

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.02.2002**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **09.02.2001**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/0101793**
(33) Země priority: **FR**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.12.2003**
(Věstník č. 12/2003)
(86) PCT číslo: **PCT/FR02/00420**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO02/065012**

(21) Číslo dokumentu:

2003 - 2444

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 16 L 15/06

(71) Přihlašovatel:
VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS
FRANCE, Aulnoye-Aymeries, FR;
SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD., Osaka-shi,
JP;

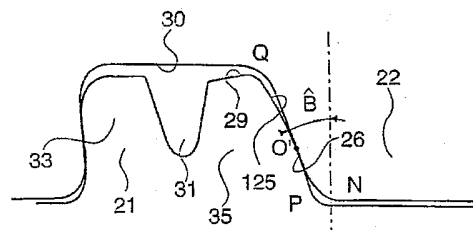
(72) Původce:
Noel Thierry, Sebourg, FR;
Roussie Gabriel, Mons en Baroeul, FR;
Varenne Emmanuel, Villefranche-sur-Saône, FR;

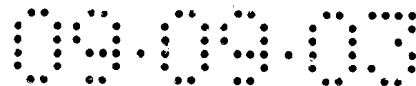
(74) Zástupce:
Všetečka Miloš Dr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Trubkový závitový spoj s lichoběžníkovými
závity s konvexně zaoblenou plochou**

(57) Anotace:

Trubkový závitový spoj zahrnuje dva elementy, vnitřní element (1) a vnější element (2), navzájem spojené závitem dotaženým daným kroutícím momentem, ve kterém, před jejich spojováním, alespoň jedna plocha (125) závitů, na kterou působí styčný tlak, vykazuje pravidelný konvexně zaoblený tvar. Má poloměr (R1) zakřivení v rozmezí 2 až 60 mm, a nachází se v bodovém styku s korespondující plochou (26) spoluzabírajícího elementu (1, 2). 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 vrcholu (29) závitů, pro zvýšení pružnosti buď konvexně zaobleného boku (125) nebo korespondujícího boku. Uvedená geometrie je způsobilá kompenzovat změny polohy styku mezi těmito boky.





2003-2444

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 opatřeny 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

09.09.03

bok, nacházející se na závitech na straně přivrácené směrem k volnému konci uvažovaného závitového elementu, zatěžovaný bok, nacházející se na opačné straně závitů, vrchol závitu s nenulovou šířkou a patu závitu 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 vrcholy a paty závitu 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 vrcholy a paty závitů, se v osovém příčném řezu, s výjimkou spojovacích přechodů mezi těmito plochami, kteréžto spojovací přechody obecně vykazují přechodový poloměr nebo zkosení, jeví jako přímé; z tohoto důvodu budou v dalším popisu takové plochy označovány jako "přímé".

Ve všech uvedených typech trubkových závitových spojů se po vzájemném 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.

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

Po spojení závitového spoje sešroubováním stanoveným spojovacím krouticím momentem bylo u ze stavu techniky

09.09.03

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.

K přetáčení závitového spoje 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.

Podstata vynálezu

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

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

Konkrétně řečeno, cílem předloženého vynálezu je zabránit zadírání závitových částí s axiálním přesahem nebo

09.09.03

s klínovitými závity, které jsou, jednotlivě, popsané 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.

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 spoje 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.

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

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.

09.09.03

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 délkou každého ze závitových úseků.

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.

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

Výrazem "šířka" plochy se ve zde uváděných souvislostech míní rozměrová velikost této plochy, nahlíženo v osovém příčném řezu. Výrazem "šířka" plochy se tudíž míní v podstatě axiální rozměrová velikost vrcholů nebo pat závitů a v podstatě radiální rozměrová velikost boků závitů.

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

09.09.03

závity); viz provedení popsaná dále.

Konvexně zaoblená plocha, definovaná shora, vytváří s korespondující plochou spoluzabírající závitové části styk, který se, v příčném 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.

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 poloměrů zakřivení ve styku se nacházejících dvou ploch a na elastických vlastnostech materiálů ve styku.

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.

S překvapením bylo zjištěno, že pro přetočení nebo uvolnění, v závislosti na směru působení krouticího momentu, závitového spoje 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

Je výhodné, jestliže je konvexně zaoblenou plochou zatěžovaný bok.

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

Ohyb boku závitu, kvalifikovaný v následujícím popisu jako pružnost, se s působením styčného tlaku během nebo na

konci spojování zvyšuje a umožňuje závitům přizpůsobovat se zejména rozdílům rozměrových velikostí vnějších a vnitřních závitů závitových částí, ve srovnání s jejich jmenovitou velikostí, bez vyvíjení nadměrného styčného tlaku.

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.

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.

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 $\frac{2}{3}$ šířky závitu, ve kterém je tato drážka vytvořená, přičemž uvedená šířka závitu se měří na střední výšce tohoto závitu.

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

V případě, kdy je prostředky pro snížení tuhosti boku závitu drážka, je výhodné, jestliže se úhel, označovaný jako "úhel konvexně zaobleného 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 opětovém spojování.

V tomto případě je velmi výhodné, jestliže jsou hodnoty úhlu konvexně zaobleného boku a úhlu korespondujícího boku takové, že k prvnímu styku mezi konvexně zaobleným bokem a korespondujícím bokem při spojování dochází na pružném boku blíže k vrcholu závitu, 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

závitu.

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

Hodnoty úhlu konvexně zaobleného boku závitu a úhlu korespondujícího boku závitu 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 spoje 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.

Přehled obrázků na výkresech

Trubkové závitové spoje podle předloženého vynálezu

budou blíže vysvětleny prostřednictvím příkladů jejich konkrétních a nárokovaný rozsah neomezujičích provedení a použití ve spojení s připojenými výkresy, ve kterých:

obr. 1 představuje závitový spoj se spojovacím kusem zahrnující 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.

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,

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 měnicí se šířkou, u kterého je zatěžovaný bok vnějších závitů konvexně zaoblený.

Každý z obr. 4 až 6 zahrnuje 4 dílčí obrázky, označené písmeny a až d, ve kterých představuje:

písm. a samotný vnitřní závit vnějšího elementu;

písm. b samotný vnější závit vnitřního elementu;

písm. c závity z obr. a a b během spojování v okamžiku, ve kterém korespondující plochy závitů vstupují do vzájemného styku; a

písm. D konečné spojení závitů z obr. A a B.

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

- obr. 7b se týká styku mezi přímou patou a konvexně zaobleným vrcholem závitů 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.
- obr. 9 představuje grafické znázornění natáčení 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.
- obr. 11 představuje několik závitů dalšího provedení závitového spoje podle vynálezu typu znázorněného na obr. 2 s kuželovitými závitovými elementy s lichoběžníkovými závity.

Příklady provedení vynálezu

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 několik metrů dlouhé, například trubky dlouhé cca 10 metrů.

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

Uvedené trubky mohou být z důvodu přizpůsobení se různým provozním 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.

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.

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'.

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'.

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

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.

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.

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

Tento závitem 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.

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 styku kov/kov za působení styčného tlaku. Dosedací plochy 5, 6 takto tvoří těsnicí plochy, které závitovému spoji poskytují těsnost vůči působení vnitřního nebo vnějšího tlaku tekutiny a řadě mechanických napětí (axiální tah, axiální stlačování, ohyb, krut, a podobně).

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 znázorněný na obr. 2; tento typ závitového spoje 300, využívající pouze jediný závitový spoj, se označuje jako integrální.

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

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, kterýžto volný konec tvoří příčnou prstencovou plochu 309'.

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

Na opačné straně vnitřního elementu je vnější závitový úsek 303 prodloužený závitem 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.

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.

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.

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.

Dosedací plochy 311, 311' vnitřního elementu se, prostřednictvím styku kov/kov za působení vysokého styčného tlaku, nacházejí s příslušnými dosedacími plochami 312, 312' vnějšího elementu v radiálním styku s přesahem, což ve svém důsledku umožňuje zajistit utěsnění závitového spoje vůči vně nebo uvnitř trubek se nacházejících tekutin.

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.

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.

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.

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

Na obr. 3b jsou znázorněné vnější závity 21 tohoto typu závitového spoje, které, v osovém příčném řezu, vykazují obvyklý lichoběžníkový profil zahrnující zatěžovaný bok 23,

zachycovací bok 25, vrchol 29 závitů a patu 27 závitů. Výška závitů je h₁ a jeho šířka na střední výšce je 2,5 mm (s 5 závitů na palec (25,4 mm)).

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

Vrcholy 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 uspořádané 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 .

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.

Vnitřní závity jsou znázorněné na obr. 3a.

Tyto závity vykazují v podstatě lichoběžníkový profil a jsou přizpůsobené pro spojování s vnějšími závity 21. Jejich

výška h2 je o něco větší než výška h1 vnějších závitů 21 a jejich šířka na střední výšce závitu je 2,5 mm (s 5 závity na palec (25,4 mm)).

Vrcholy 128 a paty 30 vnitřních závitů jsou tečné k nebo uspořádané 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 přerušování.

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 krouticím momentem dochází k příslušnému styku, vzhledem ke geometrii závitů ($h1 > h2$), 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 O, 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 $\underline{P_c}$ slouží pro představu o hodnotách velikosti lokálního styčného tlaku, který působí v jednotlivých bodech vzájemného styku; z uvedeného může být seznatelné, že hodnoty styčného tlaku $\underline{P_c}$ 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 krouticím momentem $\underline{T}_f$ je možné u závitového spoje podle stavu techniky, vzhledem k existenci zachyceného maziva v oblasti styku, dále pokračovat ve šroubování krouticím momentem $\underline{T}_s$, jehož hodnota je o něco vyšší než krouticí moment $\underline{T}_f$. 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 těsnicích 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 krouticího momentu. Je proto nevyhnutelně nutné zajistit, aby takové otáčení nevedlo k nežádoucí netěsnosti při provozním chodu.

