

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2004-193**
(22) Přihlášeno: **05.02.2004**
(40) Zveřejněno: **14.09.2005**
(Věstník č. 9/2005)
(47) Uděleno: **16.04.2008**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **28.05.2008**
(Věstník č. 22/2008)

(11) Číslo dokumentu:

299 242

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F16B 35/04 (2006.01)
F16B 35/02 (2006.01)
F16B 31/00 (2006.01)
F16B 31/02 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

EP 0477517; FR 1444336; EP 0060508; EP 0001935; US 3707107; DE 19615191; CZ 293517.

(73) Majitel patentu:

ŠKODA AUTO a. s., Mladá Boleslav, CZ

(72) Původce:

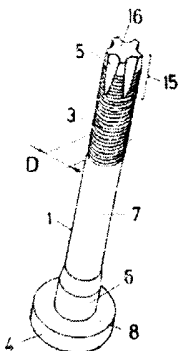
Babák Jan Ing. CSc., Mladá Boleslav, CZ

(54) Název vynálezu:

Spojovací šroub pro vysoké předpětí

(57) Anotace:

Spojovací šroub (1) utahovaný přes mez kluzu má na svém volném konci dostatečně únosný úchopný prostředek (15), umožňující dosažení mimořádně vysokého předpětí spoje odlehčením složeného zatížení v původním kritickém průřezu šroubu od podstatné části krutového namáhání ve prospěch tahového předpětí. V důsledku vhodné dislokace složky torzního napětí dochází při vysokém osovém předpětí k tahové plasticitě šroubu na mezi kluzu jeho materiálu v předurčené deformační zóně dřívku mezi svíranými plochami spoje. Úchopný prostředek je umístěn na volném závitovém konci dřívku (7) šroubu, protilehlém hlavě a je tvořen alespoň třemi podélnými drážkami (5) plynule vybíhajícím k povrchu, jejichž šířka i hloubka se směrem od čela (16) dřívku k hlavě (4) šroubu zmenšuje. Největší hloubka drážek (t) měřená od vnějšího průměru závitu v místě čela (16) dřívku šroubu je alespoň dvakrát větší než hloubka (v) profilu závitu.



CZ 299242 B6

Spojovací šroub pro vysoké předpětí

Oblast techniky

5

Vynález se týká úchopného prostředku spojovacího šroubu, který je utahován přes mez kluzu svého materiálu v tažné části dříku.

10

Dosavadní stav techniky

Utahování předepjatých spojovacích šroubů za mez kluzu jejich materiálu zvyšuje kvalitu procesu montáže, neboť za cenu omezených plastických deformací, jako vyrovnávacího faktoru, je dosaženo při hromadné výrobě nejlepší stability utahovacího momentu. K tomuto účelu se používají převážně minimálně upravené konvenční šrouby, s předem plánovanou zónou s kritickým průřezem v tahové části mezi svíranými plochami, v níž je poprvé překročena mez kluzu materiálu.

20

Jejich kritický průřez X–X, situovaný buď v závitové části nebo v partii uměle vyštíhleného dříku pod hlavou, je při utahování vždy namáhán koncentrovaným a kombinovaným způsobem, totiž tahovým napětím σ od síly předpětí F a zároveň smykovým napětím τ od reakčního momentu v závitech jako zbytku utahovacího momentu M_u matice po odečtu třecího momentu M_k pod její integrovanou podložkou na příslušné stykové ploše. Maximální možné dosažitelné předpětí je tedy omezeno přítomností smykového napětí τ v kritickém průřezu X–X.

25

V praxi je znám princip, jak v montážním procesu dosáhnout absence krutu umělým natažením šroubu vnějším způsobem až k mezi kluzu, pak volným došroubováním matice na tloušťku sevřeného svazku a následným uvolněním montážního zařízení. Stlačování sevřených dílů však musí probíhat současně a úměrně s natahováním šroubu, což vyžaduje složité a prostorově náročné zařízení, takže použití tohoto principu je omezeno na větší rozměry šroubů.

30

Jsou také známy šrouby s úchopným prostředkem na svém volném konci naproti hlavě, které se používají zejména pokud hlava není přístupná při utahování. Používány jsou standardní úchopné prostředky typu vnějšího šestihranu či profilu TORX nebo další přiřazené závitové sekce menšího průměru s opačným stoupáním závitu, které jsou axiálně přimknuty k čelu volného konce hlavní závitové části šroubu vyčnívajícího za utaženou maticí. Jejich použití je však omezeno jejich nedostatečnou momentovou kapacitou i malou únosností obzvlášť namáhaného přechodu do závitové části dříku. To je způsobeno průměrově stísněnými poměry a kubickou citlivostí krutové odolnosti profilu na velikosti místního účinného průměru.

40

Do výčtu známých provedení patří i varianta, která původní kritický průřez X–X šroubu po celé délce závitové části prizmaticky zachovává a tuto část, vyčnívající za maticí, nijak nezeslabuje, toliko prodlužuje. Reakční moment M_r z utahovacího nářadí je zachycen na prodlouženém konci svěrnými čelistmi. Maximální dosažitelný moment je však omezen malým disponibilním průměrem a nutností omezit maximální přitlačnou sílu čelistí kvůli možným problémům při demontáži matice přes potenciálně zdeformovaný závit a nebezpečí lokálního porušení povrchové protikorozi ochrany velkými tlaky svěrných čelistí.

45

50

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky do značné míry odstraňuje spojovací šroub pro vysoké předpětí, utahovaný maticí přes mez kluzu materiálu v místě svého dříku mezi sevřenými plochami spoje, jednostranně opatřený hlavou, se závitovou částí s hladkým závitěm prizmatického profilu, jehož podstata spočívá v tom, že jeho úchopný prostředek pro fixaci utahovacím nářadím při montáži je umístěn

55

na volném závitovém konci dříku šroubu, protilehlém hlavě, a je tvořen alespoň třemi podélnými drážkami, směrem od čela dříku šroubu k hlavě šroubu zmenšující se šířky i hloubky a plynule vybíhajícími k povrchu, jejichž paty leží na patní kuželové ploše, souosé s osou šroubu, přičemž vzájemný axiální přesah drážek a závitové části včetně výběhu na konci šroubu, obsahuje alespoň tři společné závity nebo jejich stopy, a přičemž největší vzdálenost pat drážek od vnějšího průměru závitu v místě čela dříku šroubu je alespoň dvakrát větší než hloubka profilu závitu.

