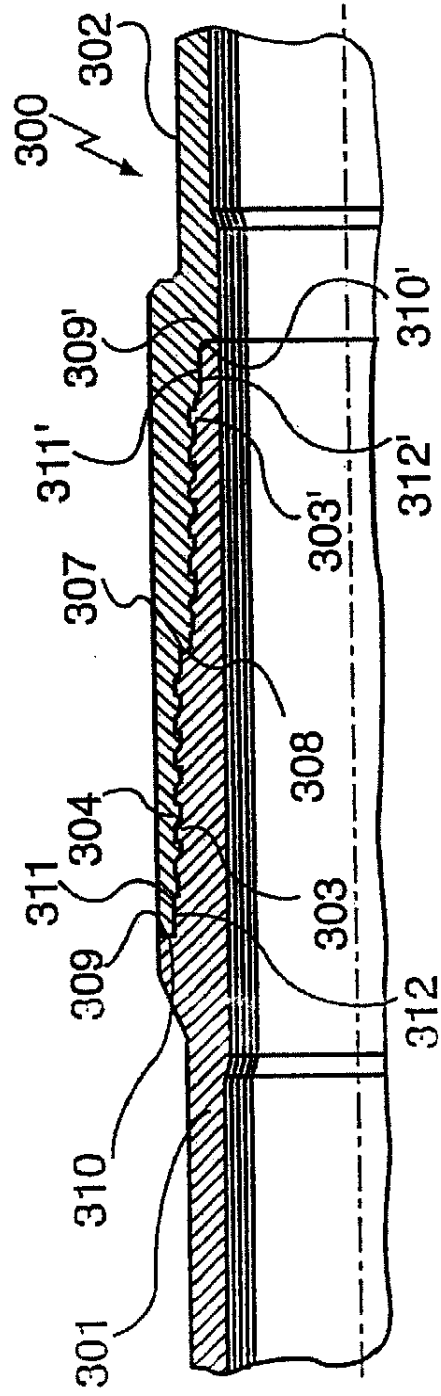
15 21. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 20, **vyznačujícím se tím**, že každý vnitřní a vnější element zahrnuje alespoň jednu příčnou prstencovou opěrnou plochu, a že alespoň jedna opěrná plocha (7, 307) vnitřního elementu závitového spoje ve spojeném stavu dosedá na opěrnou plochu (8, 308) vnějšího elementu.