Podobně se pro uvolnění závitového spoje musí uplatnit krouticí moment $\underline{T}_b$, působící ve směru opačném vzhledem ke směru působení krouticího momentu $\underline{T}_f$, kterýžto krouticí moment je však, bohužel, v případě závitového spoje podle stavu techniky v absolutní hodnotě shodný se spojovacím krouticím momentem $\underline{T}_f$.

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 styku se nacházející patou 27 vnějšího závitu vytvořením středového maximálního styčného tlaku.

Za tohoto stavu se pro přetočení nebo uvolnění

závitového spoje musí vynaložit krouticí moment $\underline{T}$, který je, v absolutní hodnotě, podstatně vyšší než krouticí moment $\underline{T}_f$.

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:

- 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);
- kuželovitost závitu = 6,25 % ($\gamma = 1,79^\circ$).

Hodnoty uvolňovacího krouticího momentu $\underline{T}_b$ pro uvolnění až na krouticí moment $\underline{T}_f$ byly měřeny pro 4 různé závitové spoje při různých úrovních spojovacích krouticích momentů.

V 11 provedených zkušebních testech závitových spojů spojováním a uvolňováním byl zjištěný vzájemný rozdíl absolutních hodnot krouticích momentů $\underline{T}_f$ a $\underline{T}_b$ v rozmezí 3 % až 14 %, s průměrem 7,5 %.

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 redukci 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.

Volba příliš velkého poloměru R3 zakřivení 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.

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.

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 zde 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 závitové části měřená na střední výšce, což vyvolává axiální styčné uložení dvou boků závitu jedné závitové části s korespondujícími boky spoluzabírající závitové části bez vůle, a naopak.

Na obr.4b je znázorněno, v osovém příčném řezu, několik

vnějších závitů 21 s v podstatě lichoběžníkovým profilem, který zahrnuje zatěžovaný bok 23, zachycovací bok 25, vrchol 29 závitu a patu 27 závitu.

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 závitového spoje.

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

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.

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 závitového spoje je mírně negativní a rovný -3° .

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 závitů, svírá s normálou k ose závitového spoje úhel **A**.

Šířka závitů měřená na střední výšce závitů je **11**, zatímco **13** představuje vzdálenost mezi jednotlivými závitů měřenou na střední výšce závitů: součet (**11** + **13**) je pak rozteč závitů.

Na obr. 4 je znázorněno několik lichoběžníkových závitů vnitřního závitů **22**, jejichž tvar je přizpůsobený tvaru vnějšího závitů **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:

- zatěžovaný bok **24**, který přesahuje patu **30** závitů a svírá s normálou k ose závitového spoje úhel **α**, kterýžto úhel **α** je shodný s úhlem sklonu zatěžovaného boku vnějšího závitů;
- zachycovací bok **26**, který svírá s normálou k ose závitového spoje úhel **B**, kterýžto úhel **B** je o něco větší než úhel **A** z obr. 4B;
- vrchol **28** závitů, uspořádaný na kuželovité ploše

s polovičním vrcholovým úhlem γ , který se shoduje s polovičním vrcholovým úhlem korespondující kuželovité plochy vnitřní závitové 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, která 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 znázorněná 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, 26 jsou ve vzájemném styku v bodě O, který se nachází na oblouku MP v poloze blíže k bodu M než k bodu P na boku 125 vnějšího závitů a současně blíže k bodu O než k bodu N na boku 26 vnitřního závitů. Příslušný styk se tedy uskutečňuje v poloze na straně boku vnějšího závitů blíže k jeho vrcholu, ve kterém je vytvořená drážka 31.

Poloha styku posunutá směrem k bodu M je výsledkem skutečnosti, že úhel A tečny 39 ke konvexně zaoblenému boku 125 vnějšího závitů vedené střední výškou závitů je menší než konstantní úhel B přímého boku 26 vnitřního závitů, přičemž styčný bod O 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 znázorněná 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 vyvíjení, 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 difference ve vzájemném polohování vnitřního závitového elementu a vnějšího závitového elementu, přičemž zejména způsobuje difference v radiálním styčném uložení v rovině těsnicích dosedacích ploch **5**, **6** a tím nepřijatelné riziko netěsnosti při provozním chodu.

Drážka **31**, která je vytvořená ve vrcholu **29** závitu 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 závitu **21**: existence drážky **31** tudíž poskytuje mnohem pružnější strukturu vnějšího závitu **21** a redukuje tuhost zachycovacího boku **125**.

Deformování dvou úseků **33**, **35** profilu vnějšího závitu je přímo úměrné velikosti styčného tlaku a dané tím, ze kterého materiálu je pružná oblast vnějšího závitu **21** vytvořená; vnitřní závit **22** plného profilu se při prvním přiblížení boků závitů považuje za tuhý a tuhost pružné

části představované úsekem 35 profilu závitu mezi drážkou 31 a pružným zachycovacím bokem je určená geometrií tohoto úseku 35 závitu a pružností materiálu, například oceli, ze kterého je tento úsek vytvořený.

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

Zakřivení zachycovacího boku vnějšího závitu 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 závitu je v podstatě umístěný v bodě P nacházejícím se na patě pružného zachycovacího boku 125 závitu.

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

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

Výchozí styčný bod O se ve směru k bodu P na oblouku MP

posunul do bodu O'.

Takové posunutí OO' je příznivé, protože ve svém důsledku znamená, že jeden a týž bod na zachycovacích bocích není během spojování podrobovaný 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 vytvořená 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® (č. 940 katalogu VAM® 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 mezí 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 závitu 1,8 mm; šířka závitu 3,5 mm;

- úhel α = -3° ; úhel $\underline{B}$ (úhel sklonu zachycovacího boku vnitřního závitu) = 13° ; úhel $\underline{\delta}$ = 10° ;
- úhel $\underline{A}$ (úhel sklonu zachycovacího boku vnějšího závitu měřený na střední výšce) mezi 9° a 14° ;
- poloměr $\underline{R1}$ 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 $\underline{R2}$ dna drážky 0,4 mm;
- střed dna drážky umístěný 2,3 mm od zatěžovaného boku.

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

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

Z uvedeného vyplývá, že v případě, kdy je úhel $\underline{A}$ menší než úhel $\underline{B}$, je výchozí styčný bod $\underline{O}$ umístěný v polovině šířky oblouku $\underline{MP}$ na straně vzdálenější vzhledem ke středu $\underline{P}$ 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 vnitřního a vnějšího 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 bod O' zajišťuje, že maximální působící napětí je v nejhorším 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 konstantní úhel 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 O na v podstatě polovině šířky MP vzdálenější vzhledem k bodu P.

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 případě 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 znázorněn na obr. 7.

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. 4, rozlišovací geometrické charakteristiky: vnitřní závitový element je obvyklého typu s vnějším závitem s přímými plochami, zatímco vnější závitový element vykazuje vnitřní závit s konvexně 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 byl uvolňovací krouticí moment T_b pro jeden závitový spoj zvýšený na 130 % a pro druhý na 123 % spojovacího krouticího momentu T_f.

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 boku, není však opatřený drážkou.

Drážka 32 je ale opatřená na vnitřním závitu 22 a umožňuje během spojování, za stavu při styku s přesahem, ohýbání přímého zachycovacího boku 26 vnitřního závitu, korespondujícího s konvexně 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 O na polovině šířky pružného zachycovacího boku 26 blíže k vrcholu 28 vnitřního

závitu, ve kterém je vytvořená drážka 32. Toto provedení ale také umožňuje posunutí 00' styčného bodu směrem ke středu Q natáčení.

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

Na obr. 6 je znázorněná aplikace závitů opatřeného drážkou a závitů 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, kteréžto závitové části s klínovitými závity jsou známe především z patentového dokumentu US Re 30647.

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 závitů rovnoběžný s osou závitového spoje;
- patu 327 závitů, také přímkou 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.

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

Tyto závity vykazují konstantní rozteč a mění se šířku tak, že se šířka závitů, vycházejíce 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 znázorněný na obr. 6a.

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.

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.

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.

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 vytvořená ve vrcholu 328 závitu.

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

Při spojování závitových úseků 303', 304' dohromady vnikají nejdříve závity menší šířky do širších mezer mezi závity s určitou vůlí, kterážto vůle se během spojování zmenšuje, dokud nedosáhne, 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.

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

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

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 závitu 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.

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

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

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

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 závity klínového typu s měnicí se šířkou, popsané v dokumentu WO 94/29627. Takovou úpravu jsou osoby obeznámené se stavem techniky schopné na základě shora uvedených indicií snadno provést.

Nárokovaný rozsah předloženého vynálezu zahrnuje také další trubkové závitové spoje.

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 závitu.

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

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.

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

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

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 závity, stejně jako na obr. 3a a 3b, tak, že po spojení 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.

Vnitřní závity 22 vykazují plný profil, zatímco vnější závity 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.

Zakřivení zatěžovaného boku 123 vnějšího závitu umožňuje, kromě účinků na pevnost závitového spoje během přetáčení nebo uvolňování, velmi výhodně, v případě, kdy je konvexně zaoblenou plochou zachycovací bok závitu, ovládat, shora popsaným způsobem, šířku a polohu styku mezi zatěžovanými boky 123, 24 závitů (viz obr. 4 a 5).

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 označovanými 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

09.09.03

částí zahrnují zatěžovaný bok nebo zachycovací bok nebo konvexně zaoblený zatěžovaný a zachycovací bok.

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

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_f) tak, že se alespoň jedna plocha vnějšího závitu (21, 321) nachází ve styku s korespondující plochou vnitřního závitu (22, 322) se styčným tlakem, **vyznačující se tím**, že, před 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 svojí šířku, s výjimkou spojovacích přechodů s přilehlými plochami, jeden nebo několik poloměrů (R_1 , R_3) zakřivení v rozmezí 2 až 60 mm.