Šroub podle vynálezu umožňuje při utahování dislokovat smykové napětí τ z kritického průřezu X–X, v němž dojde k překročení meze kluzu materiálu, do části mezi maticí a volným koncem šroubu, čímž je v kritickém průřezu vytvořena rezerva pro vzrůst tahového napětí σ od síly předpětí F, kterou je možno podstatně zvýšit.

Pro správnou funkci je výhodné, aby drážky úchopného prostředku byly vytvořeny jako průnik závitové části šroubu včetně výběhu na konci šroubu s povrchy kuželových ploch, jejichž rotační osy jsou rovnoběžné s osou šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány ve vzdálenosti větší než je polovina průměru závitu, přičemž největší poloměr základny kuželové plochy v rovině čela dříku je větší než 0,4násobek vnějšího průměru závitu. Alternativně mohou také drážky být definovány jako průnik závitové části šroubu včetně výběhu na konci šroubu s povrchy jehlanů, jejichž osy jsou rovnoběžné s osou šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány, přičemž jehlany jsou natočeny jednou svou hranou k ose šroubu.

Přirozeně je také výhodné, aby nářadí zabírající do drážek úchopného prostředku mělo své satelitní sekce, korespondující s jednotlivými drážkami, vůči sobě axiálně posuvné, aby mohlo dojít k dokonalému dotyku styčných ploch ve všech drážkách, a tím k rovnoměrnému rozložení kontaktních tlaků.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 znázorňuje v axonometrickém pohledu konstrukční provedení šroubu s pěti drážkami úchopného prostředku vytvořenými průnikem dutých kuželových ploch, obr. 2 s drážkami vytvořenými dutými jehlany. Na obr. 3 je zobrazena praktická aplikace šroubu podle vynálezu v částečném řezu sestavy hydraulického lůžka hnacího agregátu automobilu, včetně schématu dislokací momentových namáhání dříku šroubu při utahování. Obr. 4 znázorňuje čelní pohled směrem W na úchopný prostředek, vytvořený trojicí souosých dutých kuželových ploch, obr. 5 pak tento ukazuje v podélném řezu Y–Y. Obr. 8 dokresluje stejnou konfiguraci vnějším pohledem ve směru P na výběhy závitů do takto vzniklých zubových mezer. Na obr. 6 je opět v čelním pohledu směrem W zachycen variantní úchopný prostředek, vytvořený tentokrát trojicí pravidelně uspořádaných souosých dutých jehlanů, který je na obr. 7 definován ještě v podélném řezu Y–Y.

Příklady provedení vynálezu

Spojovací šroub 1 podle vynálezu se závitovou částí 3 o vnějším průměru D je jednostranně opatřen hlavou 4, která dosedá svou rovinnou kontaktní plochou 8 na nejbližší sevřený díl, jímž je podložka s dorazem 12 a s výhodou není opatřena žádným dalším zvláštním úchopným prostředkem pro zachycení reakčního momentu nářadím, vyjma přirozeného působení tření. Vlastní úchopný prostředek 15 šroubu, vůči němuž se měří a udává úhel utažení matice 2, se pak nachází na opačném, volném konci dříku 7 šroubu, protilehlém jeho hlavě 4 jako tvarový prvek v podobě podélných přímých drážek 5 proměnné šířky i hloubky, plynule vybíhajících a přecházejících do závitové části 3 šroubu. Drážky 5 tohoto úchopného prostředku, vytvořené od čela 16 dříku šroubu, vybíhají v zamontovaném stavu ještě mimo matici 2 a přesahují částečně nebo zcela do závitové části 3 a do jejího výběhu na konci šroubu 1 s redukováným průměrem, minimálně v délce tří stoupání závitů, takže závity částečně protíná. Pokud mají být oba tyto prvky vyráběny postup-

ným tvářením, je třeba v okolí linie jejich vzájemného průniku vytvořit korekční hluchý prostor pro vyhrnutí stranového výronku z následné válcovací operace.

5 Závít v části 3 šroubu je hladký a nemá žádné pojišťovací nebo závitotvorné prostředky, které by enormně zvětšovaly tření matice 2 na šroubu 1 a vnášely tak na šroub 1 nežádoucí přídavné torzní namáhání. Stejná zásada se týká i provedení vnitřního závitu matice 2, jejíž konstrukce potenciálně vyžaduje rovněž posílení, např. opatření vnějším dvanáctihranem, případně větší podložkou. Je třeba nově pamatovat na odpovídající zvýšení momentového rozsahu utahovacího nářadí.

10 Na šroubu 1 je dále z důvodu jeho změkčení vytvořen co nejštíhlejší dřík 7, avšak jen do té míry, aby byla i nadále zachována pozice kritického průřezu X-X šroubu 1 v krutově odlehčené závitové části 3. V případě potřeby může šroub 1 disponovat i hladkou resp. jinak upravenou, např. zdrsněnou nebo vroubkovanou přechodovou částí 6 mezi dosedací plochou 8 hlavy a dříkem 7, sloužící pomocným účelům, jako je těsnění nebo lehká poziční fixace dílů spoje před vlastní montáží. Potom jde taková úprava, vedle momentu tření pod hlavou 4 šroubu na ploše 8, jako
15 další přídavná momentová kapacita pro fixaci, na vrub potenciálního zvětšení zbytkového momentu M_{z_2} , ale bez podstatné újmy na výsledném efektu, který závisí na torzních tuhostech.