20

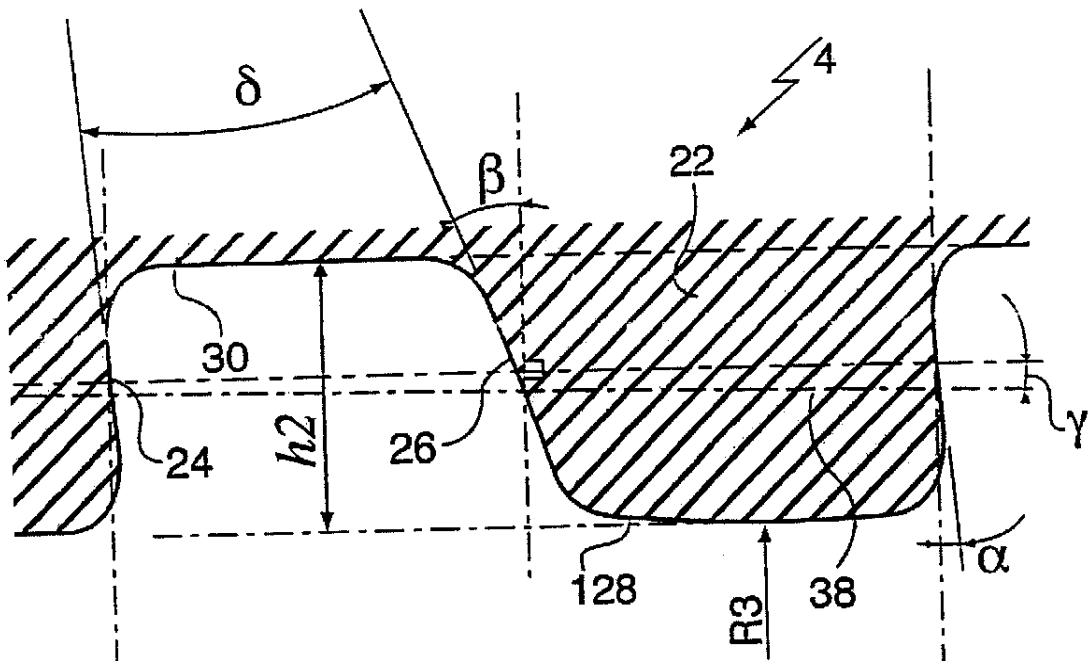
12 výkresů



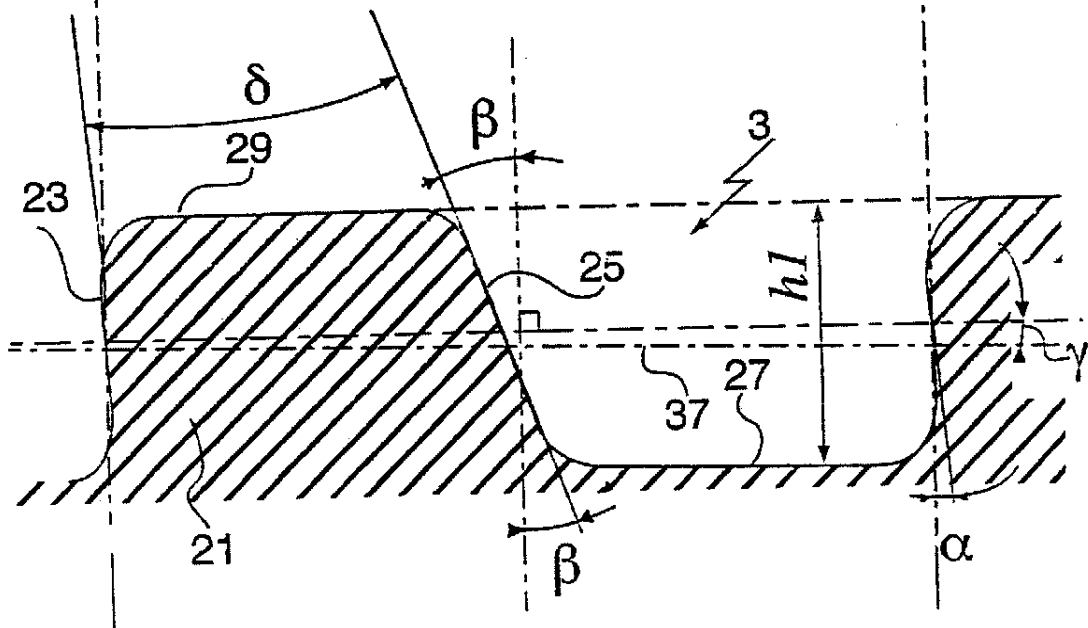
obr. 1



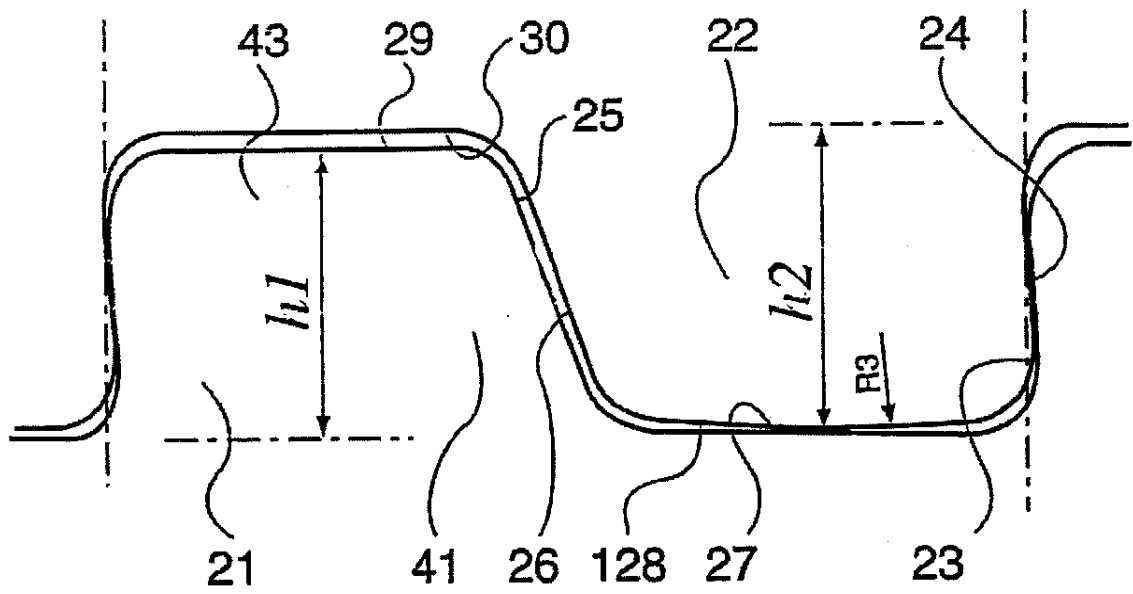
obr. 2



