

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218921
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 05 H 1/26



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 20 08 81
(21) (PV 6255-81)

(40) Zveřejněno 26 03 82

(45) Vydáno 15 06 85

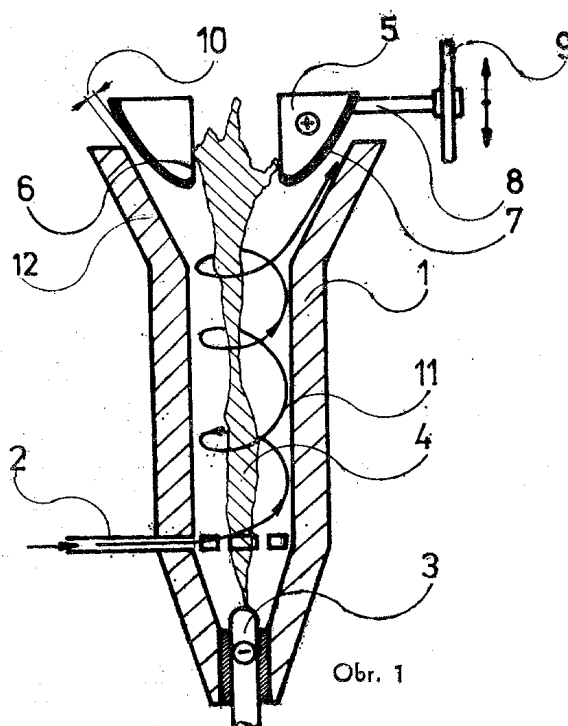
(75)
Autor vynálezu DUNDR JIŘÍ ing. CSc., BUŠTĚHRAD

(54) Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu

1

2

Vynález se týká uzlu výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu. Nově řešený výstupní uzel umožňuje oddělení vystupující vysokoteplotní plazmy od okrajových chladnějších vrstev plynu. Výstupní uzel se skládá z nálevkovitě se rozšiřujícího výstupního otvoru, v němž je posuvatelně umístěn prstencovitý usměrňovací segment s válcovou vnitřní plochou pro odvod středové části plynu a s kuželovitou vnější plochou, jejíž vrchol směřuje do výbojové komory, přičemž je mezi jeho vnější plochou a vnitřní plochou výstupního otvoru mezera pro odvod okrajové chladnější vrstvy plynu, a usměrňovací segment je ovládán posunovacím zařízením pro pohyb ve směru podélné osy výbojové komory.



Vynález se týká nového uspořádání uzlu výstupní elektrody, umístěného ve výstupním otvoru výbojové komory a oddělujícího vystupující vysokoteplotní plazma od okrajových relativně chladnějších vrstev plynu.

Plazmatrony jsou zařízení používaná pro ohřev pracovního média, jako plynů a kapalin, na velmi vysoké teploty. Ohřev plynu probíhá ve výbojové komoře, kde mezi elektrodami různého tvaru hoří elektrický oblouk. S ohledem na intenzivní přenos tepla mezi prostorem oblouku, kde teploty plynu přesahují často hranici 10 000 až 20 000 stupňů K a stěnou výbojové komory vždy značně větší než je průměr elektrického oblouku. Tímto opatřením je dosahována vyhovující tepelná účinnost. Nevýhodou je však, že mezi obloukem a stěnou výbojové komory proudí někdy i převážná část pracovního plynu a nezúčastňuje se ohřevu. V oblasti anody — tj. ve výstupním otvoru výbojové komory — působením rychlého přemísťování radiální části elektrického oblouku a vlivem pohybu anodových stop, dochází k intenzivnímu promíchávání části plynu proudícího elektrickým obloukem a okrajové chladnější vrstvy plynu proudící při stěně výbojové komory.

V případě axiálního průtoku plynu výbojovou komorou se tak promíchávají dva soustředné paralelní proudy a z výbojové komory vytéká přímý proud s rychlostní a teplotní strukturou, poněkud rozrušenou míscími pochody způsobeným přemísťováním anodových stop a přiléhající částí elektrického oblouku. Důsledkem směšování je mj. i snížení střední teploty generovaného proudu plazmatu a zkrácení délky oblasti maximálních teplot. Stabilita „hoření“ elektrického oblouku u tohoto typu plazmatronu je špatná a životnost elektrod nevyhovující. Určité zlepšení způsobí zmenšení průměru výbojové komory — tzn. přechod na stabilizaci elektrického proudu stěnou — ovšem za cenu tak značných ztrát tepla, že zařízení je pro praxi z ekonomických důvodů nepoužitelné.