20 Konkrétní příklad vhodného použití šroubu s vysokým předpětím podle vynálezu je uveden na obr. 3. Ten představuje částečný podélný řez uchycení motorového hydraulického lůžka 11 tříbodového uložení hnacího agregátu automobilu s výkyvnou momentovou vzpěrou k jeho závěsné konzole 9. Šroubový spoj zde sestává ze šroubu 1 výše popsaných vlastností, matice 2, jádra 10 lůžka, konzoly 9 motoru a podložky s dorazem 12, jako vložené podložky pod hlavou 4 šroubu. Utahování šroubu 1 maticí 2 přes mez kluzu jeho materiálu je řízené úhlem utažení, tj. v konečné fázi vzájemnou dvouvřetenovou úhlovou diferencí natočení matice 2 a úchopného
25 prostředku 15 šroubu. Docílení zvláště vysokého předpětí F šroubu je v některých případech existenční podmínkou pro schopnost lůžka 11 spolehlivě přenášet i značné příčné zatížení vyosenými reakčními silami S, pro které lůžko 11 původně nebylo dimenzováno ani určeno.

30 Každá drážka 5 úchopného prostředku je tvořena průnikem závitové části 3 s povrchem duté rotační kuželové plochy 14, což je plocha, jejíž veškeré normály teoreticky svírají s její rotační osou a stejný úhel $\varnothing$. To má za důsledek, že její přípravný předmontážní posuv v axiálním směru šroubu vymezuje normální vůli v nářadí teoreticky až na nulovou hodnotu všude stejně. Rotační osy a kuželových ploch jsou rovnoběžné s osou o šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány ve vzdálenosti větší než je polovina průměru D závitu. Duté rotační kuželové plochy 14 se tak svými
35 površkami, nejblíže přilehlými k ose šroubu o tedy patami drážek 17 úchopného prostředku 15, dotýkají konvexní patní kuželové plochy 18, která určuje tvar vepsaného pevnostního jádra úchopného prostředku 15 šroubu 1. Požadovanou pevnostní únosnost celého úchopného prostředku 15 šroubu 1 při jeho dočasném silovém montážním dotyku s utahovacím nářadím negativního tvaru také předurčuje efektivní dotyková křivost duté kuželové plochy 14. Tato je pak definována nepřímo měřitelnou reciprokou veličinou, totiž prostřednictvím poloměru r základny kuželové
40 plochy 14 v určité axiální pozici.

45 Kontaktní tlak je takto v každé drážce 5 úchopného prostředku 15 rovnoměrně rozložen na všechny body dotykových přímk v příslušné části celé kuželové výseče či segmentu o středovém úhlu α nejlépe tehdy, když největší poloměr r základny duté kuželové plochy 14 v rovině čela 16 dříku šroubu není menší než 0,4násobek D a maximální hloubka t drážky, měřená od jmenovitého průměru závitu D ve stejném místě, je rovna alespoň dvojnásobné hloubce v profilu závitu.

50 Eventuálnímu vymezení reálně existujících individuálních tolerancí mezi jednotlivými drážkami 5 úchopného prostředku slouží blíže nespecifikovaná konstrukce, masivní a úchopné místo ještě vyztužující, upínací hlavy nářadí s možností diferencí vymezujících axiálních posuvů jednotlivých konvexních kuželových prstů nářadí.

V jiném technologicky podmíněném případě je možno alternativně použít jako drážek 5 úchopného prostředku útvary, vytvořené průnikem závitové části 3 s povrchy jehlanů 19, jejichž osy b jsou rovnoběžné s osou o šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány, přičemž jehlany 19 jsou vždy jednou svou hranou 20 přivráceny k ose o šroubu, při zachování délkových i hloubkových relací, uvedených výše pro pronikající kuželovou plochu. Hrana 20 jehlanu v tomto případě vytváří patu drážky 17, ležící na obdobné patní kuželové ploše 18, jak je uvedeno výše, vymezujíc tak opět kompaktní pevnostní jádro nutné pro přenos krutu takto provedeným úchopným prostředkem 15. Je zřejmé, že takový jehlan nemusí mít nutně pravoúhlou podstavu a tedy ani úhel β drážky v rovině čela 16 dřívku, nemusí být potom pravý.

Na obr. 3 je patrné konstrukční uspořádání šroubového spoje podle vynálezu s rozdělením působících momentů. Zde se celkový utahovací moment M_u matice vyčerpává především třecím momentem M_k (cca 50 % z M_u) na smýkané ploše 13 integrované podložky pod maticí 2, dále užitečným a šroub 1 napínajícím momentem (jen asi 10 % z M_u) a momentem tření v závitěch (cca 40 % z M_u). Moment, předávaný na šroub 1 maticí 2 je třeba při utahování zachytit stejně velkým reakčním momentem, který je rozdělen na hlavní reakční moment M_r úchopného prostředku a zbytkový reakční moment M_z zachycený třením pod hlavou 4 šroubu tak, že převažující hlavní reakční moment M_r je výhodně dislokován mimo kritický profil šroubu X-X. Přitom poměr hlavního a zbytkového momentu M_r/M_z se u šroubu o přibližně prizmatickém průřezu dřívku automaticky nastaví v recipročním poměru délek L/I jeho větví po obou stranách matice.

Dislokací co největší části reakčního momentu M_r k zachycení na volný závitový konec šroubu, se vzhledem ke kombinovanému charakteru namáhání dřívku 7 šroubu na mezi kluzu posiluje tahová složka napětí na úkor krutové, takže při stejné dimenzi závitu a materiálových vlastnostech lze docílit neobvykle vysokého montážního předpětí. To pak může být v ideálním případě proti konvenčním řešením řádově ještě o další čtvrtinu větší, než je předpětí, uváděné dosud v technických příručkách, směrnících a normách jako maximálně dosažitelné (například u běžného šroubu je tento teoretický potenciál zvýšení asi 27 %). V reálných poměrech je však třeba počítat s nepatrně skromnějším výsledkem, neboť ještě působí reakční zbytkový moment M_z , jako produkt tření pod hlavou 4 šroubu. Pak jde o staticky neurčitý případ, rozdělení krutového namáhání M_r/M_z na obě větve o délkách I a L dřívku, nastane podle jejich torzních tuhostí, závislých na konkrétní konstrukci šroubu 4. Ve znázorněných proporcích by pak byl i přesto reálný přínos řešení podle vynálezu stále ještě asi řádově 25 % nad současně známé maximum.

