ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

208025
(11) (B1)

(51) Int. Cl.[3]
B 21 D 31/00

(22) Přihlášeno 16 07 79
(21) (PV 4971-79)

(40) Zveřejněno 28 11 80

(45) Vydáno 01 10 82

(75)
Autor vynálezu
ROZENBERG ALEXANDR MINĚJEVIČ ing.,
ROZENBERG OLEG ALEXANDROVIČ ing., KYJEV,
CHISIN SEMJON GRIGORIJEVIČ ing., ČEBOXARY,
POSVJATĚNKO EDUARD KARPOVIČ ing.,
BUSEL JURYJ FEDOROVIČ ing.,
KRITSKY ANATOLYJ DMITRIJEVIČ ing., KYJEV a
POLJAKOV VLADIMIR VASILIJEVIČ ing., ČEBOXARY (SSSR)

(54) Nástroj k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením

Vynález se týká oboru zpracování kovů pod tlakem a zejména nástrojů k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením.

Vynález je přednostně vhodný k použití v nejrůznějších oblastech konstrukce obráběcích strojů, u nichž se vyžaduje opracování otvorů v různých silnostěnných částech, například válcích čerpadel na ropu, ojničních otvorů spalovacích motorů, pouzder housenkových pásů a podobně. Dále naleznou tyto nástroje použití v metalurgii při výrobě trubek s přesnými otvory, dále ve stavbě přístrojů při opracování otvorů s malými průměry, například vlnovodů a gyroskopů.

Použití vynálezu je možno rozšířit také na jiná průmyslová odvětví, kde se kladou zvýšené požadavky na provozní vlastnosti opracovaných výrobků.

Pod pojmem přetváření se zde a v dalším rozumí změna rozměrů otvorů výrobku působením tlaku na vnitřní stěny otvoru, která není doprovázena změnou hmoty výrobku.

Ve srovnání s protahováním pomocí více řezného nástroje, značně rozšířeném v technice, má opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením podstatné výhody a to pokud jde o kvalitu a produktivitu opracování.

V důsledku opracování přetvářením se zvýší hladkost opracovávaného povrchu a přesnost opracování a dále se podstatně zpevní opracovávaná povrchová vrstva (o 1,5 až 3násobek), což vede ke zvýšení odolnosti proti opotřebení a doby životnosti výrobků. Protože tento způsob opracování není spojen s žádným odběrem třísek, stoupá faktor využití kovu a odpovídají okolnosti spojené s odstraňováním třísek.

Použití přetváření umožňuje mimoto opracovávat malé otvory s velkou kvalitou opracovávaného povrchu, které jsou nepřístupné pro tažné řezací jehlice a dále umožňuje měnit jak vnitřní tak také vnější rozměry dutých polotovarů.

Přechod z odřezávání na přetváření při opracování výrobků staví před konstruktéry problém vytvoření nástroje, který má vysokou pevnost ve směru působení radiálního zatížení, jehož velikost je při opracování přetvářením podstatně větší než při opracování pomocí tažných řezných jehlic.

Je znám nástroj k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením, který je opatřen unášecím

trnem, na jehož válcové vodicí ploše jsou za sebou s vůlí nalisovány přetvářecí a distanční součásti a které jsou pomocí upínací součásti uchyceny v ose unášecího trnu, aby se zabránilo jejich přesouvání (viz Rosenberg A. M. a další „Pevnost tvrdě legovaných pracovních součástí přetvářecí tažné jehlice", Kyjev, nakl. Technika, 1971 str. 3–4). Vnější pracovní plocha každé přetvářecí součásti tvoří pracovní kužel, válcový úsek a vratný kužel. Styk přetvářecí součásti s opracovaným povrchem nastává na pracovním kuželi.

Při procesu opracování je nástroj k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením veden otvorem ve výrobku přetvářecími součástmi s postupně narůstajícím vnitřním průměrem, v důsledku čehož se stěny opracovávaného výrobku plasticky přetvářejí a průměr otvoru se upraví na nutný rozměr.

