

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

246731
(11) (B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 30 08 84
(21) (PV 6517-84)

(40) Zveřejněno 17 04 86

(45) Vydáno 15 12 87

(51) Int. Cl.⁴
B 01 F 5/02

(75)

Autor vynálezu

MASÁK VLADIMÍR ing., SVOBODA PETR RNDr. CSc., PRAHA

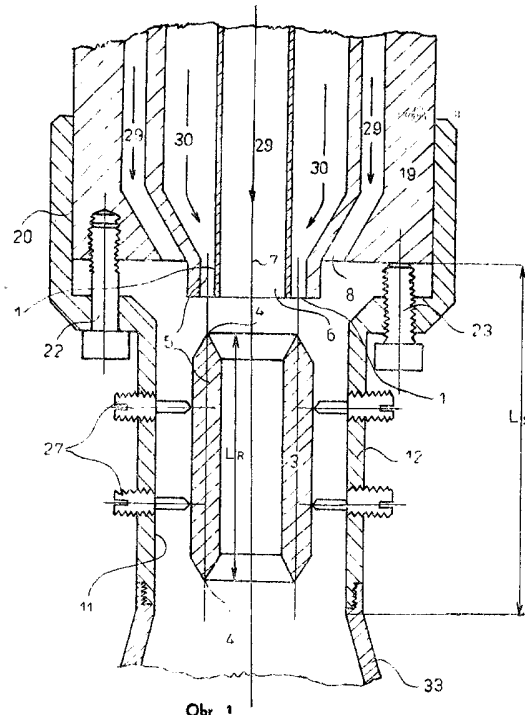
(54) Směšovač kapalina — plyn

1

2

Směšovač kapalina — plyn spočívající v tom, že sestává z jedné nebo více mezikruhových kapalinových trysek v tělese o roztečných kružnicích se společnou osou, jež je rovněž osou nejméně jednoho rezonátoru tvaru trubice s bříty kruhového tvaru o průměru, který je roven průměru roztečné kružnice nebo kružnic mezikruhové kapalinové trysky nebo mezikruhových kapalinových trysek, kterýžto rezonátor je umístěn uvnitř směšovací komory, přičemž dále obsahuje nejméně dva systémy přívodů plynu, uspořádaných soustředně okolo osy, přičemž jeden z přívodů plynu je vyústěn uvnitř plochy vymezené roztečnou kružnicí mezikruhové kapalinové trysky a ostatní přívody plynu jsou vyústěny uvnitř plochy vymezené roztečnou kružnicí o menším průměru a roztečnou kružnicí o větším průměru mezikruhových zbývajících kapalinových trysek.

Zařízení podle vynálezu lze použít v poloprovozním a průmyslovém měřítku jako směšovač kapalina — plyn všude tam, kde je při této operaci rozptýlení plynu v kapalině nutné velké mezifázové rozhraní, stálé rozrušování tohoto rozhraní, případně tlak a teplota, ale i v případech pouhé aerace či napěňování.



Obr 1

Vynález se týká směšovače kapalina — plyn v laboratorní a průmyslové praxi.

V operacích za účasti plynů a kapalin závisí výsledek, ale i průběh operace nejenom na druhu reakčních složek, tj. na druhu kapalin, plynů, podmínkách reakce, například teplotě a tlaku, ale i na způsobu, jakým jsou plyn či plyny vpravovány do kapaliny či směsi kapalin, nebo obráceně, jakým způsobem je kapalina v plynu rozptylována.

Je snahou, aby v průběhu některých operací byla styčná plocha, tzv. fázové rozhraní, mezi kapalinou a plynem co největší a přitom, aby se toto rozhraní neustále obnovovalo, tj., aby se v průběhu reakce stýkal stále dosud nezreagovaný plyn a nezreagovaná kapalina. Jinými slovy, je třeba dosáhnout co nejdokonalějšího rozptýlení jedné reakční složky v druhé, přičemž i za tohoto rozptýlení je nutno obě reakční složky míchat. K tomuto rozptýlení a míchání je třeba určitého množství energie.

Z hlediska minimalizace této energie a dokonalosti rozptýlení jedné složky v druhé a jednoduchosti zařízení patří k nejméně náročným zařízením ejektor, jinak Venturiho trubice, která přisává plynnou složku reakce prouděním kapalně složky tryskou. Účinnost ejektoru je přitom chápána nejen jako dosažení co největšího množství přisávaného plynu na jednotku protékajícího množství kapaliny při minimalizaci spotřebované energie nutné k jejímu urychlení a protlačení tryskou, tj. účinnost mechanickou, ale je sledována účinnost, která závisí například na velikosti vznikajících bublin, obnovování jejich reakčního povrchu, na průchodu bublin prostorem s kapalinou atp.

V literatuře (např. Hibš Miroslav: Proudové přístroje, SNTL 1981, Praha) je uváděno, že přisávání plynu proudící kapalinou je způsobováno vznikem směšovací vřít, které jako by zabalovaly plyn na rozhraní proudů kapaliny vycházející z trysky a plynu.