2. Trubkový závitový spoj podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že konvexně zaoblená plocha je vytvořená přes celou délku uvažované závitové části.

3. Trubkový závitový spoj podle nároku 1 nebo 2,

09.09.03

vyznačující se tím, 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.

4. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že konvexně zaoblená plocha (125, 128, 325) závitu (21, 321) koresponduje s přímou plochou (26, 27, 326) spoluzabírajícího závitu (22, 322).

5. Trubkový závitový spoj podle nároku 4, **vyznačující se tím**, 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, **vyznačující 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.

7. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující 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.

8. Trubkový závitový spoj podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že prostředky pro zvýšení

09.09.03

pružnosti konvexně zaobleného boku nebo s ním korespondujícího boku je drážka (31, 32, 332), vytvořená ve vrcholu (29, 28, 328) závitů přilehlého k pružnému boku.

9. Trubkový závitový spoj podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že hloubka drážky je menší než nebo rovná výšce závitů, ve kterém je vytvořená.

10. Trubkový závitový spoj podle nároku 8 nebo 9, **vyznačující se tím**, že šířka rozevření drážky, měřená na střední výšce, je menší než nebo rovná $\frac{2}{3}$ šířky závitů, ve kterém je vytvořená.

11. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 8 až 10, **vyznačující se tím**, že dno drážky je zaoblené s poloměrem (R2) 0,2 mm nebo větším.

12. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 8 až 11, **vyznačující 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.

13. Trubkový závitový spoj podle nároku 12, **vyznačující 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

09.09.03

blíže k vrcholu (29, 28, 328) závitů, ve kterém je vytvořena drážka.

14. Trubkový závitový spoj podle nároku 12 nebo 13, **vyznačující 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.

15. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 12 až 14, **vyznačující 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 závitů.

16. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 12 až 15, **vyznačující se tím**, že absolutní hodnota rozdílu mezi úhlem (A) konvexně zaobleného boku a úhlem (B) korespondujícího boku se pohybuje v rozmezí 1° až 5° .

17. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 16, **vyznačující se tím**, že konvexně zaobleným bokem je zatěžovaný bok (323).

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

19. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 18, **vyznačující se tím**, že závitový spoj je typu

09.09.03

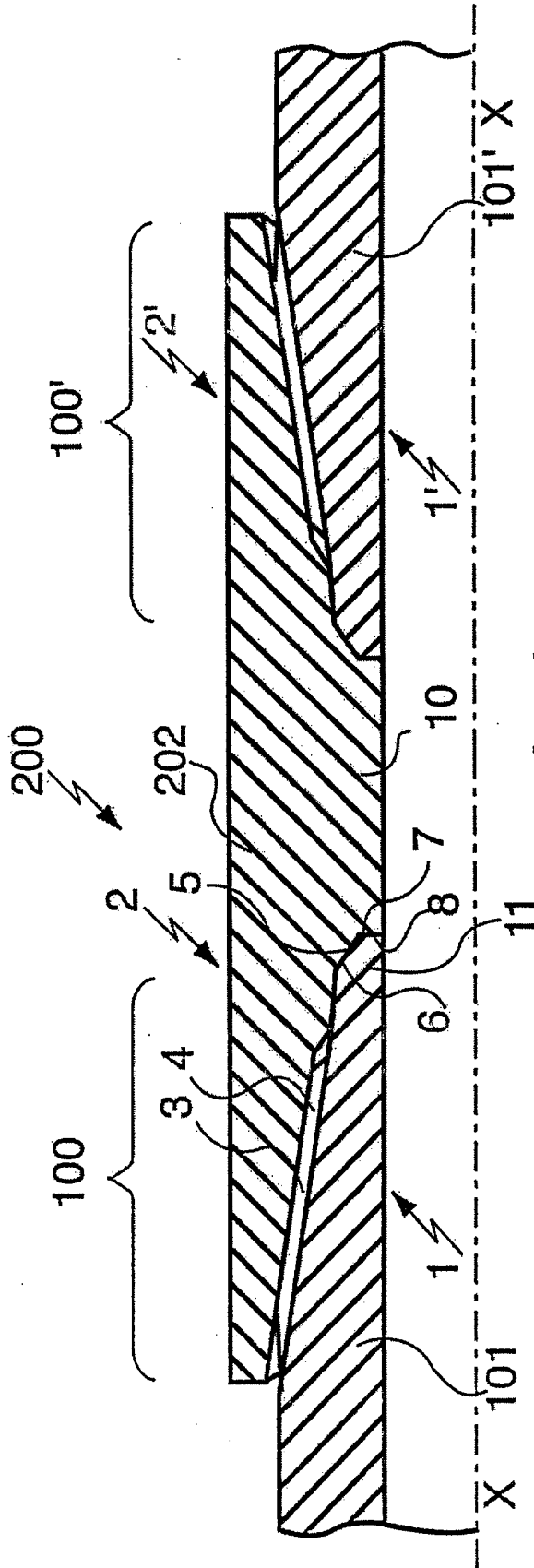
zahrnovaného mezi spoje se závity s radiálním přesahem, se závity označovanými jako "robustní závity", se závity s axiálním přesahem, s klínovitými závity vykazujícími měnící se šířku.

20. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 7 až 19, **vyznačující 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.

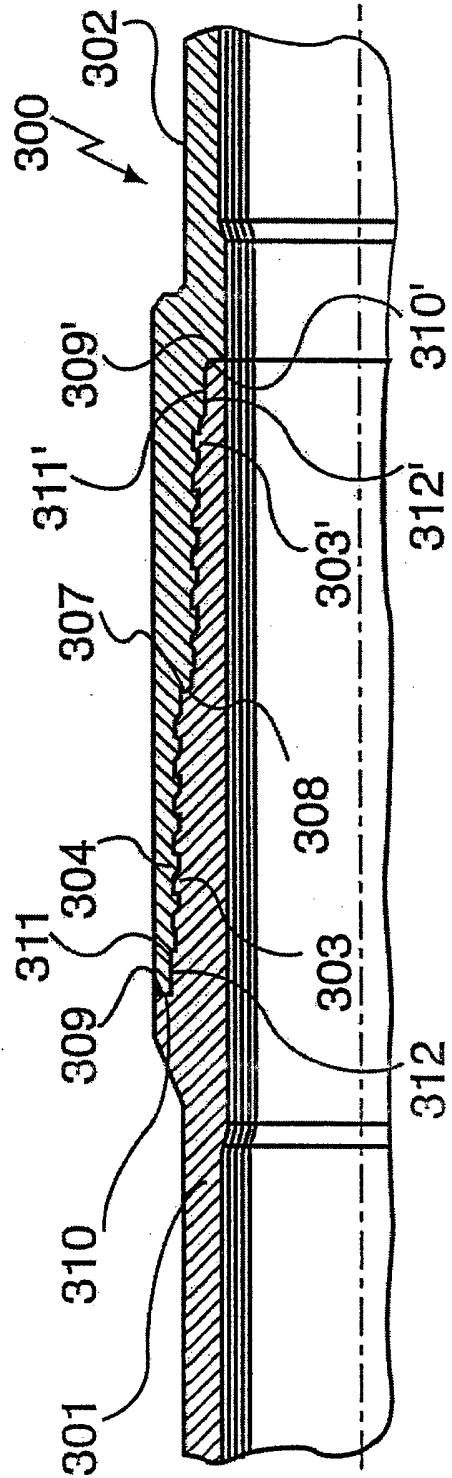
21. Trubkový závitový spoj podle některého z nároků 1 až 20, **vyznačující se tím**, že každý vnitřní a vnější element zahrnuje alespoň jednu příčnou prstencovou opěrnou plochu, a že alespoň jedna opěrná plocha (7, 307) vnitřního elementu závitového spoje ve spojeném stavu dosedá na opěrnou plochu (8,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

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.