Vzhledem k tomu, že známý nástroj má vůli mezi unášecím trnem a přetvářecími součástmi, přejímají přetvářecí součásti v procesu přetvářecího tažení hlavní podíl radiálního zatížení. Při opracování dílů z těžko tvarovatelných materiálů a při opracování silnostěnných výrobků a také v ostatních případech, kdy tlak v oblasti styku nástroje se součástí překročí 150 až 200 kp/mm^2, není pevnost přetvářecích součástí, které jsou zpravidla zhotoveny z tvrdokovu, nebo kalených ocelí, dostatečná a tyto se zničí. Mimoto se při práci s tažnou jehlicí zvýší v důsledku opotřebení počáteční vůle mezi unášecím trnem a přetvářecími součástmi a způsobuje další zmenšení pevnosti přetvářecích součástí a tím celého nástroje. K zabezpečení pevnosti nástroje se zhotovují přetvářecí součásti buď z tvrdokovu s vysokým obsahem spojovacího kovu nebo z nástrojových ocelí. Tyto materiály vykazují při plastickém přetvarování náklonnost k adheznímu spolupůsobení s materiálem opracovávaného výrobku, což v řadě případů vede ke znatelnému zhoršení kvality opracovávaného povrchu.

Je třeba také uvést, že tyto materiály mají nižší odolnost proti opotřebení ve srovnání například s tvrdokovy s nízkým obsahem spojovacího prostředku.

Další způsob zvýšení pevnosti přetvářecích součástí spočívá v jejich zesílení ve směru působení radiálního zatížení. To je však spojeno se zvýšenou spotřebou tvrdokovu nebo nástrojové oceli a se zvýšením osového napětí v roztažnosti, které ovlivňuje činnost unášecího trnu.

Zvýšení počtu přetvářecích součástí, které má stejný úkol a to zajištění pevnosti nástroje, vede ke zvýšení spotřeby materiálu pro nástroj a snížení efektivnosti opracování.

Existence vůle mezi unášecím trnem a přetvářecími součástmi zapříčiňuje také další nevýhodu známého nástroje – vznikají totiž při opracování radiální vibrace, které ovlivňují kvalitu povrchu a přesnost opracování.

Je nutno také uvést, že zmenšení přesnosti opracování s nástrojem popsané konstrukce může být způsobeno elastickým přetvářením v mezích dané vůle, vzniklým působením radiálního zatížení při opracování.

Vynálezu byla stanovena úloha vytvořit takový nástroj k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením, jehož pevnost může být zvýšena napětími, vzniklými v důsledku radiálního zatížení v přetvářecích součástech při zpětnému chodu.

Daná úloha byla vyřešena tím, že v nástroji opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením, opatřeném nejméně jednou přetvářecí součástí, mající vnější pracovní plochu, u níž v procesu opracování vzniká oblast styku s nástrojem a je svou vodicí plochou nalisována na vodicí plochu unášecího trnu a je dále opatřen přídržnou součástí k upevnění přetvářecí součásti ve směru osy na unášecí trn, je podle vynálezu vodicí plocha unášecího trnu a přetvářecí součásti provedena v oblasti, ležící proti styku s výrobkem tak, že příčný rozměr vodicí plochy unášecího trnu převyšuje odpovídající příčný rozměr vodicí plochy přetvářecí součásti o takovou hodnotu, která umožňuje vznik lisovaného uložení.

Vytvořením přesahu mezi přetvarovací součástí a unášecím trnem v činné oblasti radiálního zatížení (odpovídá oblasti záběru přetvářecí součásti), je toto namáhání zachycováno nejen přetvarovací součástí, ale také unášecím trnem. Jinak řečeno, v této oblasti pracuje nástroj tak, jako by byl proveden z jednoho kusu s plochou průřezu rovnou součtu průřezových ploch přetvářecích součástí a unášecího trnu. Dále jsou ohybová namáhání na přetvářecí součásti dané konstrukce menší než v nástroji, který má vůli mezi přetvářecí součástí a unášecím trnem. Tím je umožněno zvýšení pevnosti nástroje, určeného k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením. Toto odstranění ohybových namáhání dává možnost zhotovit nástroj s minimálním počtem přetvářecích součástí, zmenšit jeho spotřebu materiálu a zvýšit účinnost opracování. Dále může být tím zmenšena tloušťka stěny přetvářecí součásti, čímž je možné zvětšit příčné rozměry unášecího trnu za účelem zabezpečení jeho pevnosti v tahu.