Proto se častěji používají plazmatrony, kde pracovní plyn je přiveden do výbojové komory tangenciálně. Tangenciální přívod způsobí, že proudové pole ve výbojové komoře má charakter obdobný potenciálnímu víru. Plyn neproudí jen ve směru osy výbojové komory, ale má výraznou tangenciální složku rychlosti, která se zvětšuje z nulové hodnoty v ose výbojové komory na maximální velikost v těsné blízkosti stěny. Axiální složka rychlosti proudění ve výbojové komoře je v předpokládané oblasti elektrického oblouku přibližně konstantní a v blízkosti stěny vykazuje zvýšení hodnoty. Proto ve středové oblasti proudí žhavý plyn, tj. plazma přibližně v axiálním směru, zatímco chladný plyn u stěny má značnou rotační složku. Vzhledem k rozdílu mezních hustot plynu u stěny a plazmatu ve středové části proudí u stěny v její těsné blízkos-

ti i více než polovina celkové průtočné hmotnosti. Tento způsob proudění plynu se používá pro zlepšení stabilisace polohy elektrického oblouku ve středové části výbojové komory a toto uspořádání se často nazývá jako plazmatron s vírovou stabilisací elektrického oblouku.

I v tomto případě dochází na konci výbojové komory ve směšování studeného středového proudu plynu, proudícího v mezikruhovém prostoru mezi stěnou plazmatronu a prostorem elektrického oblouku a žhavého plazmatu, proudícího ve středové části výbojové komory. Značná tangenciální složka studeného plynu způsobí dodatečnou rotaci žhavému jádru, což se projeví jak na struktuře proudu vytékajícího plazmatu, tak i snížením jeho střední teploty. Proud plazmatu, vytékajícího z výbojové komory, má sice vlivem vírové stabilisace symetrický tvar, ale značně velká tangenciální složka rychlosti způsobuje, že proud má strukturu obdobnou isothermickému volnému vírovému proudu s krátkým dosahem jádra proudu a s velkým úhlem jeho rozšíření, což je nejčastěji nevhodné pro praktickou aplikaci proudu plazmatu v technologii, kde se vyžaduje co největší dosah plazmatu, například při řezání silných materiálů, a dostatečné axiální působení, zejména při nanášení práškových materiálů na povrch těles. Uvedený tvar proudu plazmatu s velkým úhlem rozšíření způsobuje rozprášení nanášeného materiálu do okolí, a tím ztráty.

Jsou ještě další modifikace zavádění a usměrňování pracovního nebo i pomocného plynu. Účelem těchto úprav je mimo jiné zlepšení charakteristik vytékajícího plazmatu, například rychlostního a teplotního pole.

Dalším prvkem, který může tyto charakteristiky ovlivnit, je výstupní elektroda, která bývá většinou anodou umístěnou na výstupním otvoru výbojové komory. Tato výstupní elektroda má převážně tvar válcového prstence, který dosedá na čelní plochu výstupního otvoru. S vytékajícím plazmatem přichází do styku jen vnitřní stěna prstence, která většinou lícuje s vnitřní stěnou výstupního otvoru a buď zachovává směr stěny výstupního otvoru, nebo se kuželovitě či zaobleně zužuje do tvaru trysky, jejíž vrchol kužele směřuje z výbojové komory. Takovéto uspořádání výstupní elektrody nutí, aby nejteplejší plazmové jádro vytékalo neoddělené od okrajové, relativně chladnější vrstvy plynu, s níž se částečně mísí, a tím se značně snižuje maximální teplota plazmy.

Uvedené nevýhody odstraňuje uzel výstupní elektrody vyřešení podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že v nálevkovitě se rozšiřujícím výstupním otvoru je posouvateľně umístěn prstencovitý usměrňovací segment s válcovou vnitřní plo-

chou pro odvod středové části plynu a s kuželovitou vnější plochou, jejíž vrchol směřuje do výbojové komory, přičemž je mezi jeho vnější plochou a vnitřní plochou výstupního otvoru mezera pro odvod okrajové chladnější vrstvy plynu, a usměrňovací segment je ovládán posunovacím zařízením pro pohyb ve směru podélné osy výbojové komory.