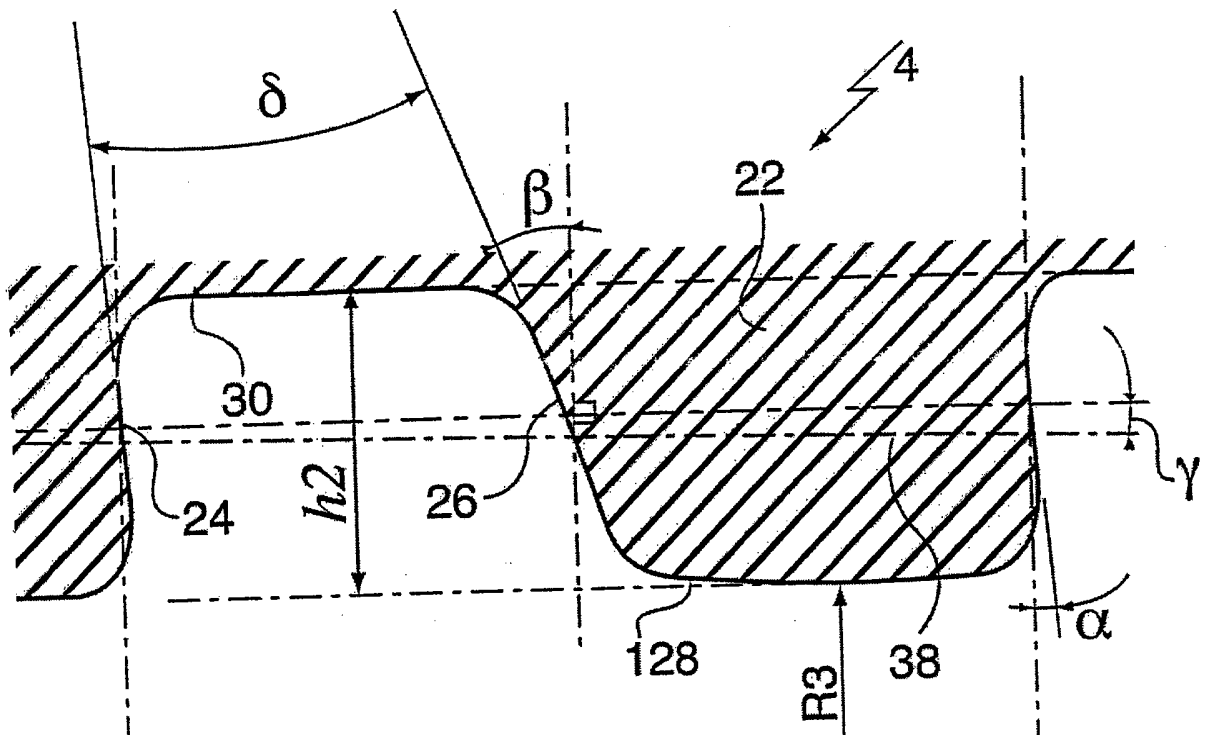


obr. 1

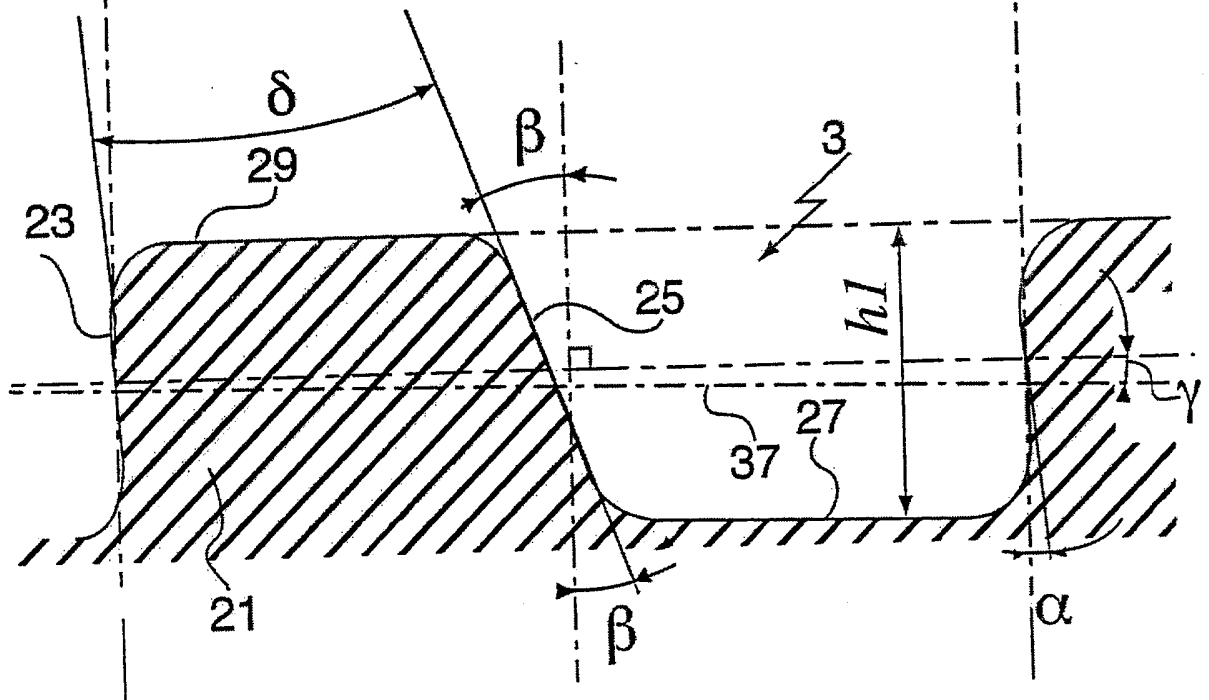


obr. 2

2/12



obr. 3a

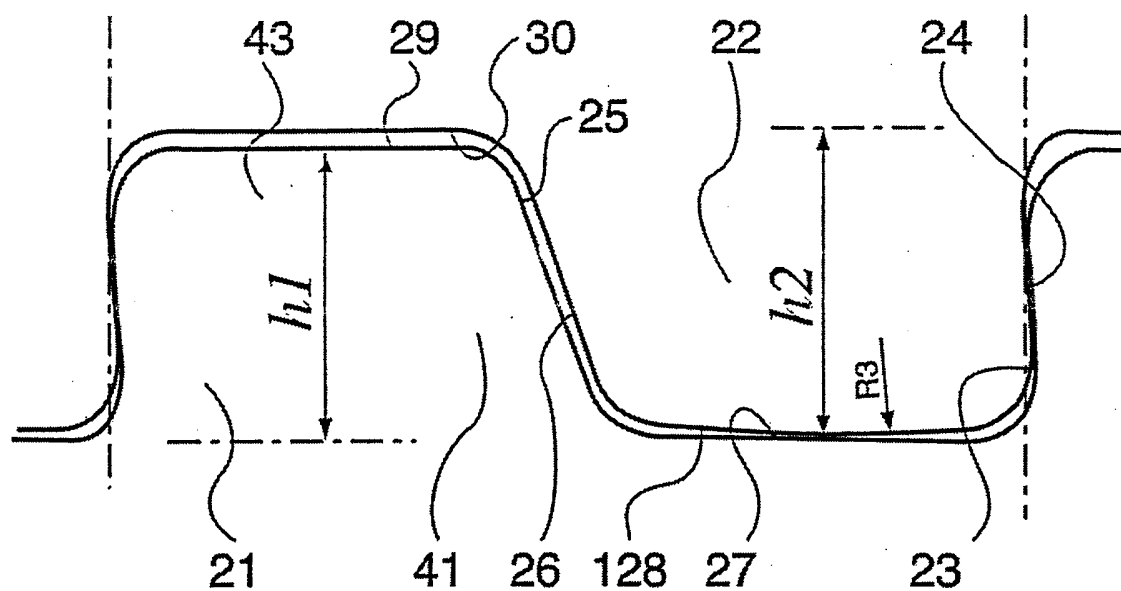


obr. 3b

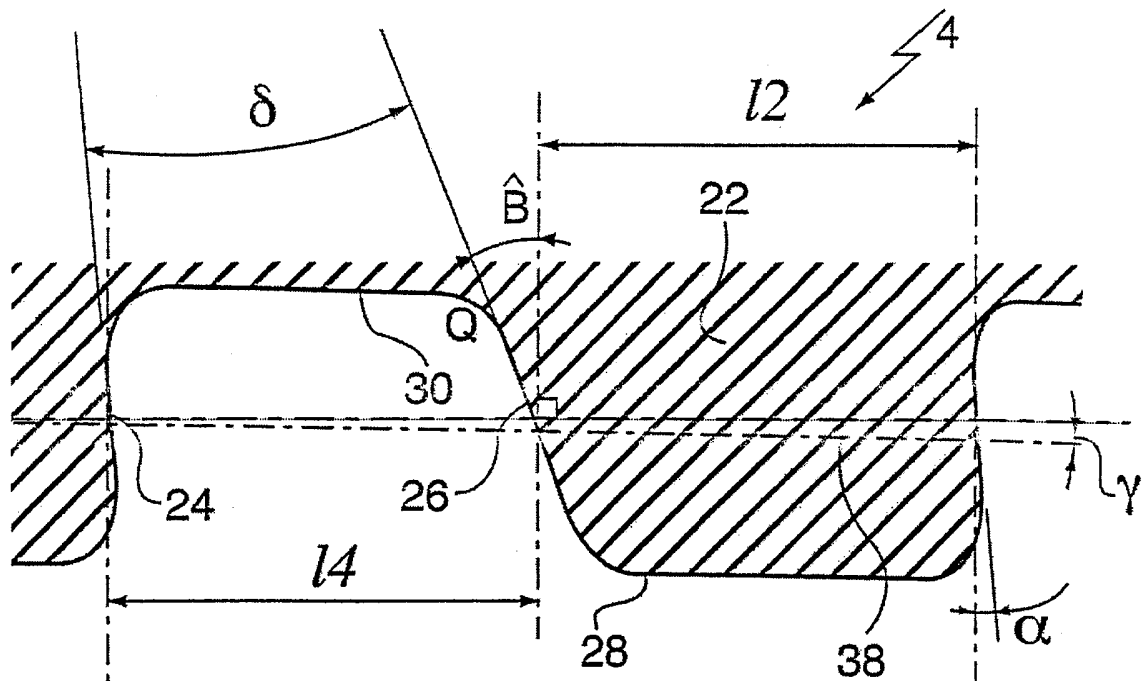
09.09.03

2003-2444