Zpětný chod nástroje, určeného k opracování vnitřních ploch výrobků plastickým přetvářením a ovlivněného ohybovým napětím v přetvářecí součásti, dovoluje zhotovit tyto součásti ze slitin s nižším obsahem spojovacího kovu, které mají zvýšenou odolnost proti opotřebení a nedochází u nich k adhezivnímu spolupůsobení s opracovávaným výrobkem. Přitom se dosáhne zvýšení kvality povrchu a zlepšení fyzikálně mechanických vlastností povrchové vrstvy.

Přesah mezi přetvářecí součástí a unášecím trnem v činné oblasti radiálního namáhání odstraňuje vibrační a ohybové jevy u stěn přetvarovacích součástí, které mají negativní vliv na kvalitu povrchu a přesnost opracování.

Je účelné provést vodicí plochu unášecího trnu v oblasti ležící proti oblasti záběru s výrobkem ve tvaru kužele. Toto umožňuje vytvoření přesahu při sestavování nástroje a zajišťuje ohraničení lisova-

ného uložení uvnitř dané oblasti při dodržení vypočtených příčných rozměrů vodicích ploch.

Je výhodné, provede-li se vodicí plocha přetvářecí součásti v oblasti, ležící proti oblasti záběru výrobku, ve tvaru válce. Přitom je velikost přesahu v sestaveném výrobku měnitelná a stoupá ve směru zvětšení příčných rozměrů (průměru) kuželovité vodicí plochy unášecího trnu. Takové rozdělení přesahu v činné oblasti radiálního namáhání odpovídá rozdělení tohoto namáhání, v procesu opracování, když směr posuvu nástroje souhlasí se směrem zvětšení průměru vodicí plochy unášecího trnu. Tím je splněn požadavek rovnoměrné pevnosti. Je-li při opracování výrobku směr posuvu nástroje opačný než směr zvětšení průměru vodicí plochy unášecího trnu, snižuje vedení na této ploše válcové vodicí plochy přetvářecí součásti případnou možnost zničení této součásti, vyvolané přesunutím přetvářecí součásti podél osy unášecího trnu působením odtlačovací reakční síly.

Je-li vodicí plocha přetvářecí součásti provedena válcovitá, je účelné, činí-li kuželovitost vodicí plochy unášecího trnu v oblasti, ležící proti oblasti záběru 0,001 až 0,15. Toto vytváří optimální délku úseku, na níž je uskutečněno přesahové vedení a dále stanovena jeho poloha uvnitř činné oblasti radiálního namáhání.

Podstata vynálezu je dále podrobně popsána na příkladu provedení a podle připojených výkresů, na nichž značí

obr. 1 nástroj podle vynálezu, určený k opracování výrobků přetvářením, opatřený jednou přetvářecí součástí,

obr. 2 činnou oblast radiálního namáhání přetvářecí součásti, obr. 3 nástroj podle vynálezu k opracování vnitřních ploch přetvářením, opatřeném větším počtem přetvářecích součástí, oddělených distančními součástmi.

Nástroj k opracování vnitřní plochy výrobků přetvářením je opatřen přetvářecí součástí **1** (obr. 1), unášecím trnem **2** a uchycením **3.**

Přetvářecí součást **1** je za účelem provedení přetváření vnitřního povrchu výrobku upravena při rovinném posuvu součásti **1** na opracovávaném povrchu. (Směr pracovního posuvu nástroje podle vynálezu naznačen na výkrese šipkou **A**).

