

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 307 863

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**B24C 5/04** (2006.01)  
**B05B 7/14** (2006.01)  
**B26F 3/00** (2006.01)  
**B08B 3/02** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-235**  
(22) Přihlášeno: **22.05.2018**  
(40) Zveřejněno: **03.07.2019**  
**(Věstník č. 27/2019)**  
(47) Uděleno: **24.05.2019**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **03.07.2019**  
**(Věstník č. 27/2019)**

(56) Relevantní dokumenty:

US 2017326706 A; EP 3094448 A; US 4995202 A; JP S6228173 A; GB 774624 A.

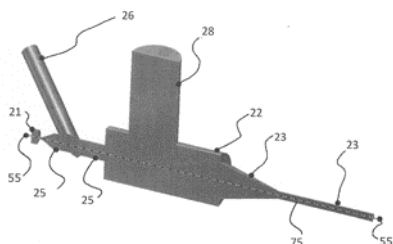
- (73) Majitel patentu:  
PTV, spol. s r.o., Hostivice, CZ  
Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Ostrava, Poruba, CZ
- (72) Původce:  
Ing. Zdeněk Říha, Ph.D., Brno, Kohoutovice, CZ  
Ing. Jiří Měšťánek, Praha 6, Řepy, CZ
- (74) Zástupce:  
PATENT SKY s.r.o., Karlovarská 814/115, 161 00  
Praha 6, Řepy

(54) Název vynálezu:

**Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu**

(57) Anotace:

Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu je určena pro čištění/odstraňování povrchů materiálů a dělení/rezání materiálů paprskem kapaliny obohaceným o pevné částice abraziva vedoucí ke zvýšení životnosti nástroje, zamezením poškození clony kapalinové trysky abrazivem, eliminací degradace abraziva uvnitř nástroje a zvýšení rezného výkonu a efektivity proudění. Obsahuje kapalinovou trysku (21), směšovací komoru (22), opatřenou alespoň jedním přívodem (28) směsi (94) plynu a abraziva, napojenou na abrazivní trysku (23), přičemž kapalinová tryska (21) ústí do přívodního kanálu (25), který ústí do směšovací komory (22), kapalinová tryska (21) a abrazivní tryska (23) leží ve společné ose, přičemž přívodní kanál (25) je opatřen přívodem (26) čistého plynu (96), který je vůči společné ose vykloněn o 10 až 90°.



CZ 307863 B6

## Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu

### Oblast techniky

5

Technické řešení spadá do oblasti hydrauliky. Předmětem patentu je nástroj pro čištění/odstraňování povrchů materiálů a dělení/řezání materiálů paprskem kapaliny obohaceným o pevné částice abraziva.

10

### Dosavadní stav techniky

V současné době se používá abrazivní hlavice jako nástroj převážně se samočinným přísáváním plynu a abraziva na dělení a řezání různých materiálů. Nástroj sestává ze tří hlavních částí, kapalinové trysky směšovací komory a abrazivní trysky. Uvedené části jsou řazeny za sebou podél osy nástroje, tak aby vysokorychlostní paprsek kapaliny vytvořený kapalinovou tryskou procházel osou nástroje v celé jeho délce. Jako kapalina zde může být použita voda. Jako plyn může být použit vzduch. Kapalinová tryska má za úkol přeměnit tlakovou energii na energii kinetickou a tím vytvořit vysokorychlostní paprsek kapaliny. Tenký paprsek kapaliny protéká středem nástroje, resp. středem ostatních hlavních součástí abrazivní hlavice. Pohyb paprsku středem směšovací komory může způsobovat samočinné přísávání plynu a abraziva do směšovací komory. Zde dochází k urychlení plynu a abrazivních částic vlivem pohybu vysokorychlostního paprsku kapaliny. Vzniklá směs kapaliny plynu a abrazivních částic proudí dále do abrazivní trysky, jejímž středem protéká. Ve vnitřní části tělesa abrazivní trysky, jenž je povětšinou tvořena vstupním kuzelem navazujícím na předchozí tvar směšovací komory a dlouhým válcovým otvorem, dochází k dalšímu urychlování plynu a částic abraziva vlivem proudění vysokorychlostního paprsku kapaliny.