Velmi výhodné je, jestliže alespoň část usměrňovacího segmentu je současně výstupní elektrodou.

Jedno z možných provedení je, že vnější plocha usměrňovacího segmentu a vnitřní plocha výstupního otvoru jsou rovné.

Další možnou obměnou je, že alespoň jedna z uvedených vnější nebo vnitřní plochy je zaoblená.

Válcová vnitřní plocha může mít průměr D_a menší než průměr D_{vk} výstupního otvoru.

Zásadní výhodou uzlu výstupní elektrody uspořádaného podle tohoto vynálezu je možnost oddělit nejteplejší středovou část plazmatu od chladnější okrajové vrstvy plynu. Tato skutečnost se u výbojových komor s axiálním průtokem pracovního plynu projevuje tím, že umožňuje zvýšení teploty vytékajícího plazmatu.

Oddělení okrajové chladnější vrstvy vytékajícího plynu se ještě výrazněji uplatní u výbojových komor s tangenciálním přívodem plynu, kde při výstupu navíc podstatně nebo úplně omezuje tangenciální složku rychlosti ve výtokovém proudu, a tak lze dosáhnout vyšší teploty proudu plazmatu. Dále se docílí přímý výtok plazmatu z výbojové komory a kromě toho je možno změnou množství odváděného chladného plynu řídit hydrodynamické a teplotní charakteristiky proudu plazmatu. V případě, že je třeba vytékající plazmu chránit ochranným plynem, umožňuje konstrukce uzlu výstupní elektrody usměrnění ochranného plynu tak, aby kryl vystupující plazmu a materiál, na který se plazmou působí.

Konstrukce uzlu výstupní elektrody zhotoveného podle tohoto vynálezu je znázorněna na přiložených třech výkresech, na kterých představuje obr. 1 podélný řez výbojovou komorou s tangenciálním vstupem plynu a obr. 2 až 6 znázorňují různé varianty tvaru usměrňovacího segmentu a různé možnosti usměrňování okrajové chladnější vrstvy plynu.

V příkladném provedení se uvažuje výbojová komora 1 s tangenciálním přívodem plynu 2, umístěným v blízkosti katody 3, která je na jednom konci výbojové komory 1. Na druhém konci je nově vytvořený uzel výstupní elektrody. Mezi oběma elektrodami hoří elektrický oblouk. Tento uzel je tvořen nálevkovitě se rozšiřujícím výstupním otvorem 12, do něhož zapadá usměrňovací segment 5. Vnitřní plocha tohoto výstupního otvoru 12 může být buď rovná, nebo zakřivená. Její tvar se řídí většinou požadavkem, kam se má usměrnit okrajová

chladnější vrstva plynu 11. Do výstupního otvoru zapadající usměrňovací segment 5 má vždy tvar prstence, jehož vnitřní plocha 6 má tvar válce, kterým vystupuje odděleně nejžhavější středová část plynu. Vnější plocha 7 usměrňovacího segmentu 5 se vždy kuželovitě zužuje směrem do vnitřku výbojové komory 1, avšak nedotýká se vnitřní plochy výstupního otvoru 12, takže vzniklou štěrbinou 10 proudí okrajová chladnější vrstva plynu 11. Uvedená vnější plocha 7 může být rovná, jak je znázorněno na obr. 3, 5, 6, nebo zaoblená, jak je znázorněno na obr. 1, 2, 4. Tvar vnější plochy 7 je volen tak, aby ve správném místě odděloval nejžhavější středovou část plynu od okrajové chladnější vrstvy plynu 11. Tím se zamezí, aby se vystupující plazma smíchala a ochlazovala okrajovou chladnější vrstvou plynu 11.