Průmyslová využitelnost

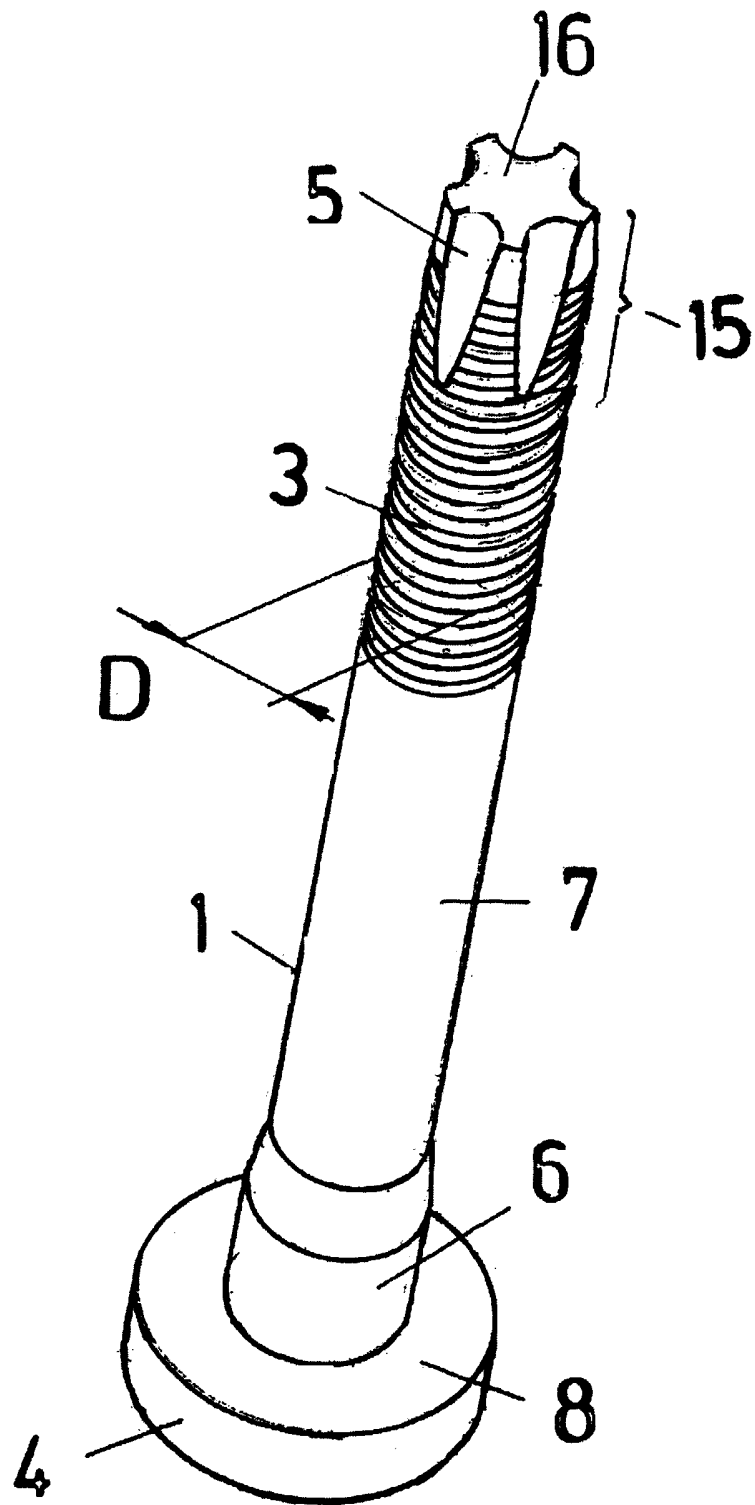
Šroub podle vynálezu je určen pro speciální strojírenské aplikace maticových spojů, utahované přes mez kluzu materiálu šroubu, které při rozměrové a hmotnostní úspornosti vyžadují extrémně vysoké síly montážního předpětí, popř. pro dlouhé štíhlé šrouby, u nichž je předpětí v důsledku zkroucení jejich dřívku od reakčního momentu nedostatečné.