Nevýhoda stávajících řešení, jako jsou patenty EP 2853349 A1, EP 0873220 B1 i US 2016/0129551 A1 nebo CZ PV 2014-754 A3, spočívá v tom, že vysokorychlostní paprsek kapaliny za kapalinovou tryskou vytváří takové proudové pole celé směsi, které dovoluje proudit abrazivním částicím až k vlastní kapalinové trysce. Kolem vysokorychlostního paprsku vzniká intenzivní zpětné proudění plynu, které dopravuje abrazivní částice k tělesu kapalinové trysky. Je prokázáno, že v důsledku proudění abrazivních částic v prostoru těsně za vodní tryskou dochází k jejímu opotřebení těmito abrazivními částicemi. Popisovaná skutečnost, ukázaná na obr. 1, vede k významnému snížení životnosti kapalinové trysky a tím také k významnému snížení životnosti celého popisovaného nástroje. Další následná nevýhoda spočívá v tom, že pokud má být zaručena dostatečná životnost nástroje, kapalinová tryska musí být vyrobena z velmi odolného a nákladného materiálu, např. z diamantu.

40

### Podstata vynálezu

Byla vyvinuta abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu pro dělení/řezání materiálů paprskem kapaliny obohaceným o pevné částice abraziva, která značně zvyšuje životnosti nástroje, zamezením poškození clony kapalinové trysky abrazivem a eliminací degradace abraziva uvnitř nástroje.

Abrazivní hlavice zcela zamezuje zpětnému proudění směsi plynu a abraziva zpět proti směru proudění k vodní trysce, díky čemuž se částice abraziva pohybují ve směru proudění ven z nástroje a nedochází k poškozování kapalinové trysky a degradaci samotného abraziva.

Zamezení zpětného proudění je konstrukčně zajištěno tak, že abrazivní hlavice obsahuje v přívodním kanálu kapalinového paprsku přívod čistého plynu. Díky přívodu čistého plynu dochází k přísávání plynu do abrazivní hlavice, čímž je zamezeno nežádoucí recirkulaci vzduchu

55

spolu s částicemi samotného abraziva, které poškozují vnitřní stěny nástroje, a především stěny kapalinové trysky. Recirkulace je znázorněna na obr. 1 a 2, kdy obr. 1 znázorňuje recirkulaci plynu a abraziva proti směru proudění až ke kapalinové trysce v případě, kdy není instalován přívod čistého plynu a obr. 2 znázorňuje proudění čistého plynu, kanálem ve směru proudění kapalinového paprsku, který vyplněním celého kanálu zamezuje zpětné recirkulaci plynu s abrazivem. Přívod čistého plynu do přívodních kanálů nástroje je tak realizován separátně před přívodem abraziva.

Ve směru od přívodu tlakové vody po abrazivní trysku, tj. ve směru proudění, nástroj sestává z kapalinové trysky, která je napojena na přívodní kanál, který je opatřen přívodem čistého plynu, ústí do směšovací komory a na směšovací komoru je napojena abrazivní tryska. Přívod čistého plynu je s výhodou vůči společné ose vykloněn o 10 až 90°. Do směšovací komory ústí alespoň jeden přívod směsi plynu a abraziva, s výhodou je směs plynu a abraziva přivedena do směšovací komory několika symetricky umístěnými přívody. Přívod směsi plynu a abraziva je s výhodou vůči společné ose nástroje vykloněn o 10 až 90°. S výhodou jsou přívody směsi plynu a abraziva napojeny na rozváděč směsi plynu a abraziva.

Kapalinová tryska, přívodní kanál, směšovací komora a abrazivní tryska jsou uloženy v ose nástroje za přívodem tlakové vody. Vnitřní průřez přívodního kanálu je menší než vnitřní průměr válcové části abrazivní trysky což také zajišťuje samočinné přisávání směsi plynu a abraziva do abrazivní trysky.

Přívod čistého plynu umožňuje prodloužit životnost již existujícího nástroje. Přívod čistého plynu lze realizovat do již existujícího nástroje poměrně jednoduchým způsobem, například pomocí elektro-erozivního obrábění. U existujícího nástroje se tak zcela eliminuje poškození kapalinové trysky abrazivními částicemi, přesto nedochází k poklesu řezného výkonu abrazivní hlavice ani úbytku energie.

Realizace konstrukce nástroje

Konstrukci nástroje je nutné volit s ohledem na stupeň jejich zatížení. Namáhané části nástroje, nosná tělesa a trysky, mohou být konstruovány z tvrdokovu nebo vysokopevnostní oceli odolné proti abrazivnímu opotřebení (např. ocel 17-4PH, ocel 17022, ocel 1.4057, ocel 17346 atd.), kapalinové trysky je výhodné volit z vysoce odolných materiálů, například z diamantu nebo safíru. Pro přívody a nenamáhané části nástroje je možné volit méně odolné materiály, například PVC.