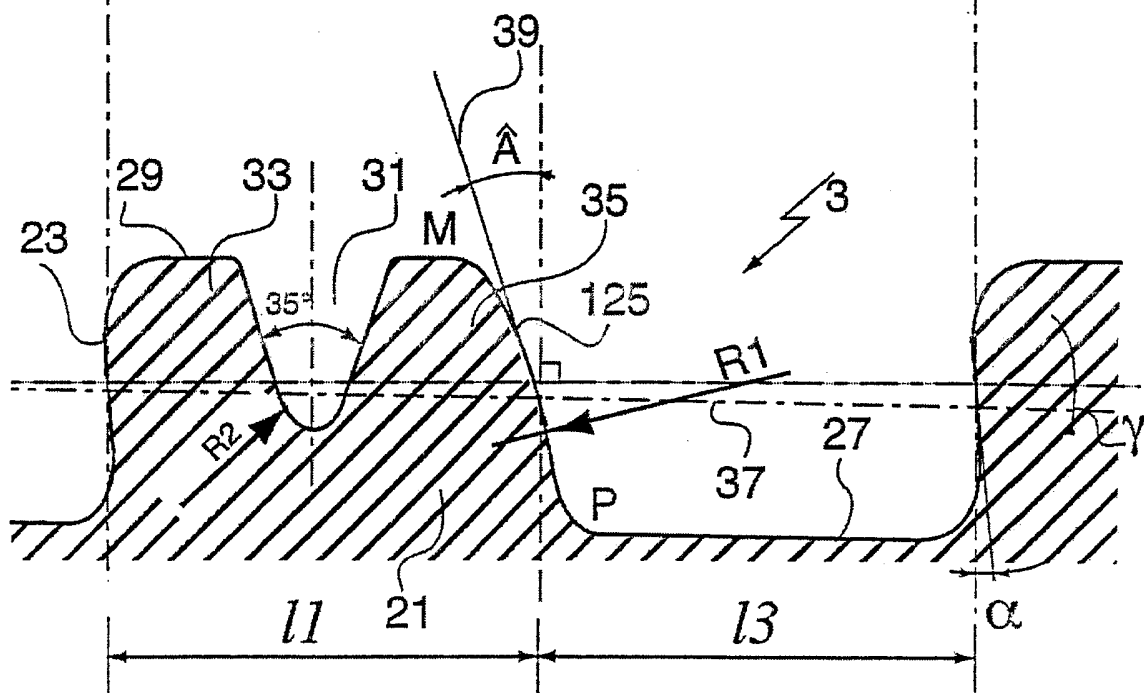
3/12



obr. 3c



obr. 4a

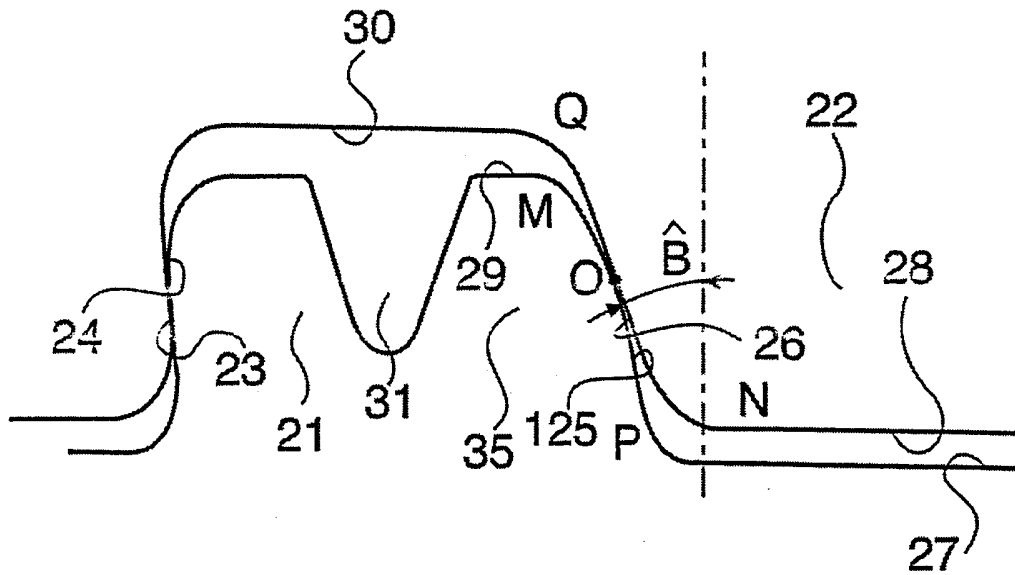


obr. 4b

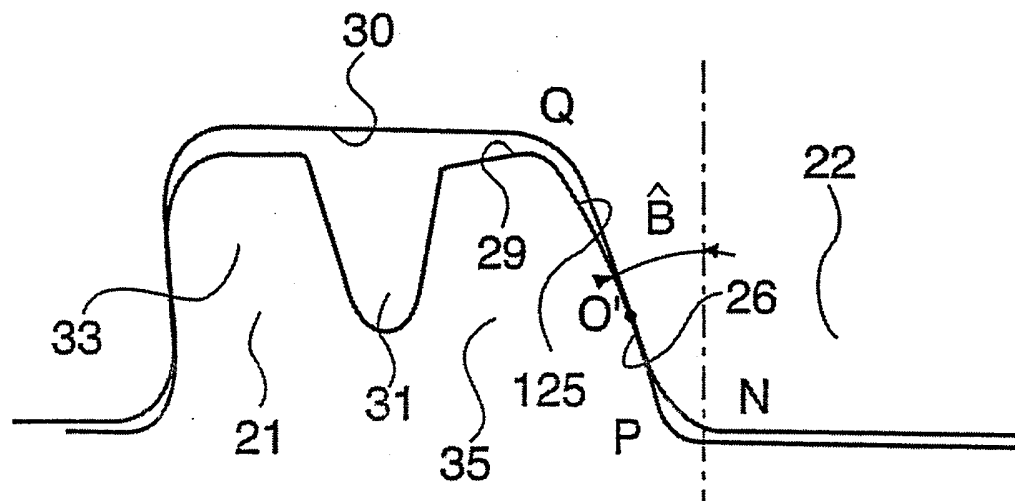
09.09.03

2003-2444

5/12



obr. 4c

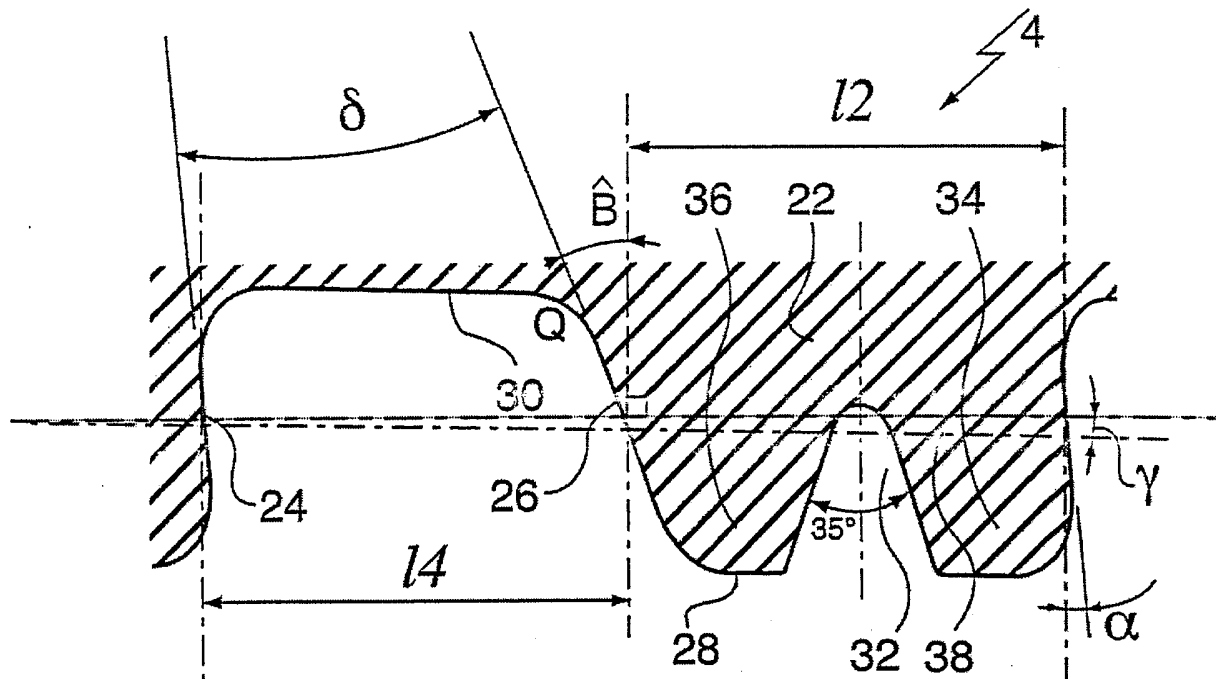