Další funkcí vnější plochy 7 je usměrnění výtoku okrajové chladnější vrstvy plynu 11 podle technologických požadavků. Tato možnost nabývá obzvláště na důležitosti, jestliže se do výbojové komory 1 vhání podél její stěny ochranný plyn, který může být i velmi drahý. Podle obr. 1 je možno okrajovou chladnější vrstvou plynu 11 nebo ochranného plynu odvádět v širším kuželu kolem proudící plazmy. Tím je plazma chráněna proti okolní atmosféře a současně se může ovlivnit i tvar plazmy. Vnější plocha 7 tvarovaná podle obr. 2 umožňuje usměrnění ochranného plynu v úzkém kuželu přiléhajícím k proudu plazmatu. Pokud by nebylo žádoucí, aby kolem volného proudu plazmatu proudila okrajová chladnější vrstva plynu 11 nebo ochranný plyn, je možno je odvádět z výbojové komory pod různým úhlem α , případně je možno jich použít při recirkulaci ať už z důvodu, že se jedná o předebratý plyn nebo o nákladný ochranný plyn.

Dalším funkčním prvkem usměrňovacího segmentu 5 je vnitřní průměr D_a prstence, který může být buď menší než průměr D_{vk} výbojové komory 1 před výstupním otvorem 12, případně může být stejně velký, eventuálně by mohl být i větší.

Kromě usměrňovací funkce může usměrňovací segment 5 převzít i funkci výstupní elektrody. Pro tento případ je na všech obrázcích označen znaménkem $\oplus$. Toto sloučení funkcí je obzvláště výhodné, poněvadž tím odpadne nutnost umístění samostatné výstupní elektrody buď před, nebo za usměrňovací segment 5. Další kombinační možnost je znázorněna na obr. 5, kde alespoň část usměrňovacího segmentu 5 tvoří výstupní elektrodu. Izolací 13 je výstupní elektroda odizolována a zbývající dolní část má funkci pouze usměrňovací. V závislosti na velikosti štěrbin 10 je možno také vnější plochu 7 elektricky izolovat, což je na obr. 1 až 5 znázorněno šrafovanou vrstvou.

Usměrňovací segment 5 je upevněn na

posunovacím zařízením, například na chlazeném držáku 8, který se posouvá na vedení 9. Posunovací zařízení umožňuje pohyb usměrňovacího segmentu 5 ve směru podélné osy výbojové komory 1, čímž lze měnit velikost štěrby 10 mezi vnější plochou 7

usměrňovacího segmentu 5 a výstupním otvorem 12 výbojové komory 1. Pomocí velikosti štěrby 10 lze regulovat množství odváděného chladnějšího plynu 11, čímž se ovlivňuje i teplota vystupující plazmy, eventuálně i tvar hrotu plazmy.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu, obsahující výstupní otvor výbojové komory a výstupní elektrodu, vyznačený tím, že v nálevkovitě se rozšiřujícím výstupním otvoru (12) je posuvatelně umístěn prstencovitý usměrňovací segment (5) s válcovou vnitřní plochou (6) pro odvod středové části plynu a s kuželovitou vnější plochou (7), jejíž vrchol směřuje do výbojové komory (1), přičemž je mezi jeho vnější plochou (7) a vnitřní plochou výstupního otvoru (12) štěrbina (10) pro odvod okrajové chladnější vrstvy plynu (11), a usměrňovací segment (5) je ovládán posunovacím zařízením pro pohyb ve směru podélné osy výbojové komory (1).

2. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu podle bodu 1 vyznačený tím, že alespoň část usměrňovacího segmentu (5) je současně výstupní elektrodou.