PATENTOVÉ NÁROKY

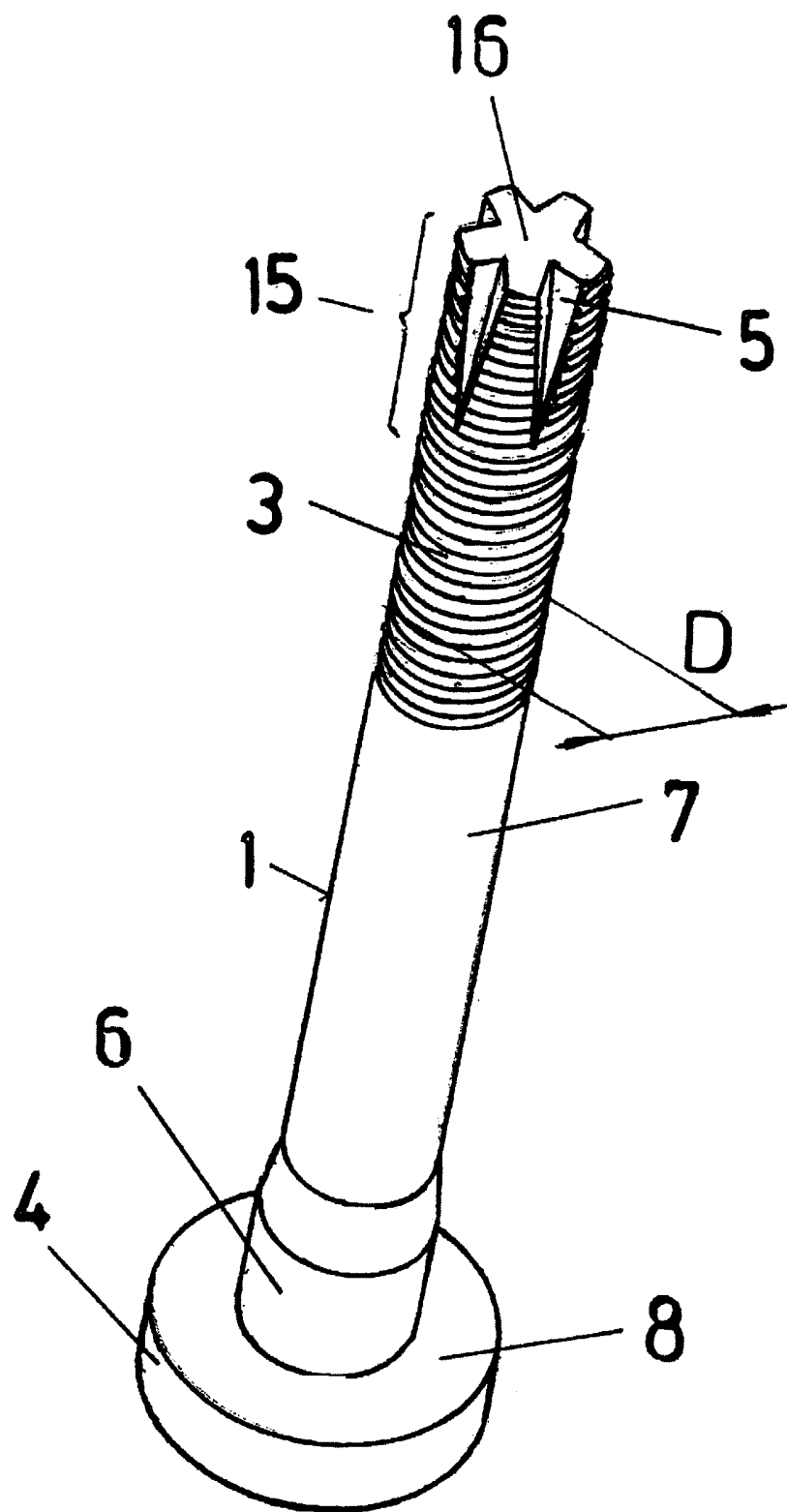
- 5 1. Spojovací šroub (1) pro vysoké předpětí, utahovaný maticí (2) přes mez kluzu materiálu v místě svého dříku (7) mezi sevřenými plochami spoje, jednostranně opatřený hlavou (4), jehož závitová část (3) má hladký závit prizmatického profilu, **v y z n a ě n ý t í m**, že jeho úchopný prostředek (15) pro fixaci reakčního momentu montážním nářadím je umístěn na volném závitovém konci dříku (7) šroubu protilehlém hlavě (4), a je tvořen alespoň třemi podélnými
- 10 drážkami (5), směrem od čela (16) dříku šroubu k hlavě (4) šroubu zmenšující se šířky i hloubky a plynule vybíhajícími k povrchu, jejichž paty (17) leží na patní kuželové ploše (18) souosé s osou šroubu (o), přičemž vzájemný průnik drážek (5) a závitové části (3) v axiálním směru včetně výběhu na konci šroubu obsahuje alespoň tři společné závity nebo jejich zbytkové stopy, a přičemž největší hloubka drážek (t), měřená od vnějšího průměru (D) závitu v místě čela (16) dříku šroubu je alespoň dvakrát větší než hloubka (v) profilu závitu.
- 15 2. Spojovací šroub podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že drážky (5) úchopného prostředku jsou vymezeny průnikem závitové části (3) šroubu včetně výběhu na konci šroubu s povrchy dutých kuželových ploch (14), jejichž rotační osy (a) jsou rovnoběžné s osou (o) šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány ve vzdálenosti větší než je polovina průměru závitu (D), přičemž největší poloměr (r) základny duté kuželové plochy (14) v rovině čela (16) dříku je větší než 0,4násobek vnějšího průměru závitu (D).
- 20 3. Spojovací šroub podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že drážky (5) úchopného prostředku jsou vymezeny průnikem závitové části (3) šroubu včetně výběhu na konci šroubu s povrchy dutých jehlanů (19), jejichž osy (b) jsou rovnoběžné s osou (o) šroubu a jsou kolem ní satelitně uspořádány, přičemž jehlany jsou natočeny jednou svou hranou (20) k ose šroubu (o).
- 25