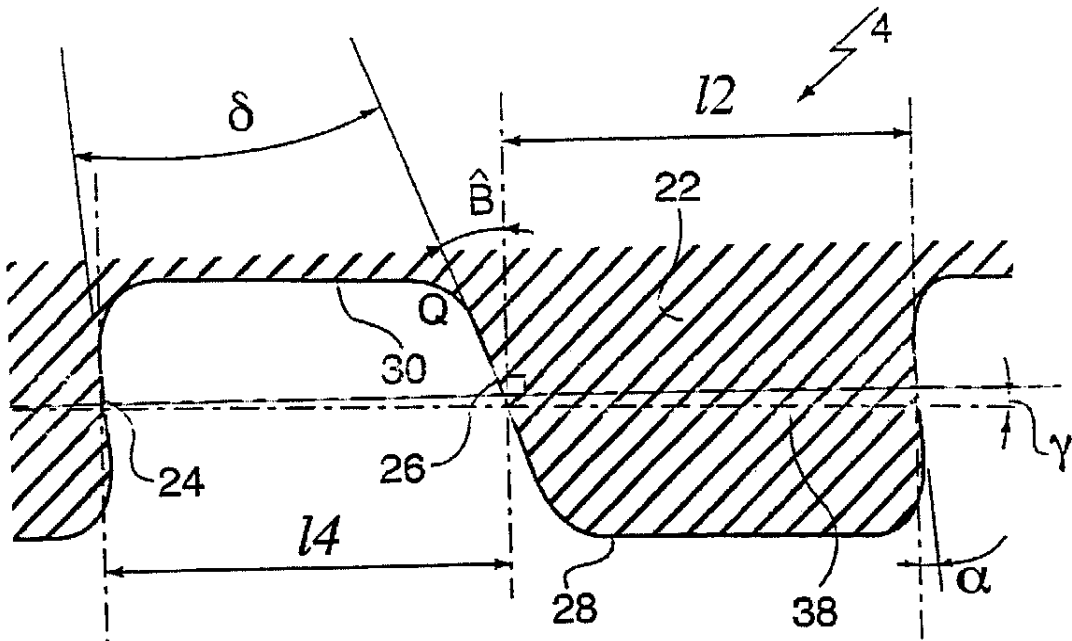
obr. 3a



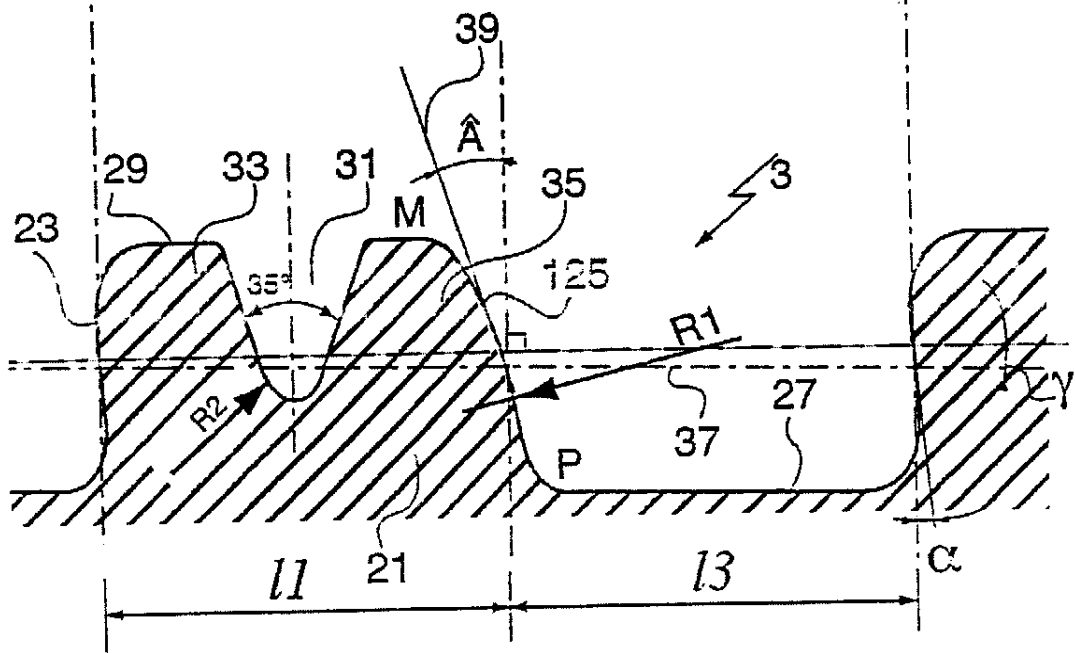
obr. 3b



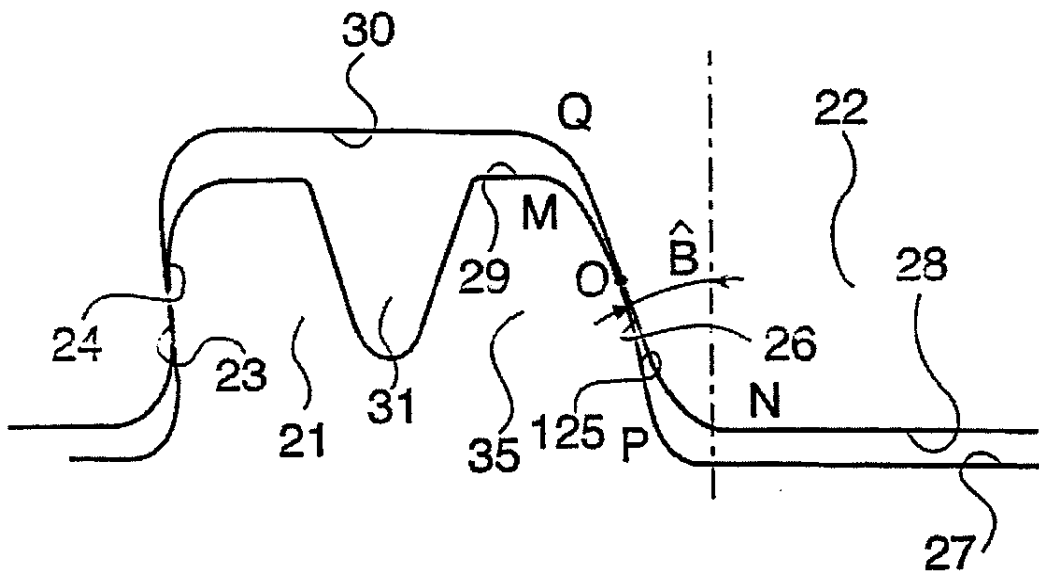
obr. 3c