Součást je zhotovena ve tvaru kroužku. Na vnější straně je součást **1** opatřena pracovní plochou **4** a na vnitřní straně vodicí plochou **5.**

Při opracování vnitřních ploch výrobků se dosáhne pracovní plocha **4** do styku s výrobkem v oblasti záběru **B** (obr. 2), ohraničené rovinami **C, D.**

Prostor, ohraničený uvedenými rovinami **C, D,** tvoří během práce nástroje činnou oblast radiálního namáhání.

Unášecí trn **2** je opatřen čepem **6** (obr. 1), jedním předním vedením **7,** vodicím úsekem **8** s vodicí plochou **9** a závitovou hlavou **10.**

Součást **1** je svou vodicí plochou **5** nalisována na vodicí plochu **9** unášecího trnu.

Přitom je vodicí plocha **9** podle výhodného provedení vynálezu provedena kuželovitá. Je však také možný jiný tvar plochy **9,** například tvaru válce. Příčný rozměr (v daném případě průměr), vodicí plochy **9** v oblasti **E,** ležící proti oblasti záběru **B** a ohraničené rovinami **C, D** (obr. 2) má překračovat odpovídající příčný rozměr vodicí plochy **5** přetvářecí součásti **1** ve všech příkladech provedení vynálezu o hodnotu, zajišťující lisované uložení. Kuželovitý tvar plochy **9** ulehčuje vytvoření přesahu v činné oblasti radiálního namáhání a zajišťuje ohraničení lisovaného uložení v dané oblasti **E** při dodržení vypočtených příčných rozměrů vodicích ploch **9, 5.**

Aby bylo zajištěno lisované uložení přetváření součásti **1** uvnitř činné oblasti radiálního namáhání, má vodicí plocha **9** unášecího trnu **2** podle výhodného příkladu provedení vynálezu kuželovitost od 0,001 do 0,15 a vodicí plocha **5** přetvářecí součásti **1** je provedena válcovitá.

Je-li vodicí plocha **5** provedena válcovitá, stane se ve sestaveném nástroji velikost přesahu proměnná a stoupá ve směru zvětšení průměru kuželovité vodicí plochy **9.** Je-li při procesu opracování směr pracovního posuvu nástroje podle vynálezu opačný než je směr zvětšení průměru vodicí plochy **9,** odpovídá rozdělení přesahu v činné oblasti radiálního namáhání rozdělení tohoto namáhání. Tím je v dané oblasti splněn požadavek rovnoměrné pevnosti. Souhlasí-li při opracování výrobku směr posuvu nástroje se směrem zvětšení průměru vodicí plochy **9** (obr. 1), zmenšuje vedení na tuto plochu **9** válcovité vodicí plochy **5** přetvářecí součásti **1** případné zničení této součásti, které vyplývá z posunutí přetvářecí součásti **1** podél osy unášecího trnu **2** působením odtlačovací reakční síly.

Je třeba uvést, že při kuželovitosti plochy **9** menší než 0,001, je daná poloha přesahu uvnitř činné oblasti radiálního namáhání těžko uskutečnitelná a při kuželovitosti větší než 0,15 není zajištěno uložení válcovité plochy na kuželovitou plochu s přesahem v potřebné délce.

Jiné provedení vodicích ploch **9, 15,** například jako kuželovité plochy se stejnou kuželovitostí uvnitř činné oblasti radiálního namáhání vyžaduje dodržení zvýšené přesnosti příčných rozměrů vodicích ploch.

Aby se umožnilo středění přetvářecí součásti **1** a ulehčil postup sestavování nástroje na vodicí plochu **5** vytvořen zářez **11,** vyplněný klínem se záporným kuželem. Kuželovitost zářezu **11,** jak je zřejmo, převyšuje kuželovitost vodicí plochy **9.**

Uchycení **3** (obr. 1) je určeno k upevnění přetvářecích součástí **1** na unášecím trnu **2** v osovém směru.

Uchycení **3** ve tvaru matice **12** je našroubováno na řezný konec unášecího trnu **2.**

Vodicí povrch matice **12** je určen k vedení nástroje podle vynálezu. V koncové části matice **12** je vytvořeno osazení **13** určené k přenášení pohybu ve směru opačném proti šipce **A.**

Je třeba uvést, že při pohybu nástroje ve směru opačném vůči směru zvětšování průměru vodicího

povrchu **9** unášecího trnu **2,** slouží vodicí povrch matice **12** jako vedení nástroje a přední vedení **7** unášecího trnu **2** je pak zadním vedením nástroje.