30

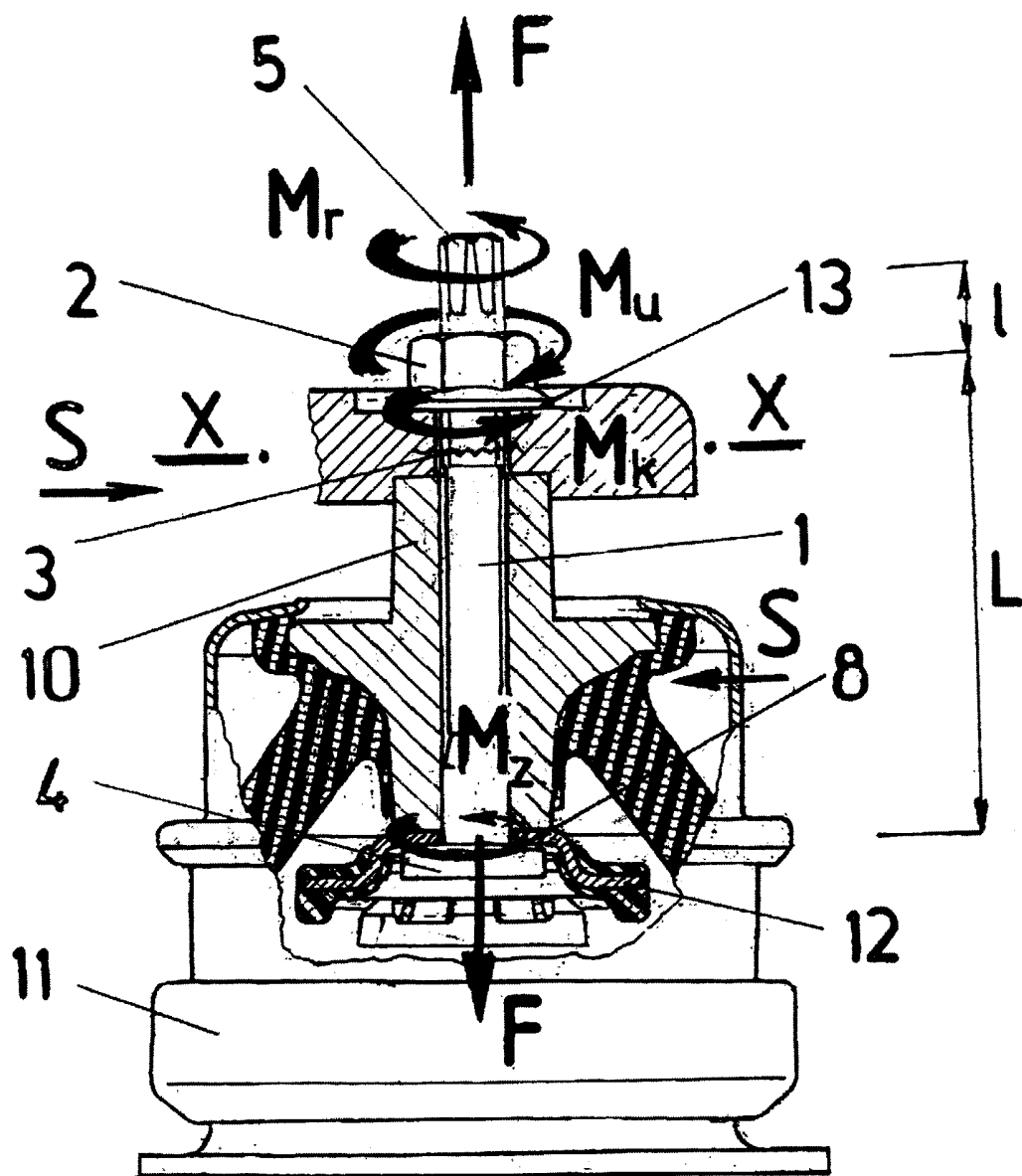
8 výkresů



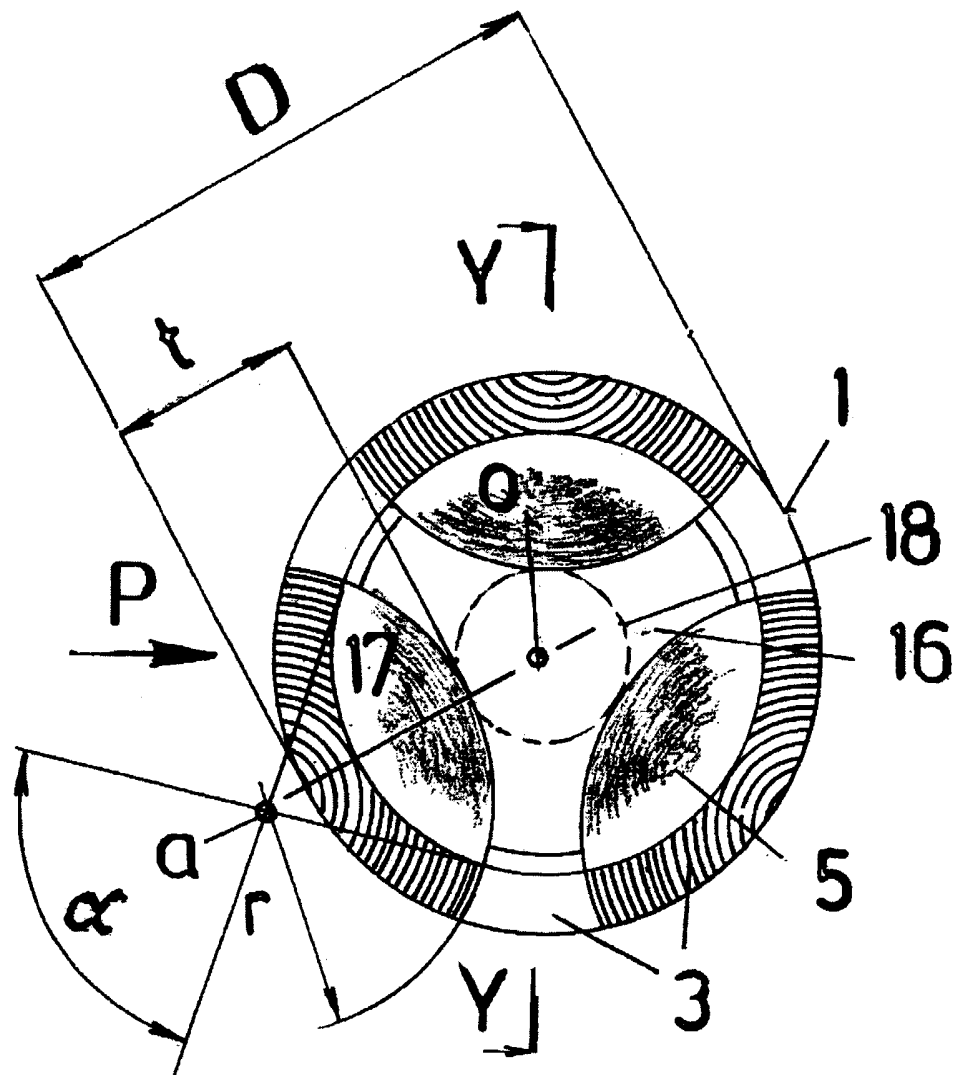