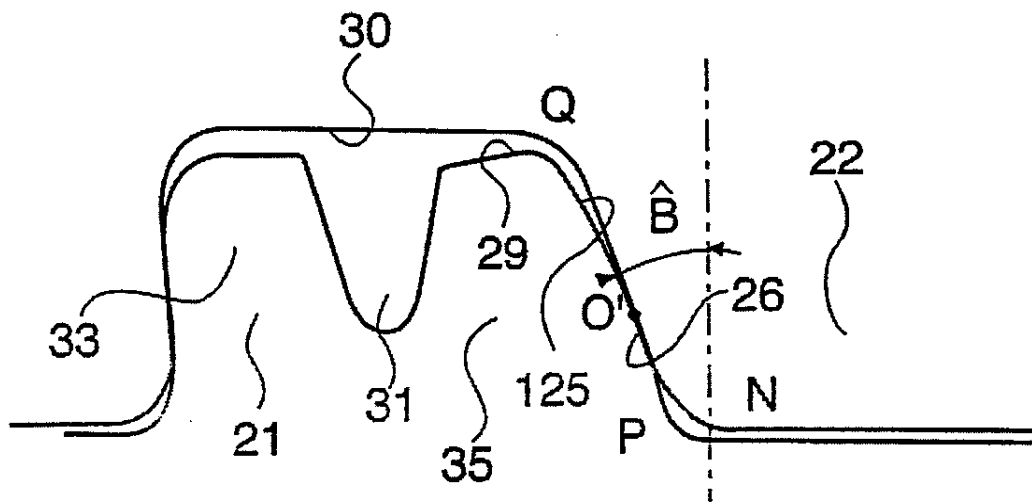
obr. 4a



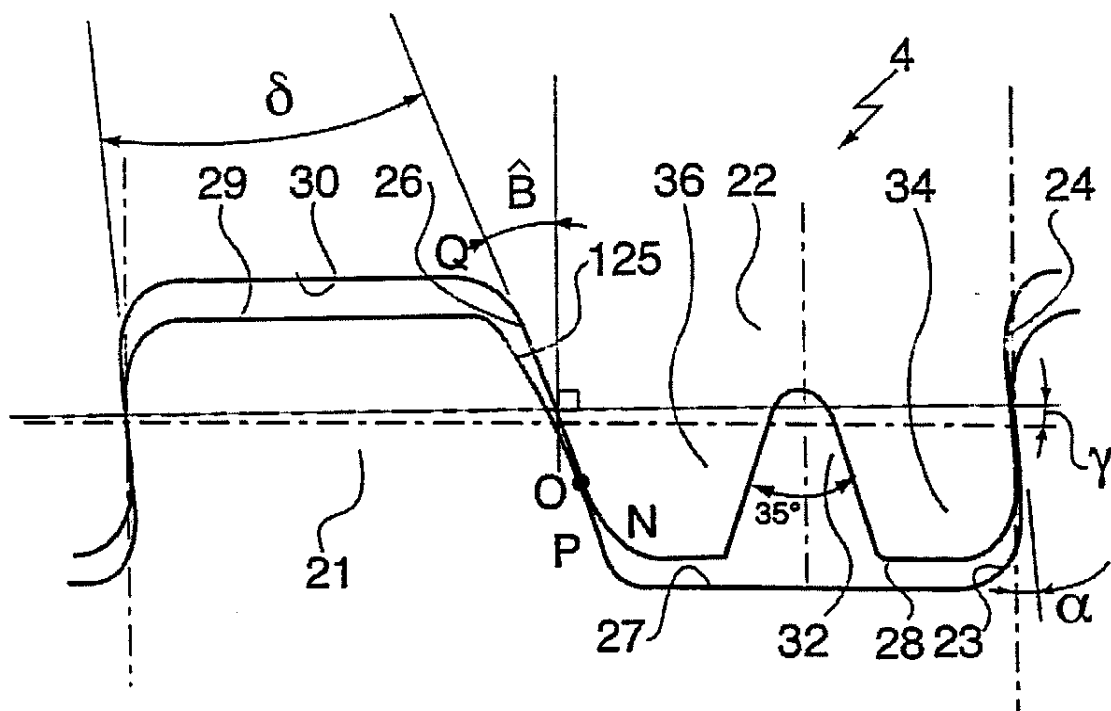
obr. 4b



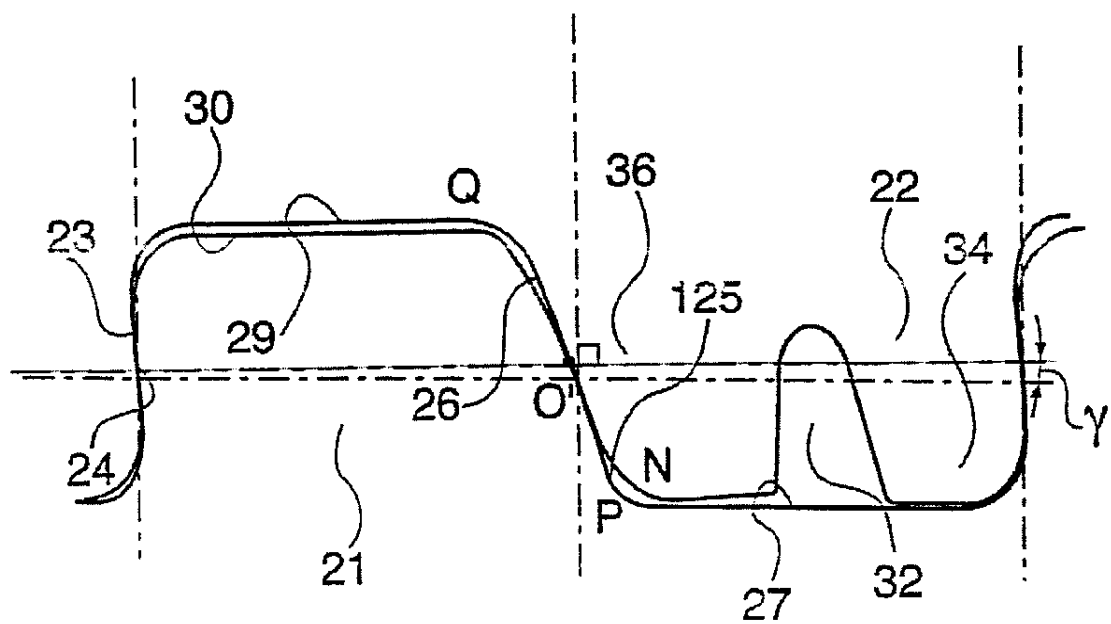
obr. 4c