Je výhodné, když je nástroj vytvořen z nosného tělesa, do kterého je vloženo vnitřní těleso kapalinové trysky spolu s ostatními částmi nástroje. V horní části nosného tělesa je umístěno připojení tlakové vody. Ve vnitřním tělese je uloženo těleso kapalinové trysky, těleso společného kanálu, těleso vložené trysky a těleso směšovací komory, přičemž tělesa a další komponenty mohou být napojeny pomocí šroubového spoje nebo lisovaným spojem nebo jiným permanentním i rozebíratelným způsobem. Více těles anebo komponent může být vyrobeno z jednoho kusu. Do spodní části nosného tělesa je uloženo těleso abrazivní trysky. Těleso abrazivní trysky může být s výhodou v nosném tělese fixováno šroubovým spojem nebo může být upevněno k nosnému tělesu přes kleštinu a matici. Směšovací komora může být přímo součástí nosného tělesa.

## Objasnění výkresů

Obr. 1 Stav techniky. Nástroj bez separátního přívodu čistého plynu 96.

Obr. 2 Nástroj se separátním přívodem 26 čistého vzduchu 96.

Obr. 3 Abrazivní hlavice podle příkladu 1 s jednou kapalinovou tryskou s přívodem 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25.

5 Obr. 4 Abrazivní hlavice podle příkladu 2 s jednou kapalinovou tryskou, se skloněným přívodem 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25.

Obr. 5 Abrazivní hlavice podle příkladu 3 s jednou kapalinovou tryskou, se skloněným přívodem 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25, a se skloněným přívodem 28 směsi 94 plynu a abraziva.

10

Obr. 6 Abrazivní hlavice podle příkladu 4 s jednou kapalinovou tryskou, se dvěma skloněnými přívody 26 čistého plynu 96 zaústěnými do přívodního kanálu 25 a se dvěma skloněnými přívody 28 směsi 94 plynu a abraziva.

15

### Příklady uskutečnění vynálezu

#### Příklad 1

20 Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu do přívodního kanálu.

Obr. 3 dokumentuje provedení nástroje s přísáváním čistého plynu 96 přívodem 26 zaústěným do přívodního kanálu 25 za vodní tryskou 21 umístěnou za přívodem 73 tlakové kapaliny. Vodní tryska 21 je napojena na přívodní kanál 25, do kterého je zaústěn přívod 26 čistého plynu 96.  
 25 Hlavní části nástroje, tj. vodní tryska 21, směšovací komora 22 a abrazivní tryska 23 jsou umístěny v ose 55 nástroje, přičemž osa 56 kapalinové trysky 21 je totožná s osou přívodního kanálu 25 a s osou 55 nástroje. Přívodní kanál 25 ústí do směšovací komory 22, do které je zaústěn jeden přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva. Vnitřní průřez přívodního kanálu 25 je menší, než vnitřní průřez válcové části 75 abrazivní trysky 23. Díky tomu je směs 94 plynu a abraziva nasávána do směšovací komory 22 skrze přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva samočinně, stejně  
 30 jako čistý plyn 96 je samočinně přísáván skrz přívod 26 čistého plynu 96. Směs 94 plynu a abraziva urychlovaná společným vysokorychlostním paprskem 95 kapaliny vstupuje do abrazivní trysky 23, která je napojena na směšovací komoru 22. Abrazivní tryska 23 je uložena v ose 55 nástroje na jeho konci. Zde dochází k dalšímu urychlení popisované směsi před dopadem na  
 35 řezaný materiál.

Nosné těleso abrazivní hlavice, ve kterém jsou uloženy: těleso kapalinové trysky 21 těleso směšovací komory 22 a těleso abrazivní trysky 23, obsahuje přívodní kanál 25 za vodní tryskou 21, přívod 26 čistého plynu 96 a přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva, je vyrobeno z oceli 17-4PH. Těleso směšovací komory 22 je vyrobeno z tvrdokovu. Těleso abrazivní trysky 23 je vyrobeno z tvrdokovu. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 26 čistého plynu 96 vyrobený z oceli 17022. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva vyrobený z oceli 17022.

45 U nástroje vyrobeného dle příkladu 1 nedochází k recirkulaci plynu díky přítomnosti přívodu 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25. Abrazivní částice se díky zabránění recirkulace nedostávají do blízkosti kapalinové trysky 21 a nepoškozují ji a zároveň zde nedochází k jejich degradaci.