obr. 4d

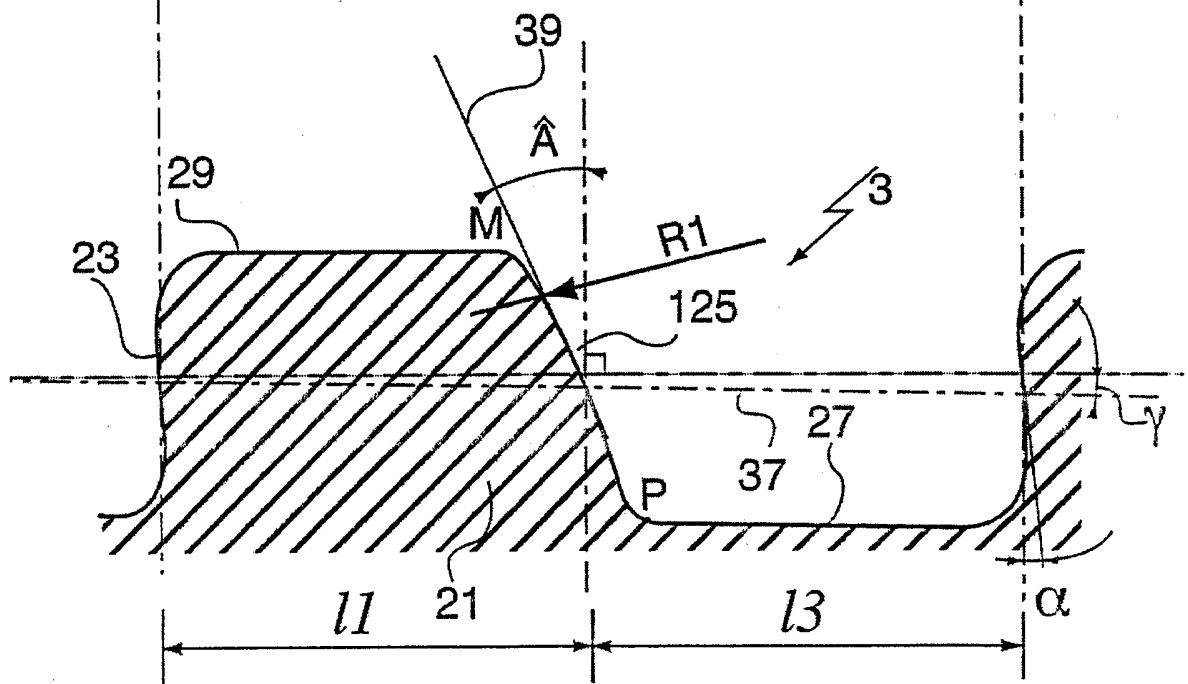
09.09.03

2003-2444

6/12



obr. 5a

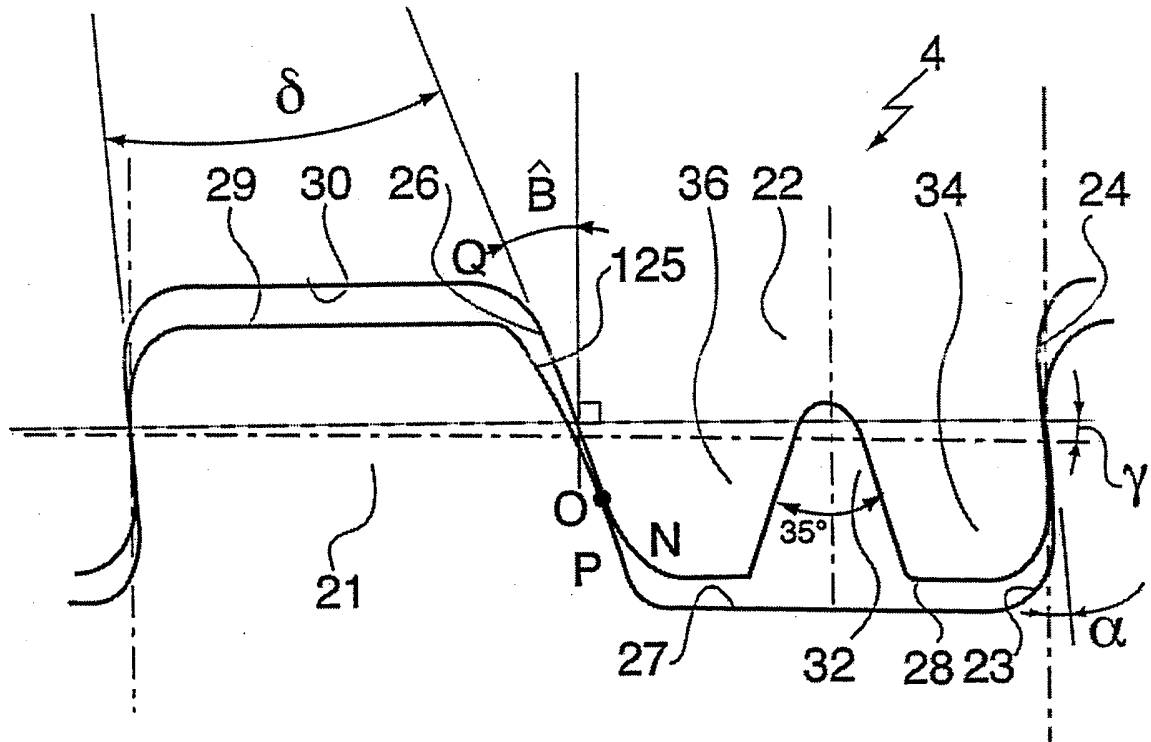


obr. 5b

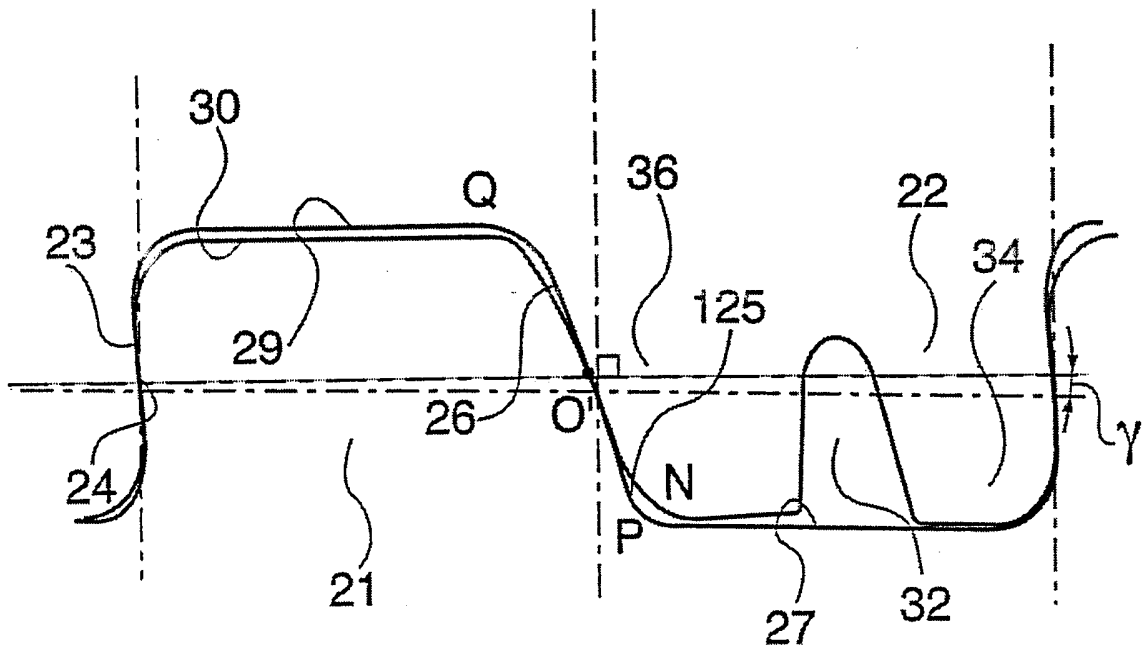
09.09.03

2003-2444

7/12