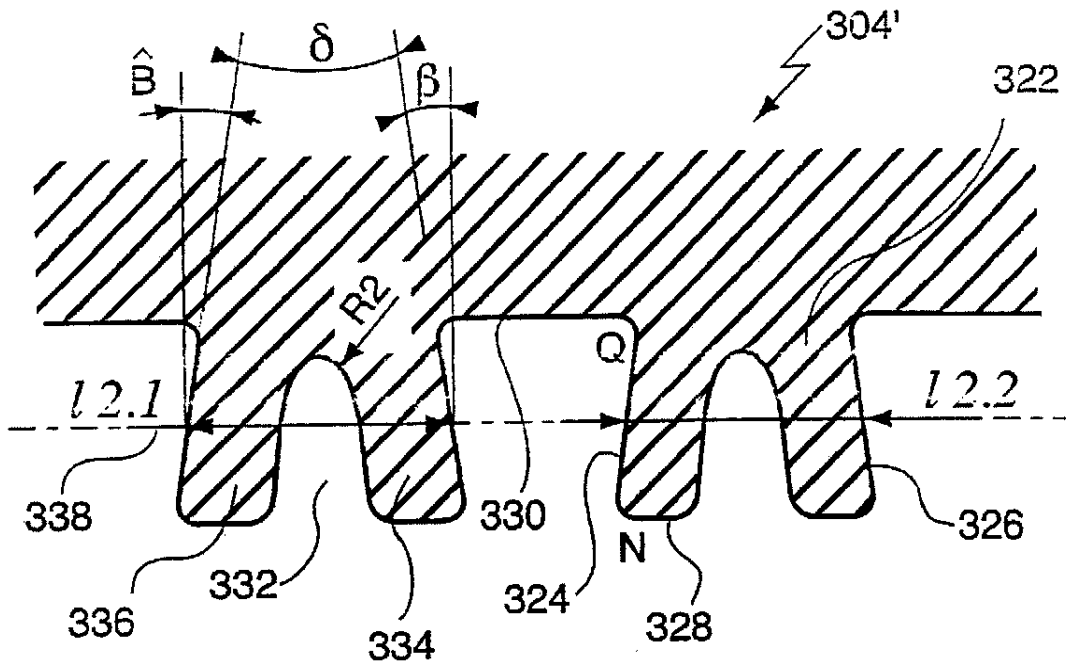
obr. 4d



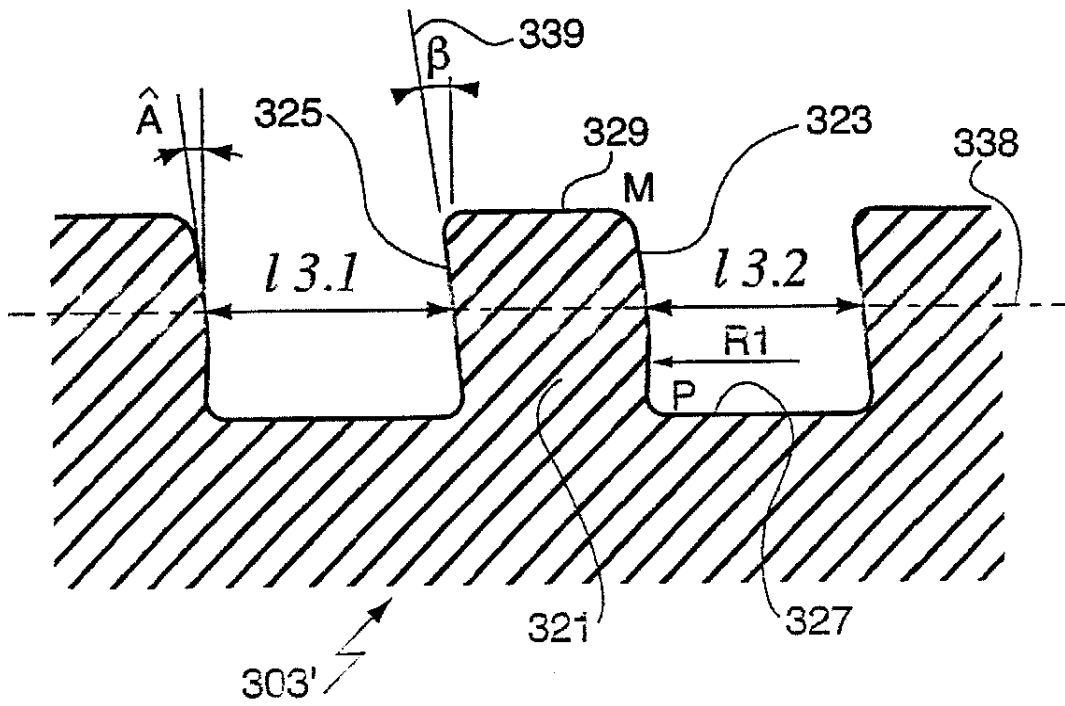
obr. 5c



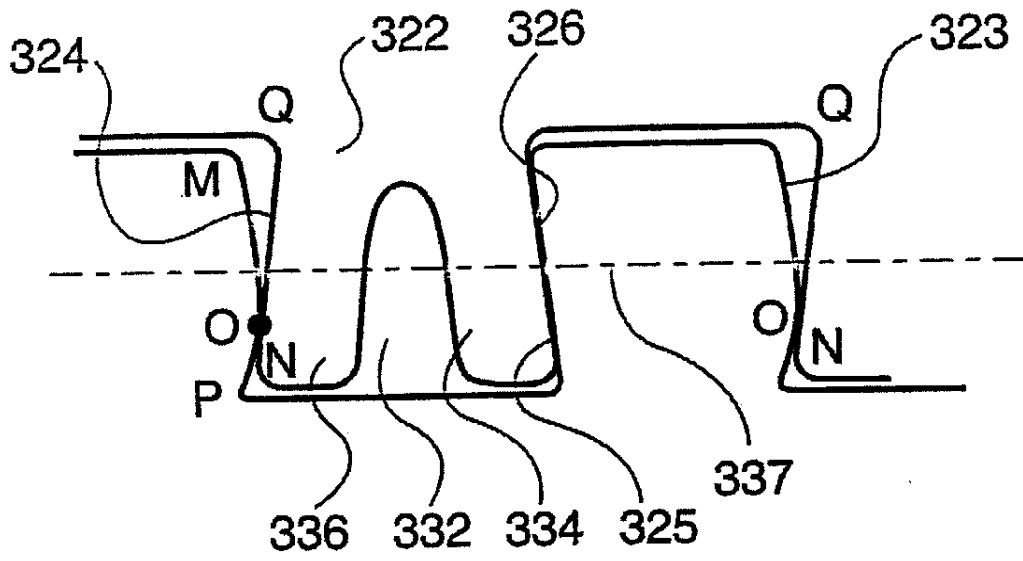
obr. 5d