50 Příklad 2

Abrazivní hlavice se skloněným přívodem čistého plynu do přívodního kanálu.

Obr. 4 dokumentuje příklad provedení nástroje s přísáváním čistého plynu 96 přívodem 26 zaústěným do přívodního kanálu 25 pod úhlem 55° vůči ose 55 nástroje ve směru proudění za  
 55

vodní tryskou 21 umístěnou za přívodem 73 tlakové kapaliny. Vodní tryska 21 je napojena na přívodní kanál 25, do kterého je zaústěn přívodem 26 čistého plynu 96. Hlavní části nástroje, tj. vodní tryska 21, směřovací komora 22 a abrazivní tryska 23 jsou umístěny v ose 55 nástroje, přičemž osa 56 kapalinové trysky 21 je totožná s osou přívodního kanálu 25 a s osou 55 nástroje.

5 Přívodní kanál 25 ústí do směřovací komory 22, do které je zaústěn také jeden přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva. Vnitřní průřez přívodního kanálu 25 je větší, než vnitřní průřez válcové části 75 abrazivní trysky 23. Díky tomu je směs 94 plynu a abraziva nasávána do směřovací komory 22 skrze přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva pomocí přetlaku, čistý plyn 96 je samočinně

10 přisáván skrz přívod 26 čistého plynu 96. Směs 94 plynu a abraziva urychlovaná společným vysokorychlostním paprskem 95 kapaliny vstupuje do abrazivní trysky 23, která je napojena na směřovací komoru 22. Abrazivní tryska 23 je uložena v ose 55 nástroje na jeho konci. Zde dochází k dalšímu urychlení popisované směsi před dopadem na řezaný materiál.

Nosné těleso abrazivní hlavice, ve kterém jsou uloženy těleso kapalinové trysky 21 těleso a těleso

15 abrazivní trysky 23, obsahuje přívodní kanál 25 za vodní tryskou 21, směřovací komoru 22 a přívod 28 směsi 94 plynu s abrazivem, a je vyrobeno s ořezávací oceli 1.4057. Těleso abrazivní trysky 23 je vyrobeno z tvrdokovu. Na nosné těleso abrazivní hlavice je napojen přívod 26 čistého plynu 96 vyrobený z oceli 17346. Na nosné těleso abrazivní hlavice je napojen přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva vyrobený z oceli 17346.

20

U nástroje vyrobeného dle příkladu 2 nedochází k recirkulaci plynu díky přítomnosti přívodu 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25. Abrazivní částice se díky zabránění recirkulace nedostávají do blízkosti kapalinové trysky 21 a nepoškozují ji a zároveň zde nedochází k jejich degradaci.

25

### Příklad 3

Abrazivní hlavice se skloněným přívodem směsi plynu a abraziva a se skloněným přívodem čistého plynu.

30

Obr. 5 dokumentuje příklad provedení nástroje s přisáváním čistého plynu 96 přívodem 26 zaústěným do přívodního kanálu 25 za vodní tryskou 21 umístěnou za přívodem 73 tlakové kapaliny. Vodní tryska 21 je napojena na přívodní kanál 25, do kterého je zaústěn přívod 26 čistého plynu 96, skloněný vůči ose nástroje 55 o 60° ve směru proudění. Hlavní části nástroje, tj.

35 vodní tryska 21, směřovací komora 22 a abrazivní tryska 23 jsou umístěny v ose 55 nástroje, přičemž osa 56 kapalinové trysky 21 je totožná s osou přívodního kanálu 25 a s osou 55 nástroje. Přívodní kanál 25 ústí do směřovací komory 22, do které je zaústěn také jeden přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva skloněný vůči ose 55 nástroje o 50° ve směru proudění. Vnitřní průřez přívodního kanálu 25 je menší, než vnitřní průřez válcové části 75 abrazivní trysky 23. Díky

40 tomu je směs 94 plynu a abraziva nasávána do tvarované směřovací komory 22 skrze přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva samočinně, stejně jako čistý plyn 96 je samočinně přisáván skrz přívod 26 čistého plynu 96. Směs 94 plynu a abraziva urychlovaná společným vysokorychlostním paprskem 95 kapaliny vstupuje do abrazivní trysky 23, která je napojena na směřovací komoru 22. Abrazivní tryska 23 je uložena v ose 55 nástroje na jeho konci. Zde dochází k dalšímu

45 urychlení popisované směsi před dopadem na řezaný materiál.