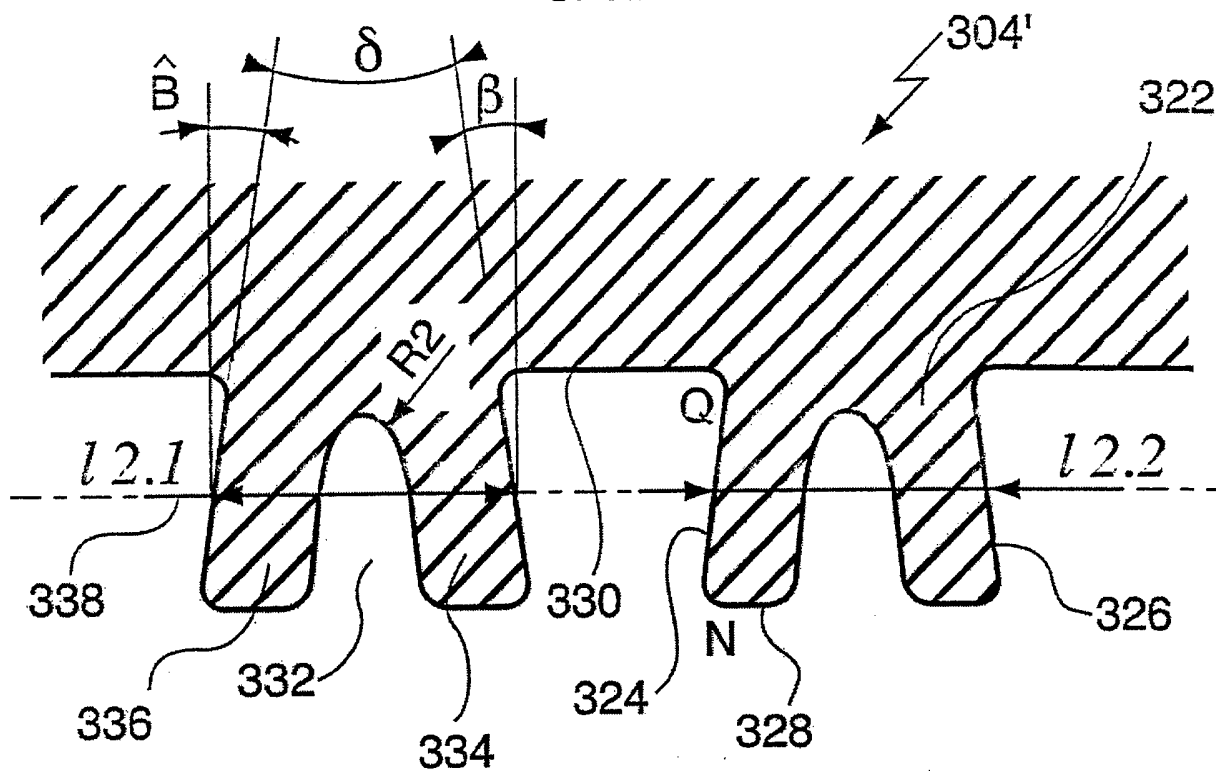


obr. 5c

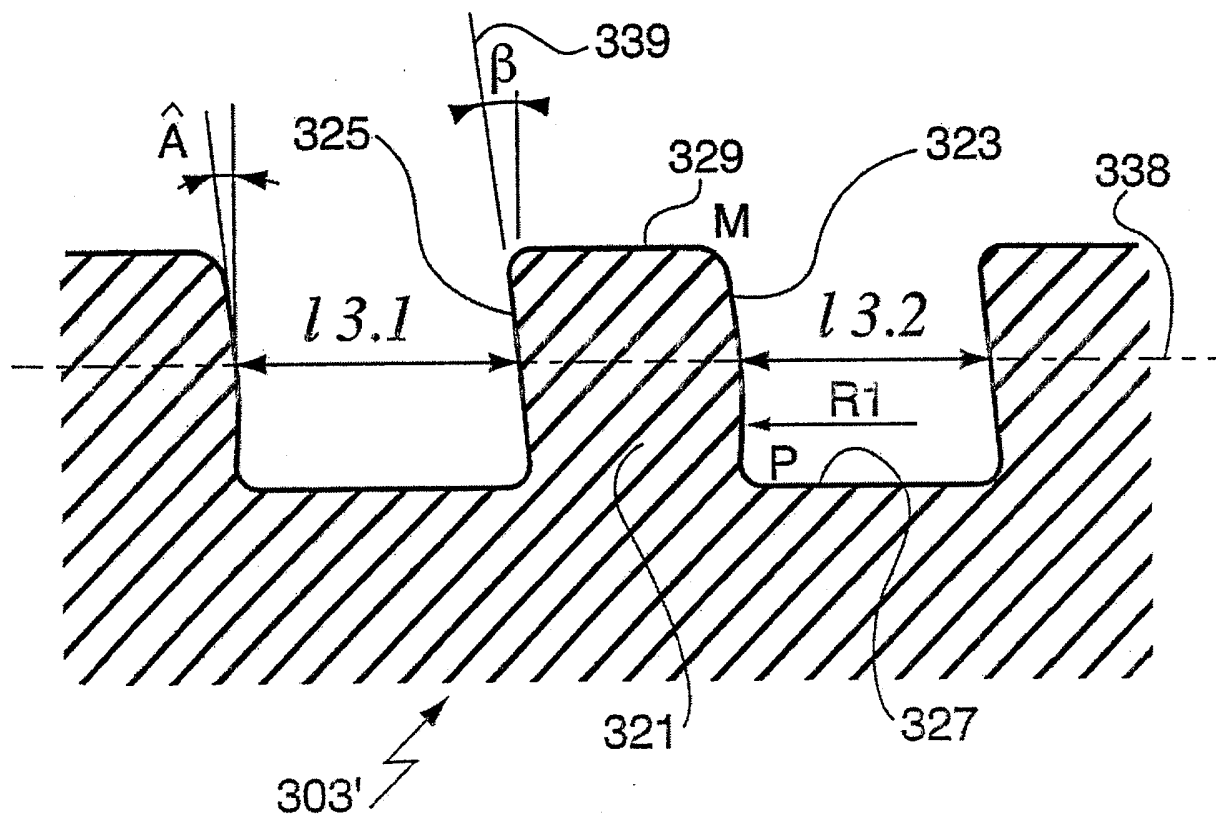


obr. 5d

8/12



obr. 6a

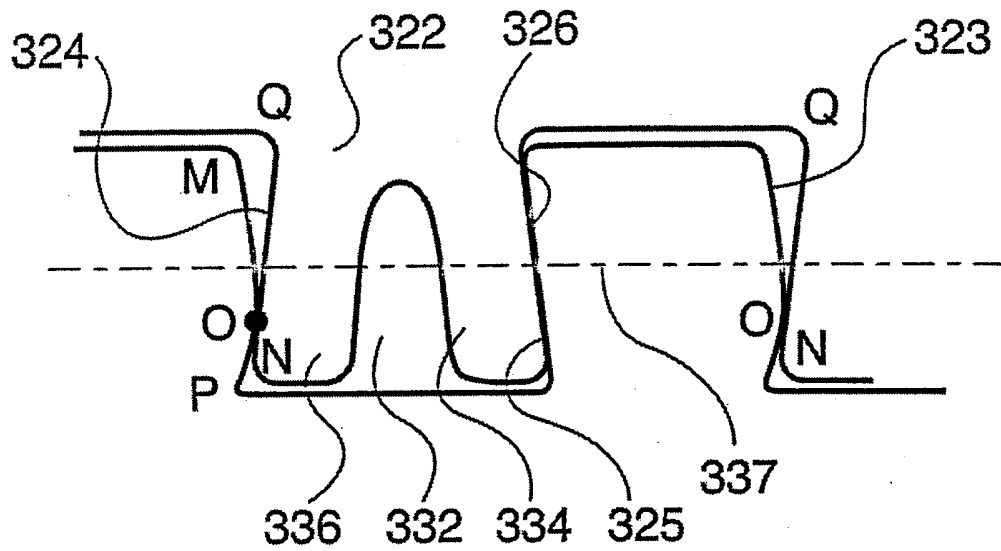


obr. 6b

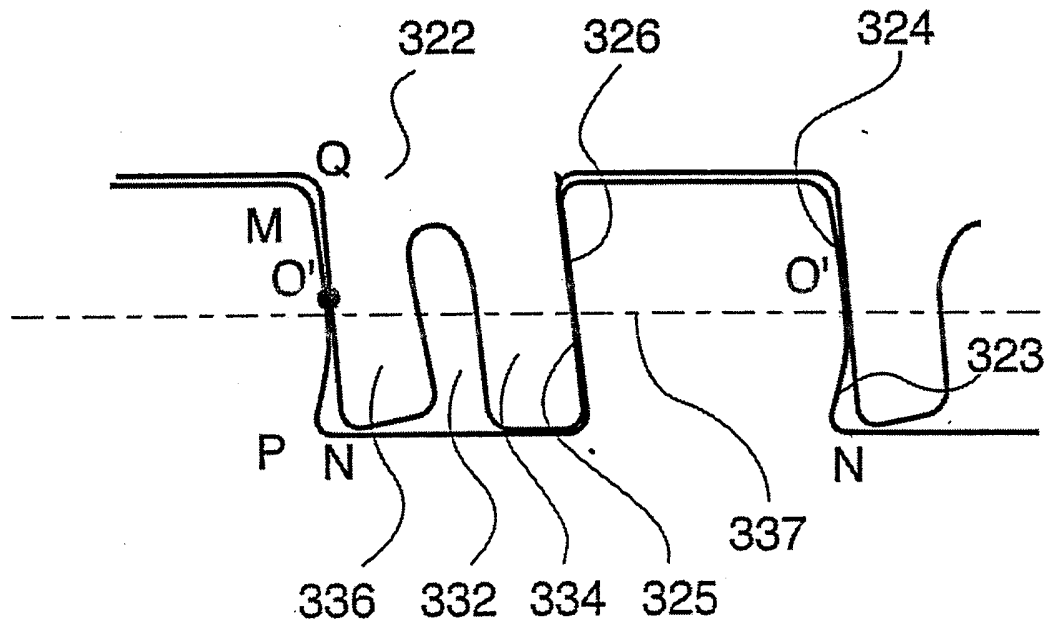
09.09.03

2003-2444.