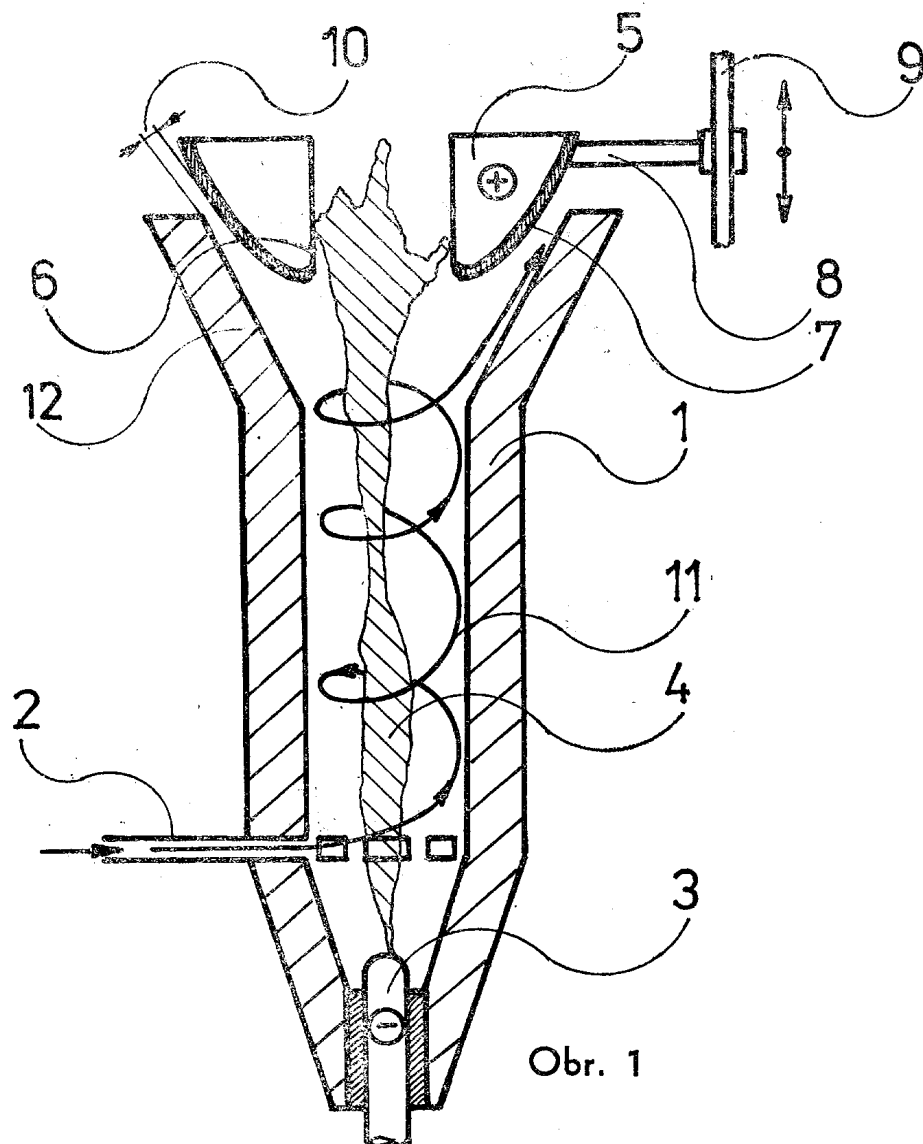
3. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu podle bodu 1 vyznačený tím, že vnější plocha (7) usměrňovacího segmentu (5) a vnitřní plocha výstupního otvoru (12) jsou rovné.

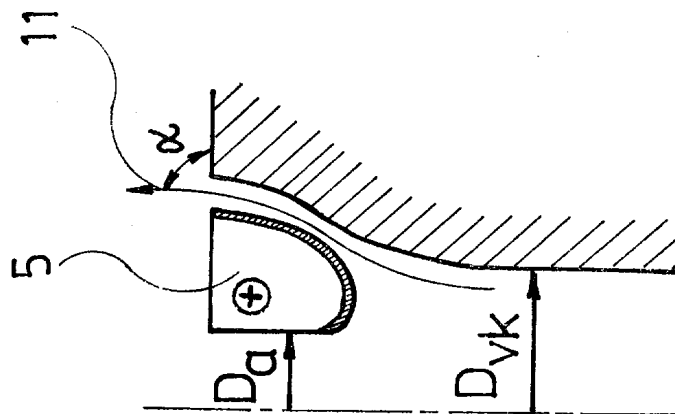
4. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu podle bodu 1 vyznačený tím, že alespoň jedna z vnější nebo vnitřní plochy (7, 12) je zaoblená.

5. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu podle bodu 1 vyznačený tím, že válcová vnitřní plocha (6) má průměr (D_a) shodný s průměrem (D_{vk}) výstupního otvoru (12).