Nosné těleso abrazivní hlavice, ve kterém jsou uloženy: těleso kapalinové trysky 21 těleso směřovací komory 22 a těleso abrazivní trysky 23, obsahuje přívodní kanál 25 za vodní tryskou 21, přívod 26 čistého plynu 96 a přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva, je vyrobeno z oceli 17022.

50 Těleso směřovací komory 22 je vyrobeno z tvrdokovu. Těleso abrazivní trysky 23 je vyrobeno z tvrdokovu. Kapalinová tryska 21 je vyrobena ze safíru a přívodní kanály 25 jsou vyrobeny z PVC. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 26 čistého plynu 96 vyrobený z oceli 17022. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva vyrobený z oceli 17-4PH.

55

U nástroje vyrobeného dle příkladu 3 nedochází k recirkulaci plynu díky přítomnosti přívodu 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25. Abrazivní částice se díky zabránění recirkulace nedostávají do blízkosti kapalinové trysky 21 a nepoškozují ji a zároveň zde nedochází k jejich degradaci.

5

Příklad 4

Abrazivní hlavice s dvěma skloněnými přívody směsi plynu a abraziva a se skloněnými přívody čistého plynu.

10

Obr. 6 dokumentuje příklad provedení nástroje s přisáváním čistého plynu 96 přívodem 26 zaústěným do přívodního kanálu 25 za vodní tryskou 21 umístěnou za přívodem 73 tlakové kapaliny. Vodní tryska 21 je napojena na přívodní kanál 25, do kterého jsou zaústěny dva přívody 26 čistého plynu 96, skloněný vůči ose nástroje 55 o 60° ve směru proudění. Hlavní části nástroje, tj. vodní tryska 21, směšovací komora 22 a abrazivní tryska 23 jsou umístěny v ose 55 nástroje, přičemž osa 56 kapalinové trysky 21 je totožná s osou přívodního kanálu 25 a s osou 55 nástroje. Přívodní kanál 25 ústí do směšovací komory 22, do které jsou zaústěny také dva přívody 28 směsi 94 plynu a abraziva skloněné vůči ose 55 nástroje o 55° ve směru proudění. Přívody 28 směsi 94 plynu a abraziva jsou napojeny na rozvaděč směsi 94 plynu a abraziva. Vnitřní průřez přívodního kanálu 25 je menší, než vnitřní průřez válcové části 75 abrazivní trysky 23. Díky tomu je směs 94 plynu a abraziva nasávána do tvarované směšovací komory 22 skrze přívody 28 směsi 94 plynu a abraziva samočinně, stejně jako čistý plyn 96 je samočinně přisáván skrz přívod 26 čistého plynu 96. Směs 94 plynu a abraziva urychlovaná společným vysokorychlostním paprskem 95 kapaliny vstupuje do abrazivní trysky 23, která je napojena na směšovací komoru 22. Abrazivní tryska 23 je uložena v ose 55 nástroje na jeho konci. Zde dochází k dalšímu urychlení popisované směsi před dopadem na řezaný materiál.

15

20

25

Nosné těleso abrazivní hlavice, ve kterém jsou uloženy: těleso kapalinové trysky 21 těleso směšovací komory 22 a těleso abrazivní trysky 23, obsahuje přívodní kanál 25 za vodní tryskou 21, přívod 26 čistého plynu 96 a přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva, je vyrobeno z oceli 17022. Těleso směšovací komory 22 je vyrobeno z tvrdokovu. Těleso abrazivní trysky 23 je vyrobeno z tvrdokovu. Kapalinová tryska 21 je vyrobena ze safíru a přívodní kanály 25 jsou vyrobeny z PVC. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 26 čistého plynu 96 vyrobený z oceli 17022. Na nosné těleso abrazivní hlavice je připojen přívod 28 směsi 94 plynu a abraziva vyrobený z oceli 17-4PH.

30

35

U nástroje vyrobeného dle příkladu 4 nedochází k recirkulaci plynu díky přítomnosti přívodu 26 čistého plynu 96 do přívodního kanálu 25. Abrazivní částice se díky zabránění recirkulace nedostávají do blízkosti kapalinové trysky 21 a nepoškozují ji a zároveň zde nedochází k jejich degradaci.

40

#### Průmyslová využitelnost

Čištění materiálů, odstraňování povrchů materiálů, dělení či řezání materiálů paprskem kapaliny obohaceným o pevné částice abraziva.