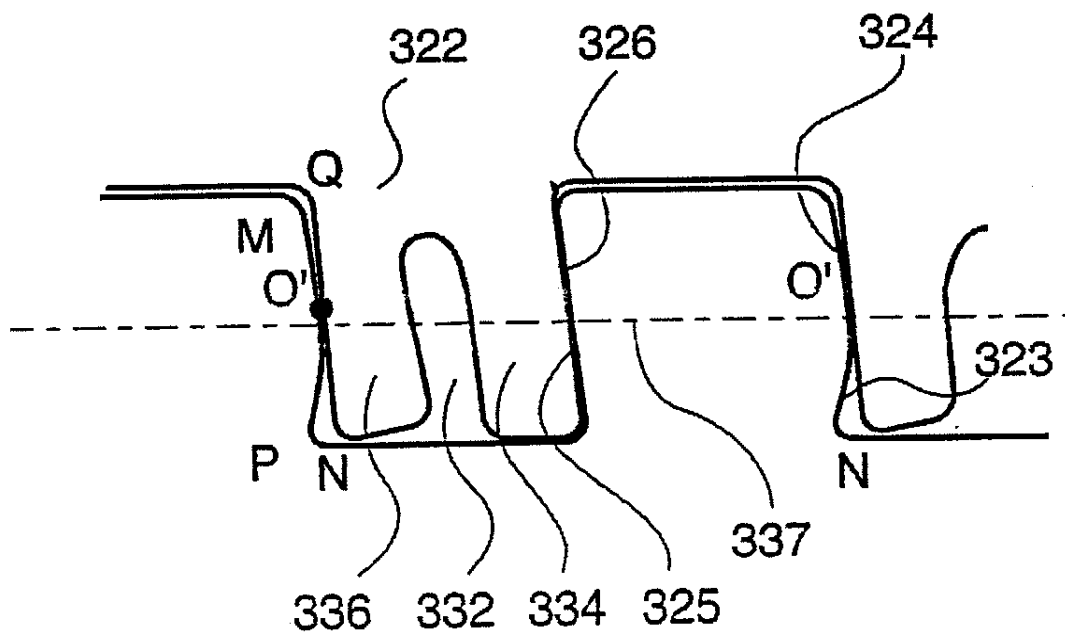
obr. 6a



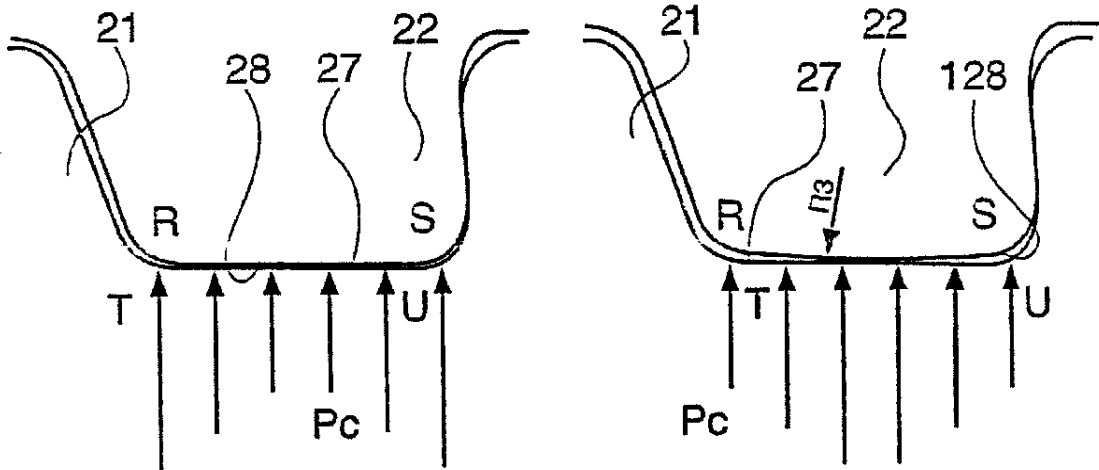
obr. 6b



obr. 6c

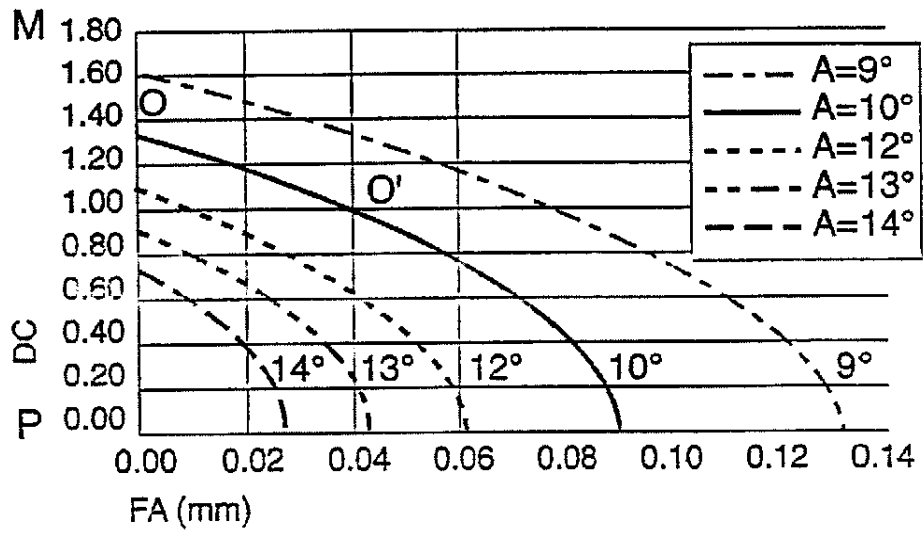