Při opracování vnitřních povrchů dílů, podléhajících deformacím, má nástroj, jak známo, několik přetvářecích součástí **1** (obr. 3), rozmístěných mezi distančními součástmi **14.**

Počet přetvářecích součástí **1** se volí podle potřeby zabezpečení potřebné přesnosti a kvality opracovávaného povrchu. Přitom se přetvářecí součásti **1** upevní na unášecí trn **2** tak, aby příčné rozměry pracovní plochy **4** přetvářecích součástí **1** s posuvem nástroje plynule narůstaly.

Distanční součásti **14** jsou provedeny ve tvaru dvou závitových pouzder **15, 16.** Takové provedení distančních součástí **14** zjednodušuje sestavení a rozebrání nástroje při výměně opotřebených součástí.

Sestavení nástroje, znázorněného na obr. 3, se podle vynálezu provádí následujícím způsobem: Dálka distančních součástí se pomocí závitových pouzder nastaví minimální. Dále se na vodicí ploše **9** unášecího trnu **2** umístí střídavě distanční a přetvářecí součást **14,** případně **1.** Po nasazení celé sady těchto součástí se na závitovou hlavu **10** unášecího trnu **2** našroubuje uchycení **3,** v důsledku čehož se poslední přetvářecí součást **1** nasune na vodicí plochu **9** unášecího trnu **2** až k dorazu a tím se v oblasti **E** vytvoří předem stanovený přesah. Vytvoření požadovaného přesahu u ostatních přetvářecích součástí se zajistí přesunutím distančních součástí **14** (obr. 3).

Při rozebírání nástroje, které se zpravidla provádí za účelem výměny opotřebených součástí, se nejprve sejme uchycení **3** a poté zvětšením délky prvé distanční součásti **14** se sejme celá sada distančních a přetvářecích součástí **14, 1.**

Je možné také jiné provedení součástí **14,** například ve tvaru jednodílných pouzder. Rozebrání nástroje a výměna opotřebených dílů je však při tom komplikovanější.

Při přetvářecím tažení přichází do záběru pracovní plocha **4** přetvářecí součásti **1** s vnitřním povrchem opracovávaného výrobku (obr. 2). Přetvářecí součást **1** zachycuje přitom radiální namáhání. Vzhledem k tomu, že konstrukce nástroje zajišťuje vytvoření přesahu mezi unášecím trnem **2** a přetvářecí součástí **1** a to na nejvíce zatížené části, přejímá unášecí trn **2** při tažení radiální namáhání a odlehčí přetvářecí součást **1.** Nástroj pracuje v této oblasti tak, jako kdyby byl z jednoho kusu o ploše průřezu rovné součtu průřezových ploch přetvářecí součásti **1** a unášecího trnu **2.**

V další části je popsán konkretní příklad provedení vynálezu.

K protažení otvoru o průměru 45+0,34 a délce 200 mm v pouzdru, zhotoveného za tepla válcované trubky 65×12 z oceli s obsahem uhlíku do 0,2% byl vyvinut nástroj pro opracování vnitřního povrchu přetvářením, opatřený čtyřmi přetvářecími součástmi **1** z tvrdokovových slitin (obr. 3) s vnějšími průměry 42,4; 43,4; 44,4; 45,4.

Kuželovitost vodicí plochy **9** unášecího trnu **2** činí 0,002 a jeho průměr byl na předním vedení **7** zvolen $25_{-0,02}$ mm. Přitom byly průměry válcových vodicích ploch přetvářecích součástí stanoveny takto: první $25^{-0,20}_{-0,22}$, druhý $25^{-0,40}_{-0,42}$, třetí $25^{-0,60}_{-0,62}$ a čtvrtý $25^{-0,80}_{-0,82}$ mm.