45

### PATENTOVÉ NÁROKY

50

1. Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu obsahující kapalinovou trysku (21), směšovací komoru (22), opatřenou alespoň jedním přívodem (28) směsi (94) plynu a abraziva, napojenou na abrazivní trysku (23), **vyznačující se tím**, že kapalinová tryska (21) ústí do přívodního kanálu (25), který ústí do směšovací komory (22), přičemž kapalinová tryska (21) a abrazivní tryska (23)

55

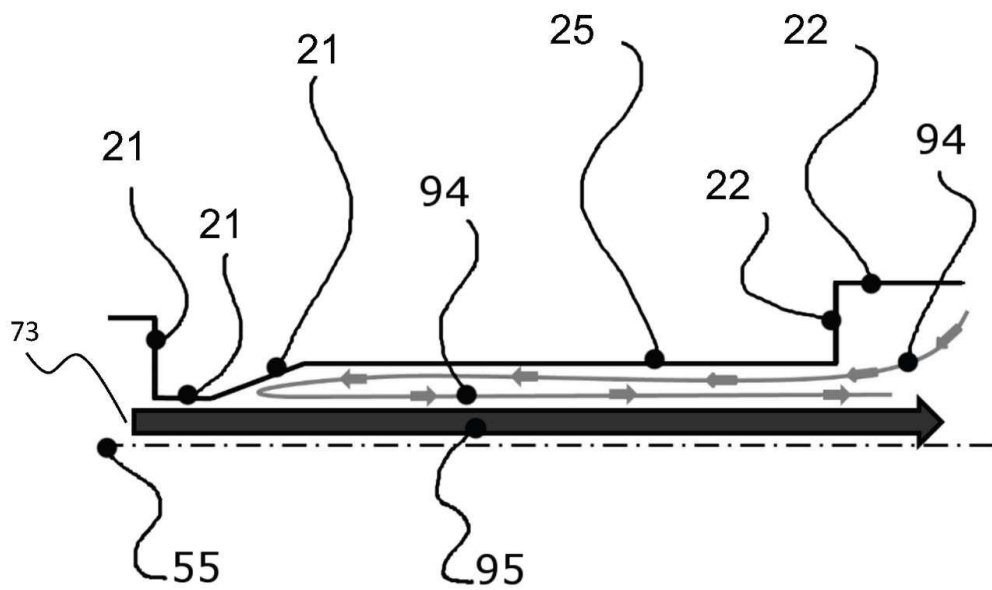
leží ve společné ose a přívodní kanál (25) je opatřen přívodem (26) čistého plynu (96), který je vůči společné ose vykloněn o 10 až 90°.

2. Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že směšovací komora (22) obsahuje alespoň dva přívody (28) směsi plynu a abraziva (94).
3. Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že přívodní kanál (25) je opatřen alespoň dvěma přívody (26) čistého plynu (96).
4. Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že přívod (28) směsi (94) plynu a abraziva je vůči společné ose vykloněn o 10 až 90°.
5. Abrazivní hlavice s přívodem čistého plynu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnitřní průřez přívodního kanálu (25) je menší než vnitřní průměr válcové části (75) abrazivní trysky (23).