obr. 6d

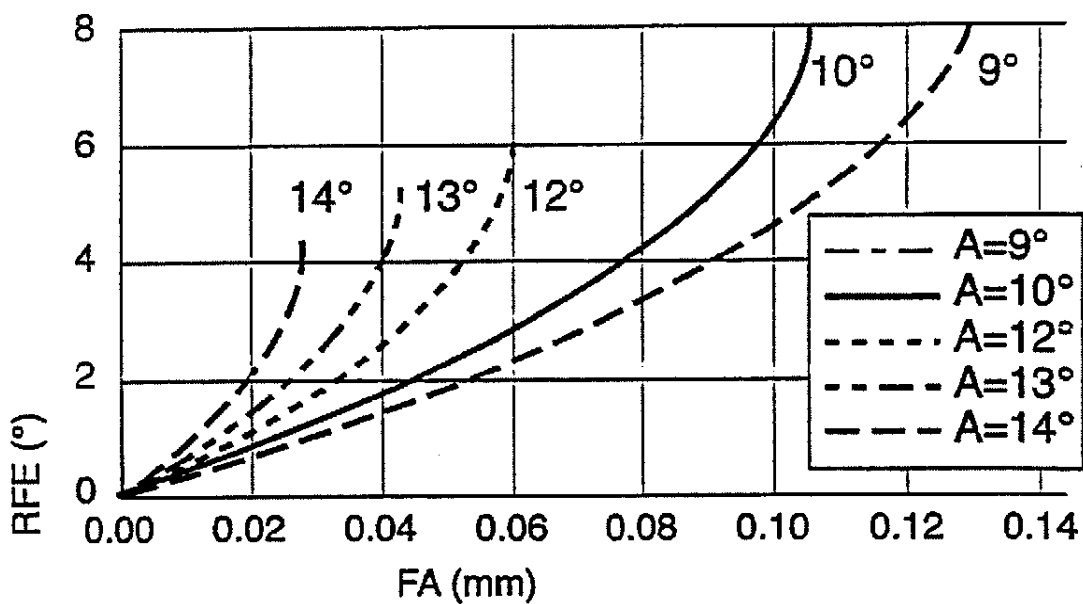


obr. 7a

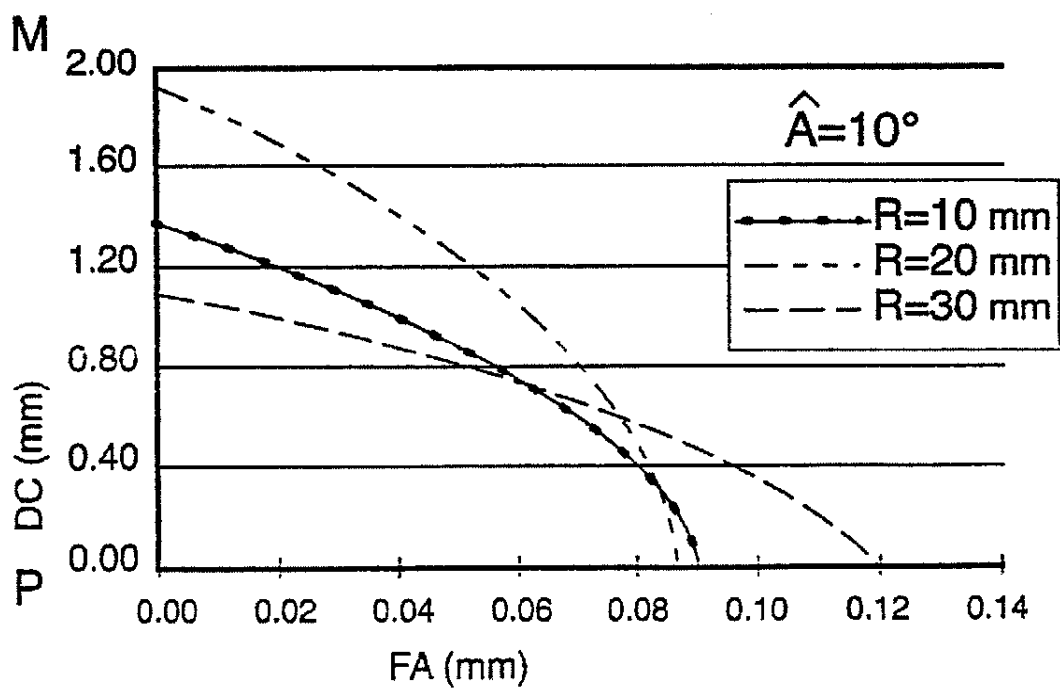
obr. 7b



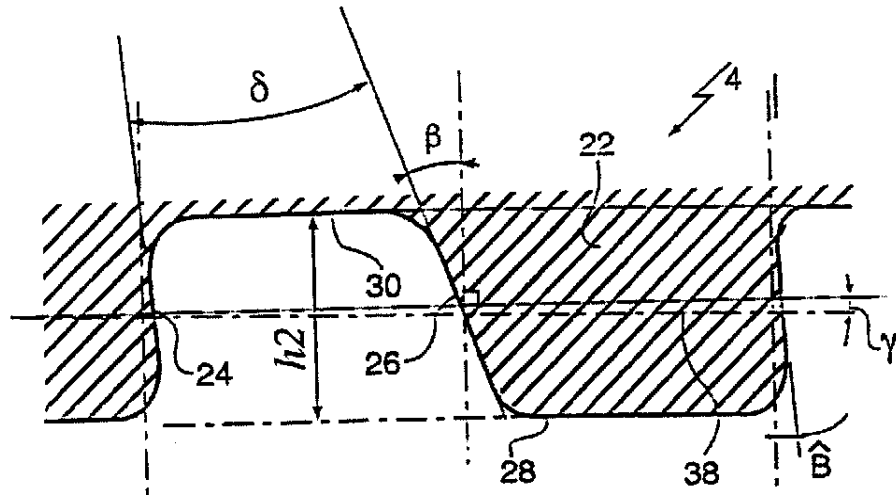