Vzdálenost přetvářecích součástí činila 100 mm a kuželovitost úseku **9** činila 0,01. Délka distančních součástí **14** byla nastavitelná v rozmezí 40 mm.

Přestože při zkoušení dosahovala tažná síla na každé přetvářecí součásti **1** při opracování šesti uvedených pouzder hodnot v rozmezí 10 až 12 tun, nebyly přetvářecí součásti poškozeny.

Napětí, působící na tyto čtyři součásti **1,** činila 45,6; 43,8; 42,4, případně 41,2 kp/mm^2, což je přibližně o dvojnásobek méně než napětí, působící na stejně veliké přetváření součásti známého nástroje. Nástroj podle vynálezu má tedy vyšší pevnost.

Mimoto umožňuje nástroj na opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením zvýšení kvality povrchu a zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností povrchové vrstvy. Popsaná konstrukce nástroje umožňuje opracovávat otvory o průměru 5 až 200 mm a silnostěnné součásti, u nichž poměr síly k průměru otvoru činí 0,5 až 0,6.

Stupeň přetváření činí přitom 3 až 20 %. Vynález umožňuje zhotovit nástroj s minimálním počtem přetvářecích součástí, čímž se sníží spotřeba materiálu a stoupne účinnost opracování.

Shora byly popisovány konkrétní příklady provedení vynálezu, které dovolují odborníkům provedení změn a doplňků podle daného oboru techniky. V důsledku toho není vynález omezen na popsané příklady nebo jednotlivé součásti, mohou být v nich provedeny změny, které nemění podstatu vynálezu a leží v rámci vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Nástroj k opracování vnitřních ploch výrobků přetvářením, opatřený nejméně jednou přetvářecí součástí s vnější pracovní plochou, na níž v procesu opracování vzniká oblast záběru s výrobkem a který je svou vodicí plochou nasazen na vodicí ploše unášecího trnu, a opatřený dále uchycením pro upevnění přetvářecí součásti na unášecím trnu ve směru osy, vyznačený tím, že v oblasti (E), ležící proti oblasti záběru (B), jsou příčné rozměry vodicí plochy (9) unášecího trnu (2) větší než příčné rozměry vodicí plochy (5) přetvářecí součásti (1) o hodnotu, která zajišťuje vytvoření lisovaného uložení.

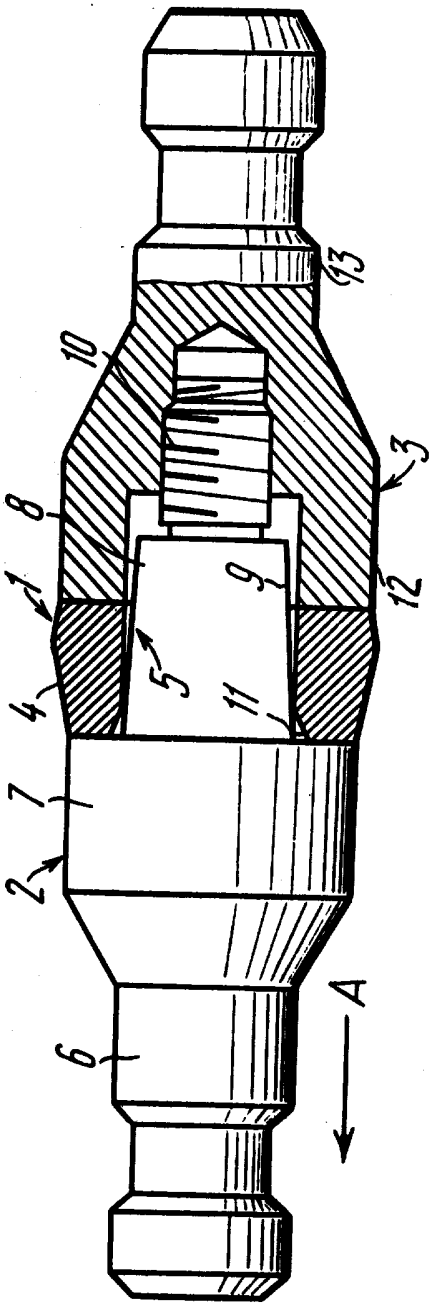
2. Nástroj podle bodu 1, vyznačený tím, že

vodicí plocha (9) je v oblasti (E) ležící proti oblasti záběru (B), provedena ve tvaru kužele.