Обр.1



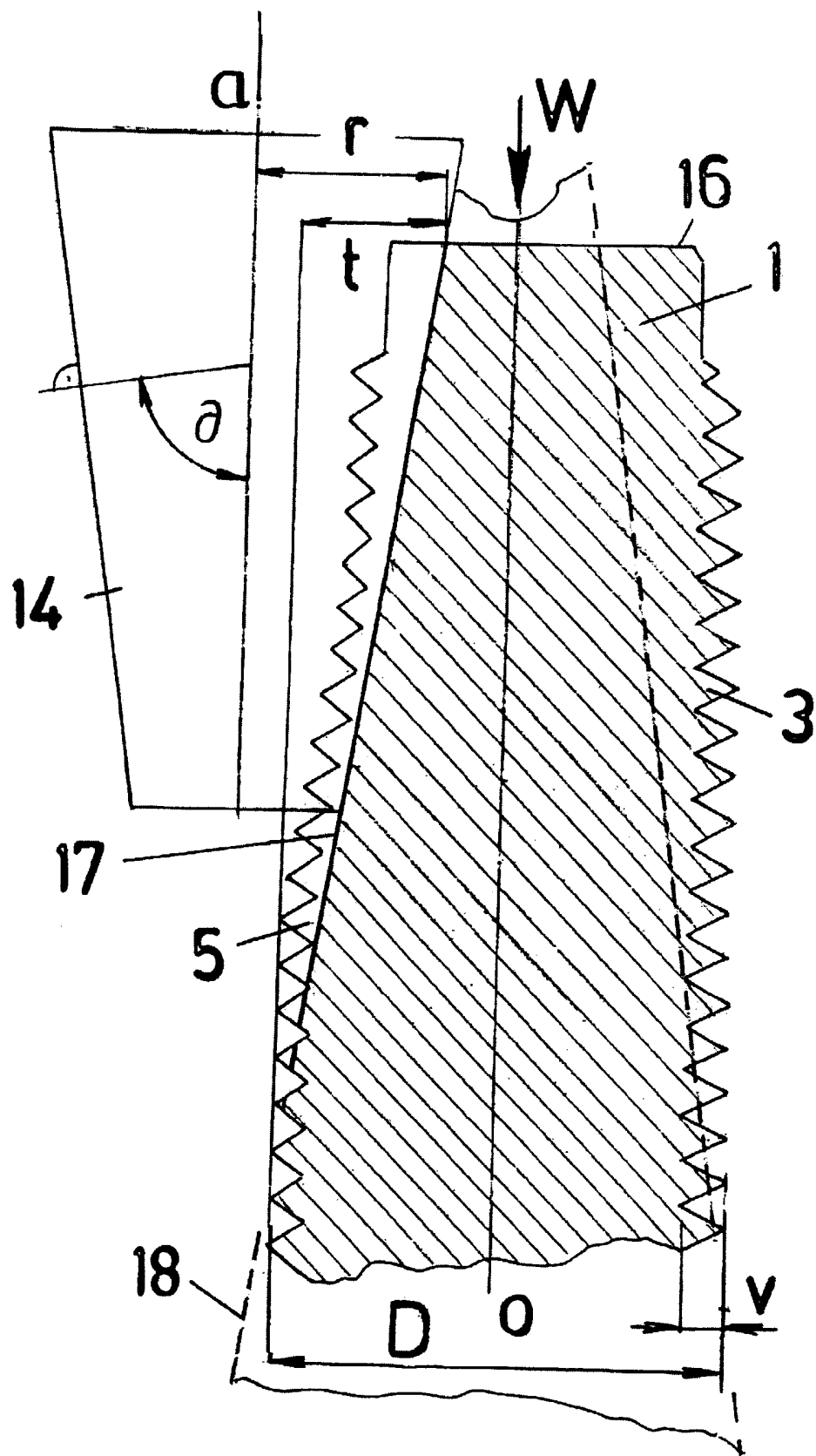
Обр.2



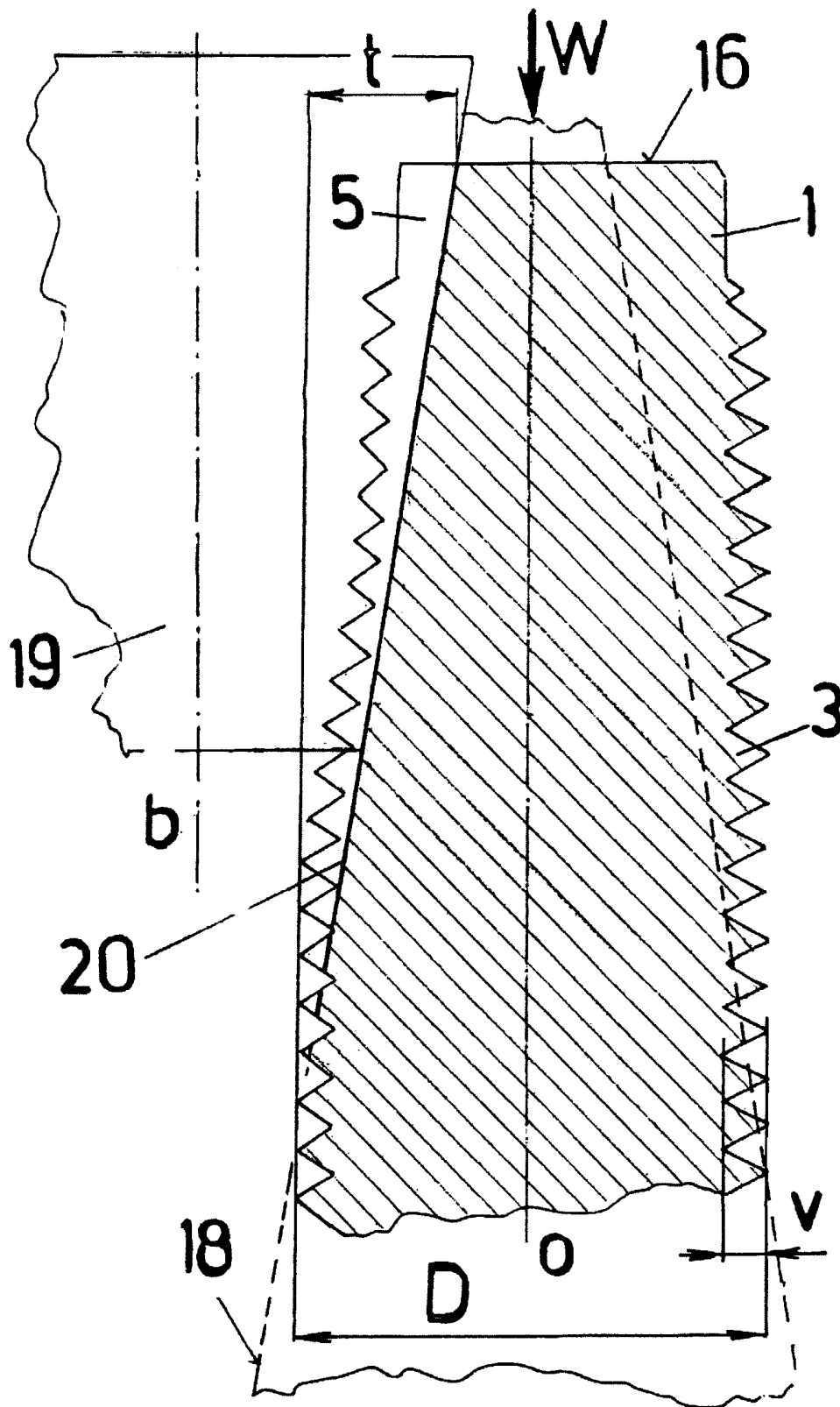