9/12

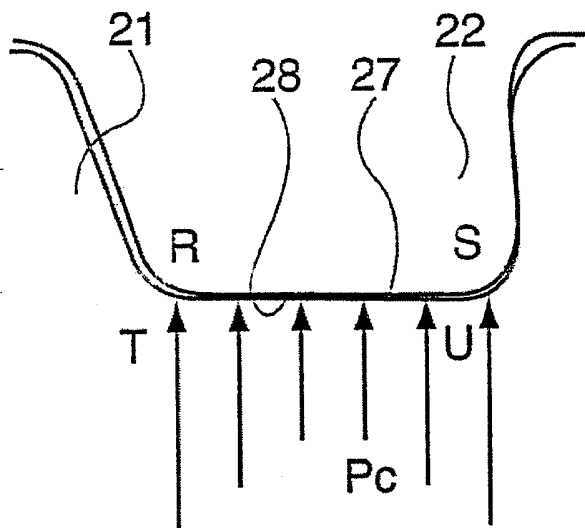


obr. 6c

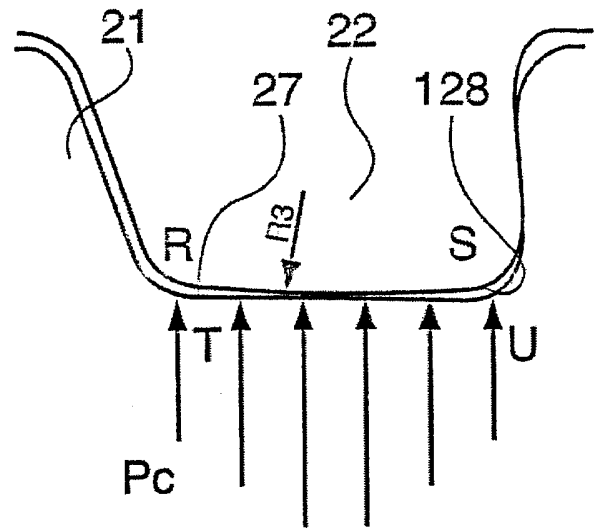


obr. 6d

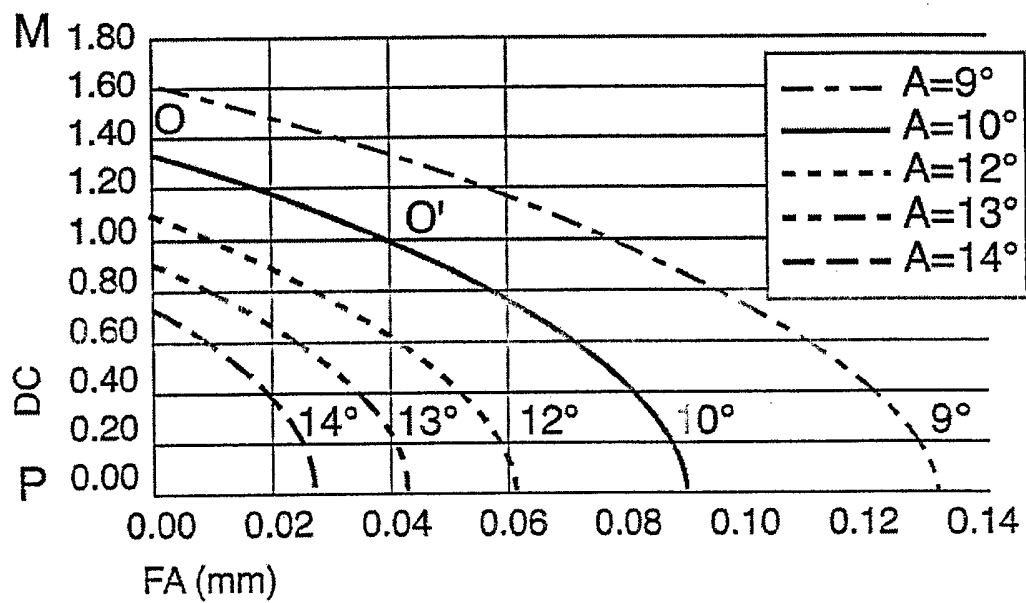
10/12



obr. 7a



obr. 7b

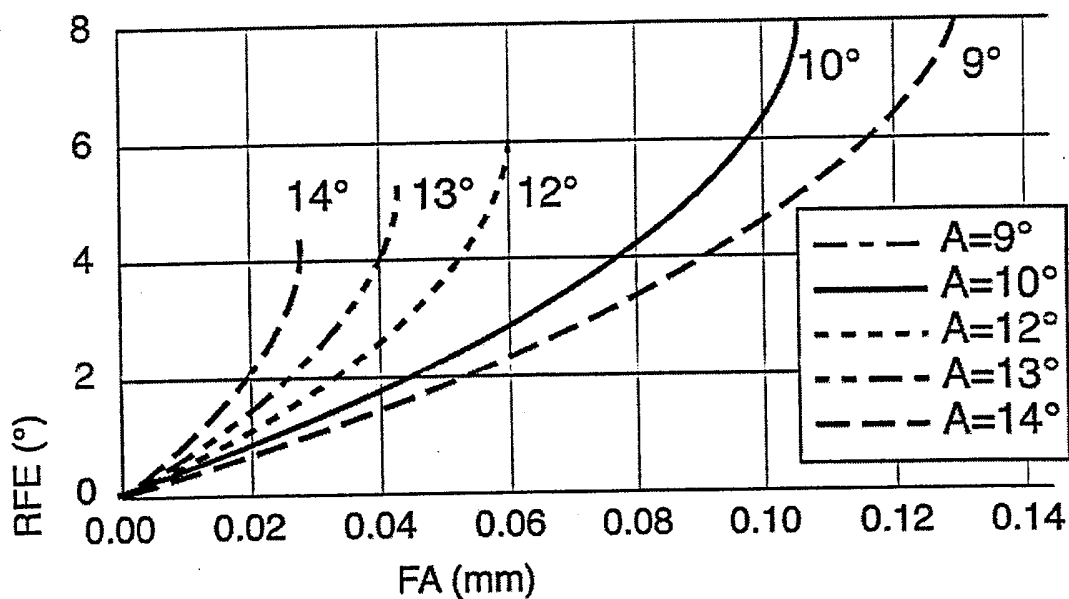


obr. 8

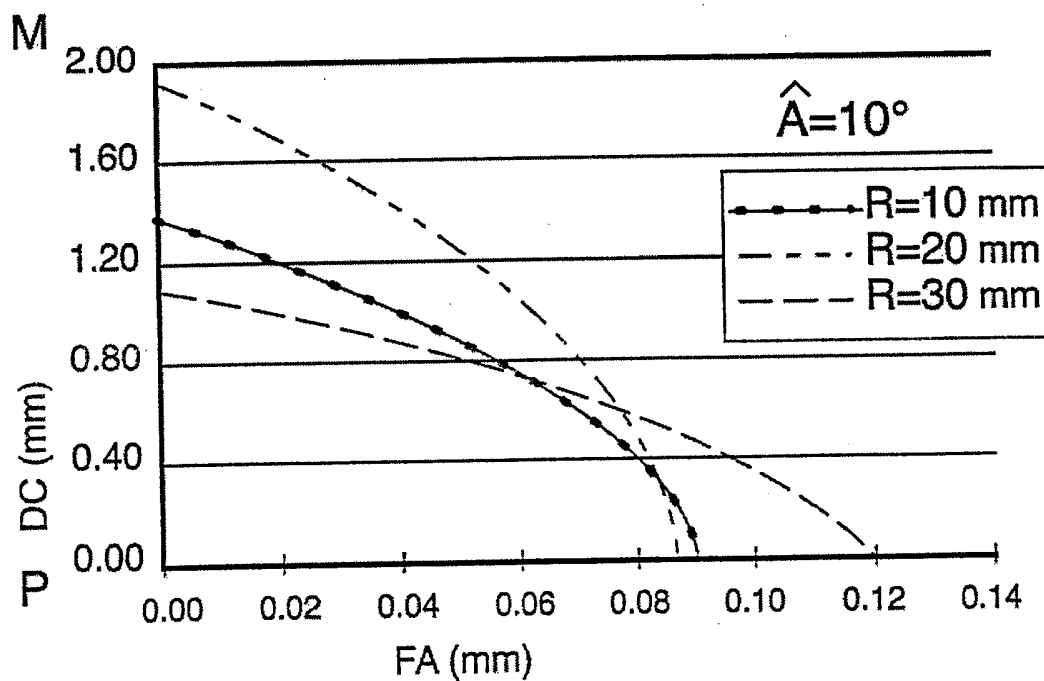
09.09.03

2003-2444

11/12

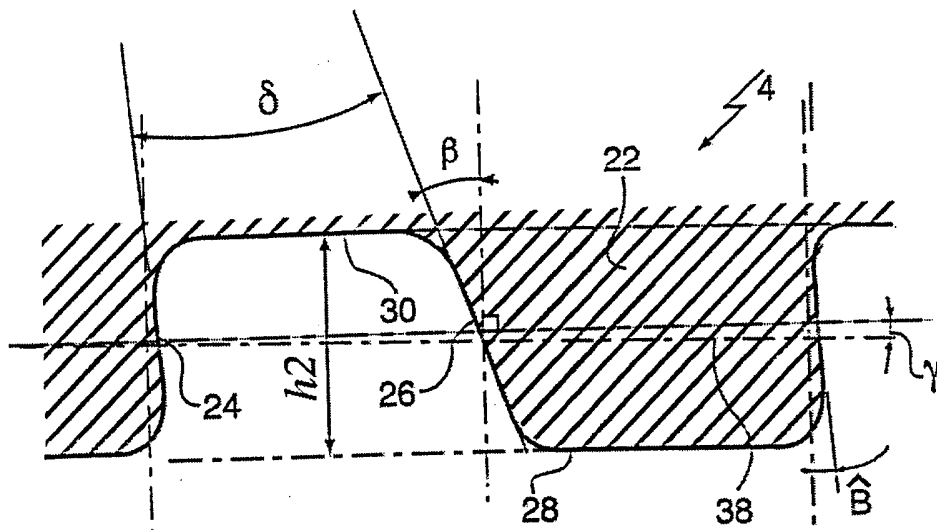


obr. 9

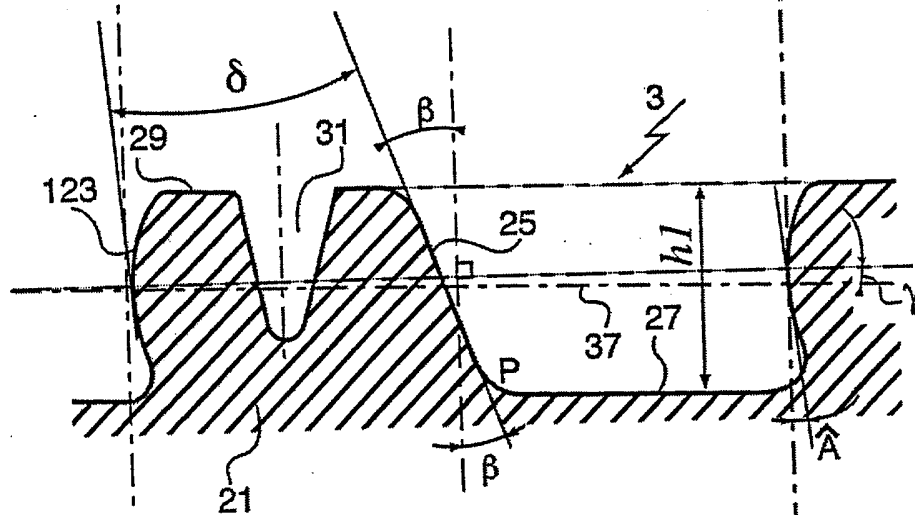


obr. 10

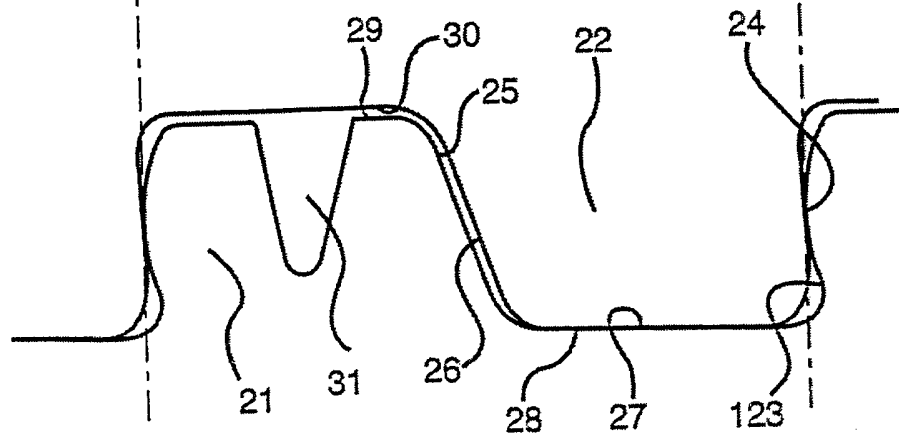
12/12



obr. 11a



obr. 11b



obr. 11c