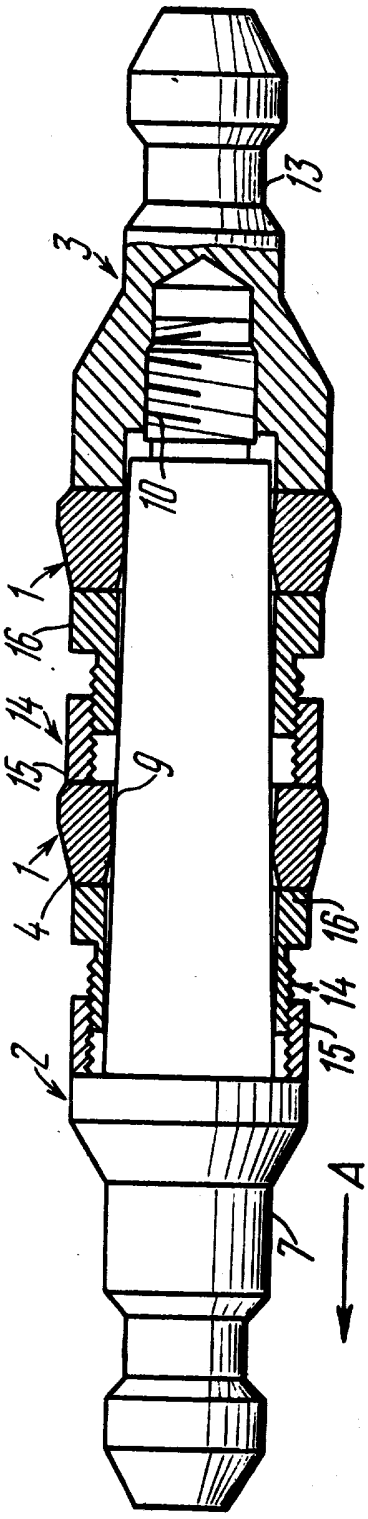
3. Nástroj podle bodu 2, vyznačený tím, že kuželovitost vodicí plochy (9) unášecího trnu (2) činí v oblasti (E) ležící proti oblasti záběru (B), 0,001 až 0,15.

4. Nástroj podle bodu 3, vyznačený tím, že vodicí plocha (5) přetvářecí součásti (1) je v oblasti (E), ležící proti oblasti záběru (B), provedena ve tvaru válce.

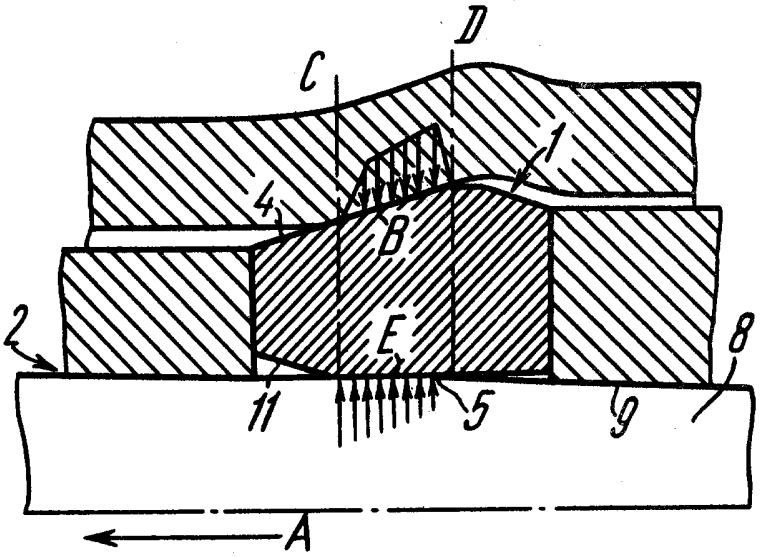
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2