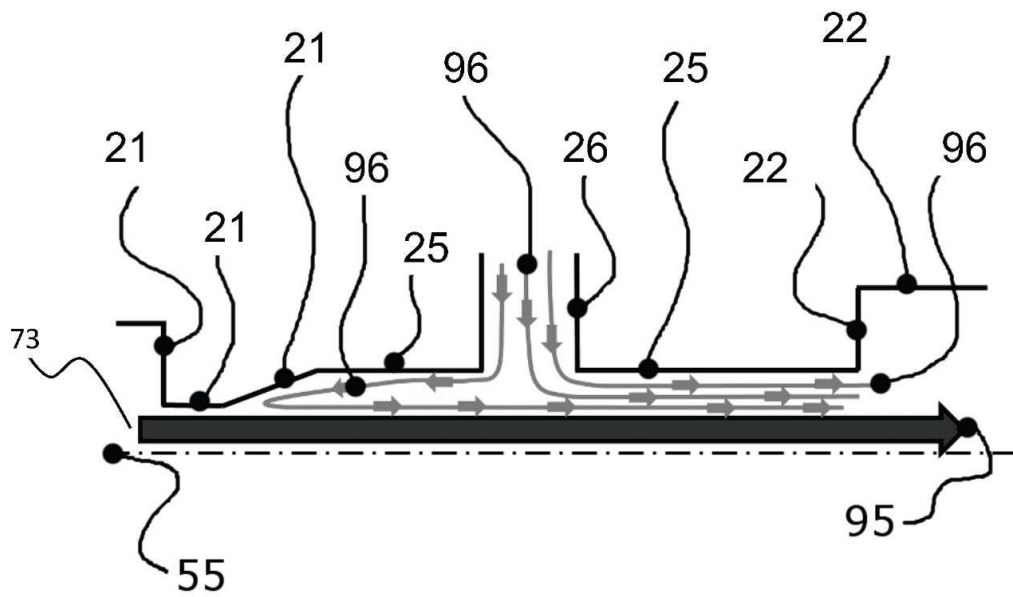
3 výkresy

#### Seznam vztahových značek

- 21 – kapalinová tryska
- 22 – směšovací komora
- 23 – abrazivní tryska
- 25 – přívodní kanál
- 26 – přívody čistého plynu 96
- 28 – přívody směsi 94 plynu a abraziva
  
- 55 – osa nástroje
- 56 – osa kapalinové trysky 21
  
- 73 – přívod tlakové kapaliny
- 75 – válcová část abrazivní trysky 23
- 94 – směs plynu a abraziva
- 95 – kapalinový paprsek
- 96 – čistý plyn