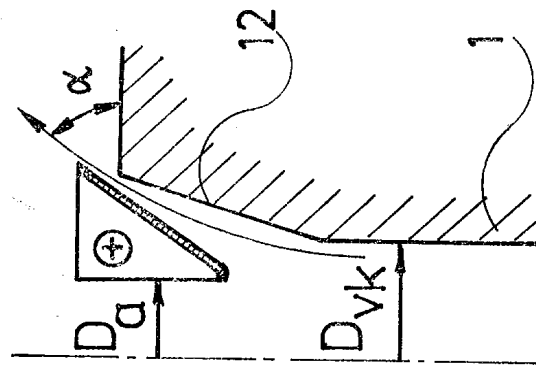
6. Uzel výstupní elektrody výbojové komory plazmatronu podle bodu 1 vyznačený tím, že válcová vnitřní plocha (6) má průměr (D_a) menší než průměr (D_{vk}) výstupního otvoru (12).

3 listy výkresů

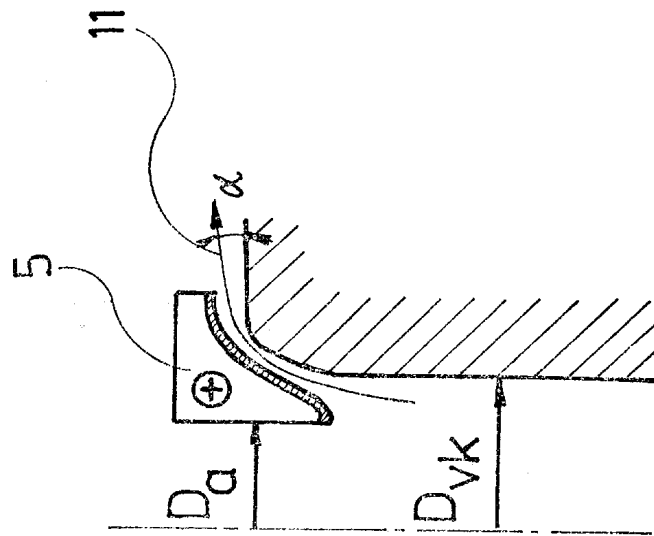




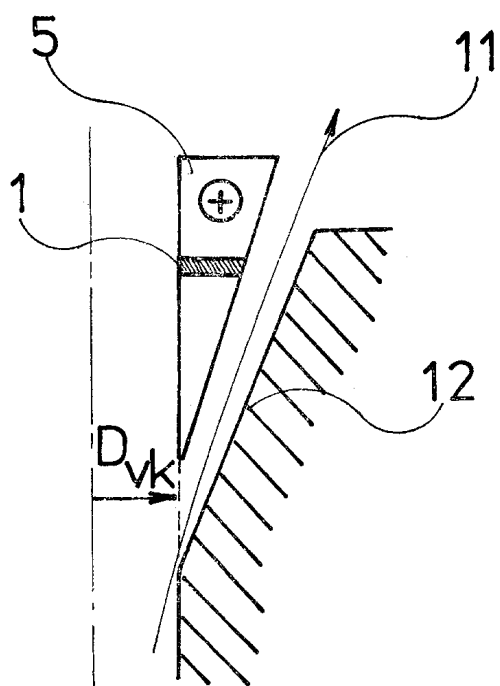
Obr. 2



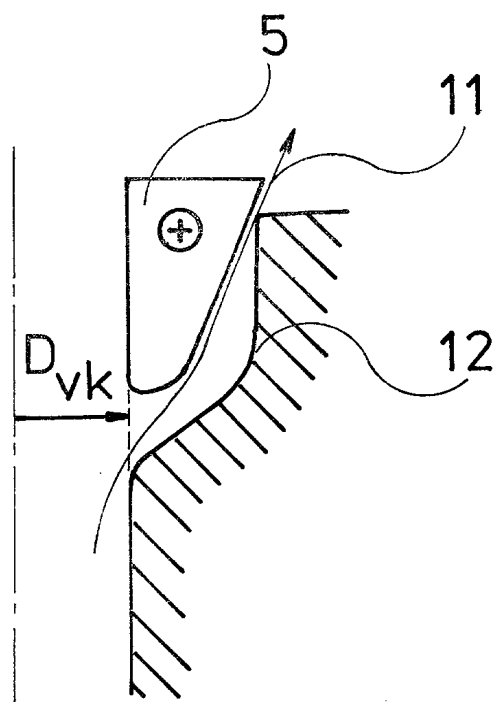
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6