Обр. 3



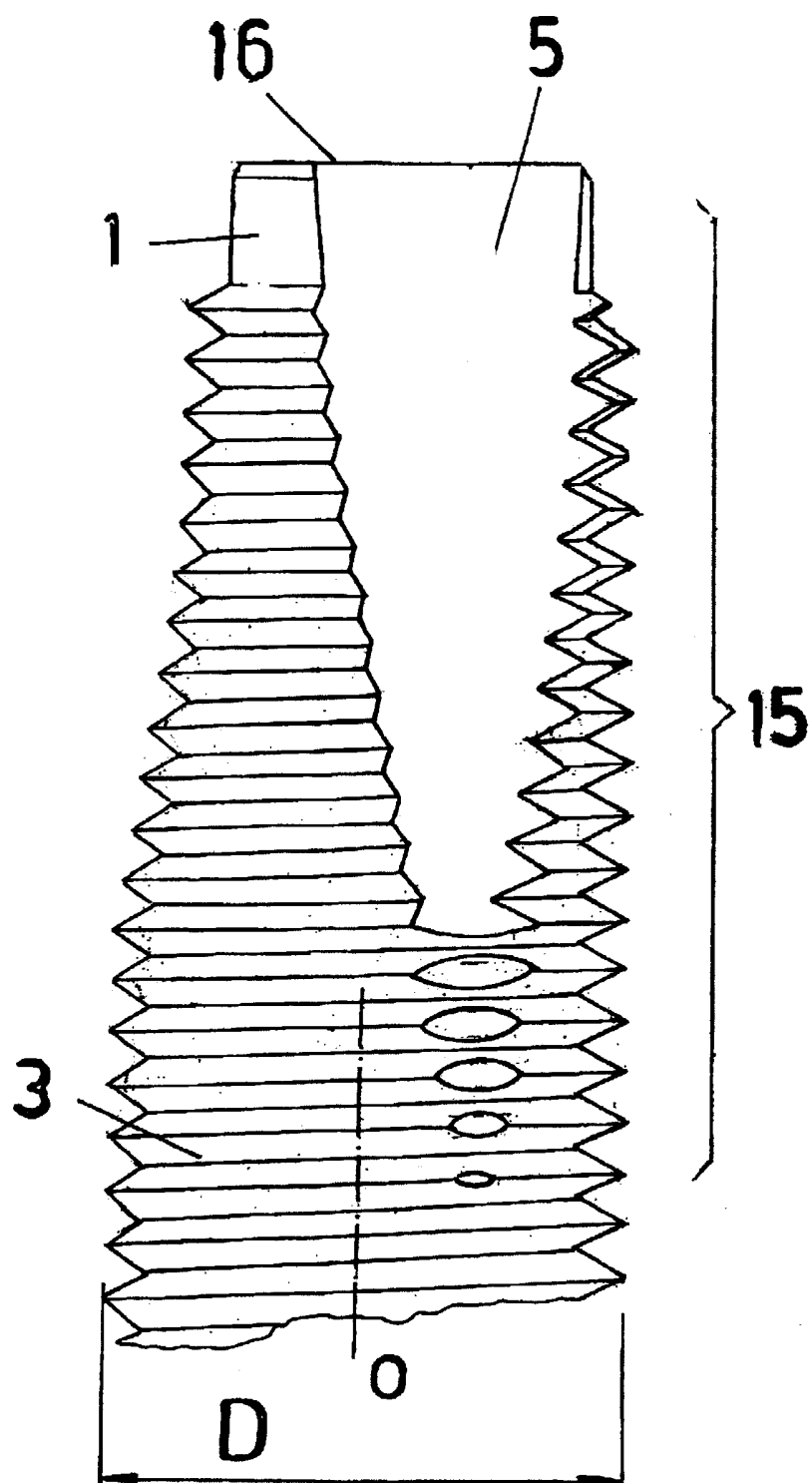
Obr. 4



Obr. 5



Obr.7



Obr. 8

Konec dokumentu