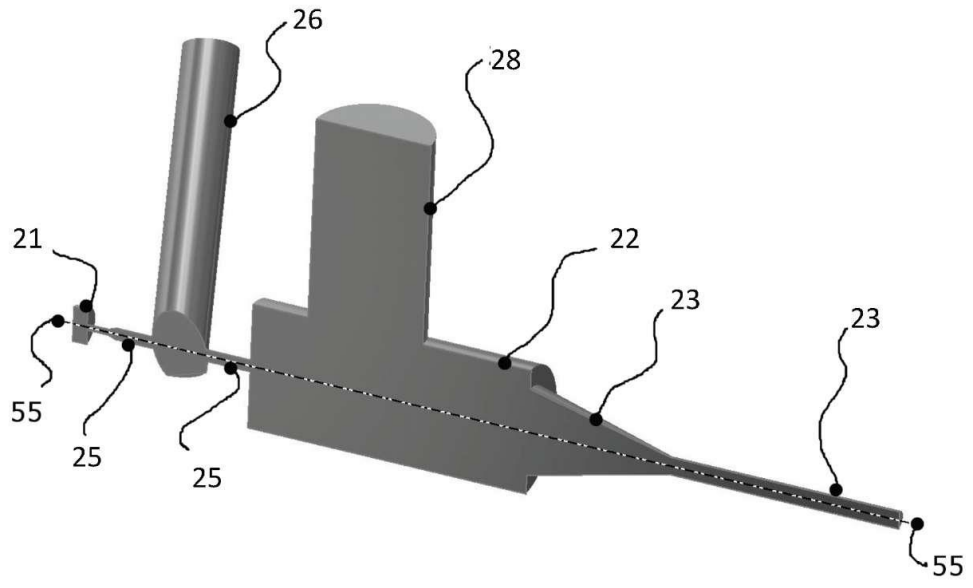


Obr. 1

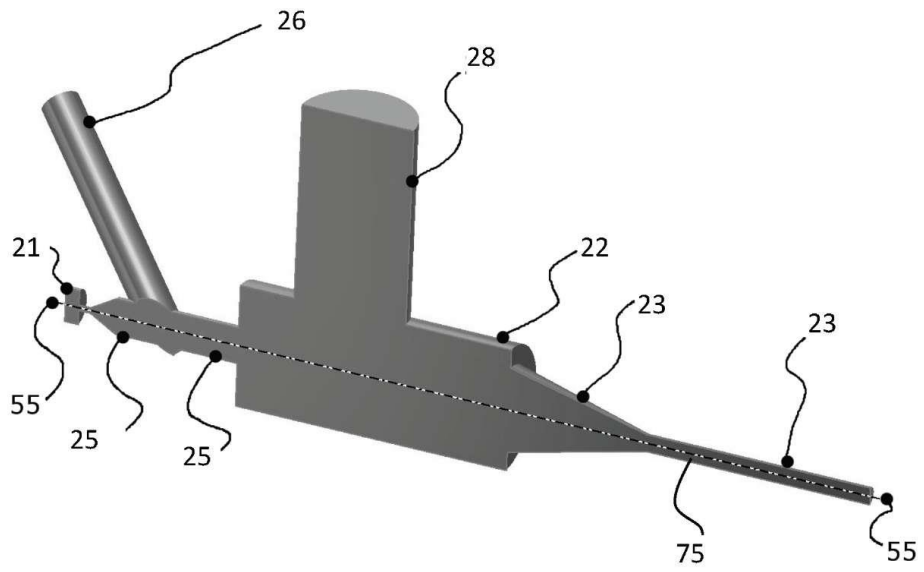


Obr. 2

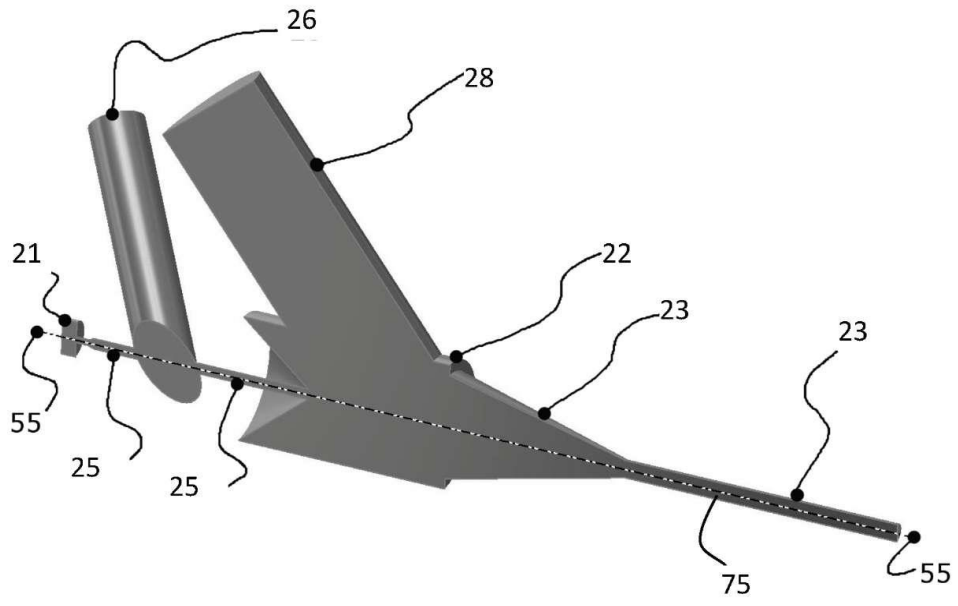




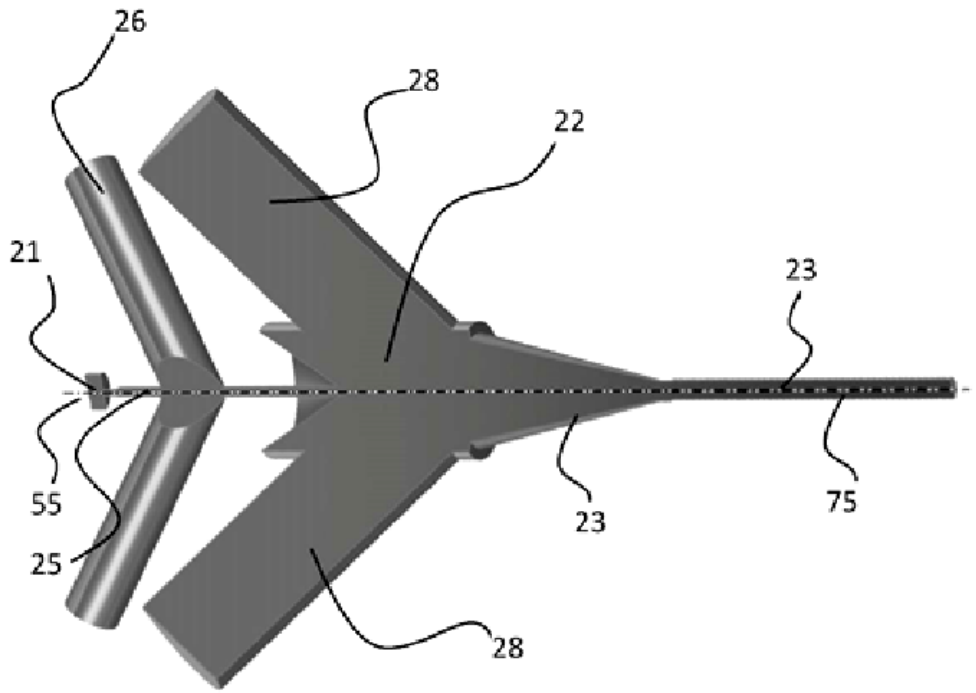
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6