obr. 8



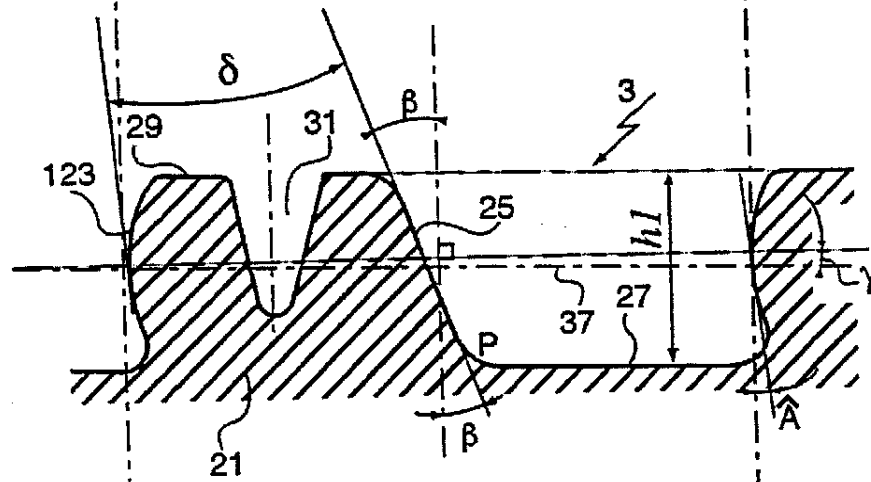
obr. 9



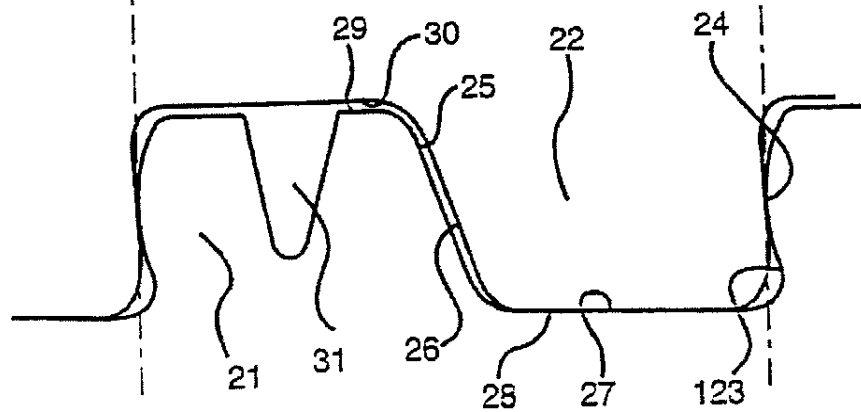
obr. 10



obr. 11a



obr. 11b



obr. 11c

Konec dokumentu