V patentové literatuře je uváděna řada způsobů, jimiž lze dosáhnout zvýšení počtu a účinnosti směšovacích vřít a tím zvýšení mechanické účinnosti ejektoru. Všechny tyto způsoby přinášejí dosud nevýznamné zvýšení takto chápané účinnosti.

Jako zdroj ultrazvuku jsou dosud převážně používána zařízení využívající piezoelektrický jev, u nichž však lze dosáhnout jen omezeného výkonu, ale jsou známy zdroje mechanické či hydrodynamické, u nichž toto omezení neplatí.

Jedním z nejmohutnějších zdrojů ultrazvuku s vysokou účinností je hydrodynamický generátor s prstencovou tryskou a trubkovým rezonátorem (čs. pat. č. 89 508: Emulgační zařízení na způsob kapalinové píšťaly).

Zařízením podle vynálezu navazuje na výše zmíněné poznatky, vhodně je spojuje v

jedno jediné jednoduché zařízení, přičemž dosahuje násobného účinku.

Podstatou zařízení podle vynálezu je to, že obsahuje jednu nebo více mezikruhových kapalinových trysek v jednom tělese o roztečných kružnicích, které mají společnou osu. Tato osa je i společnou osou nejméně jednoho rezonátoru tvaru trubice s bříty kruhového tvaru o průměru, který je roven průměru roztečné kružnice, či kružnic mezikruhové kapalinové trysky, či mezikruhových kapalinových trysek, kterýžto rezonátor je umístěn uvnitř směšovací komory. Dále obsahuje alespoň dva systémy přívodů plynu, které jsou rozmístěny soustředně okolo zmíněné osy mezikruhových kapalinových trysek. Jeden z přívodů plynu je přitom vyústěn uvnitř plochy, vymezené roztečnou kružnicí nejmenší z mezikruhových kapalinových trysek a ostatní přívody plynu jsou vždy vyústěny v ploše vymezené roztečnou kružnicí mezikruhové kapalinové trysky s větším průměrem a roztečnou kružnicí mezikruhové kapalinové trysky s menším průměrem.

Jestliže je mezikruhových kapalinových trysek více, může být největší z nich uzpůsobena tak, že její větší průměr je shodný s vnitřním průměrem směšovací komory.

Mezikruhové kapalinové trysky a přívody plynu jsou přitom uzpůsobeny tak, že jsou si rovny jejich plochy průřezu nebo vždy ty, které jsou vzdálenější od osy, tj. mají větší průměr, mají plochu průřezu větší než ty, které jsou ose blíže, tedy mají průměr menší.

Plocha průřezu daná vnitřním průměrem rezonátoru je přitom rovna nebo je nejméně 5krát menší než plocha průřezu daného vnějším průměrem rezonátoru menšího a vnitřním průměrem rezonátoru většího, resp. plocha průřezu daného vnějším průměrem rezonátoru a vnitřním průměrem směšovací komory.

Délka směšovací komory je přitom rovna, nebo je větší než délka delšího z rezonátorů. Směšovací komora může být přitom provedena buď z plného materiálu, nebo může být opatřena dírami kruhového nebo jiného tvaru.

Rezonátor přitom může být upevněn buď do stěny směšovací komory, nebo prostřednictvím objímek nasazených na táhla, do tělesa zařízení.

Směšovací komora, do jejíž stěny je upevněn rezonátor, je přitom posuvná vůči tělesu zařízení, v němž jsou vytvořeny mezikruhové kapalinové trysky, a to buď prostřednictvím závitů vytvořeného na tělese a směšovací komoře, nebo prostřednictvím systému přitažných a odtlačných šroubů. Válcové vedení v obou případech zajišťuje osový posun směšovací komory a tím i rezonátoru.

Zařízením podle vynálezu se dosahuje kumulací řady účinků konstrukčně a výrobně jednoduchých prostředků vysoké mechanické

ké účinnosti, ale i účinného obnovování povrchu bublin, jejich zmenšování atp.

Použitím mezikruhové kapalinové trysky se zvětší podstatně plocha úplavu proudu kapaliny, přičemž se tento úplav stýká s plynem ve velké ploše. Proud kapaliny naráží na břity resonátoru, vytváří ultrazvukové kmity a resonátor, již jako disperze kapalina — plyn, omývá. Ultrazvuk zintenzivňuje vznik směšovací vlny, jak přímým účinkem na proud kapaliny, která ho omývá, tak zprostředkovaně svým účinkem na materiál celého zařízení a tedy též na mezikruhovou kapalinovou trysku, ale i kapalinu a plyn před jejich výstupem z mezikruhové kapalinové trysky. Vlivem ultrazvuku se zvyšuje množství přisávaného plynu na jednotku množství proteklé kapaliny, zmenšuje se velikost vznikajících bublin a zvyšuje se jejich počet, čímž mnohonásobně roste plocha mezifázového rozhraní. Zároveň ultrazvuk, jak v plynu, tak v kapalině, jak sám o sobě, tak vlivem rozdílné rychlosti svého šíření v plynu a v kapalině, intenzivně rozrušuje povrch mezifázového rozhraní, a to i v mikroskopických bublinkách plynu rozptýleného v kapalině. Tím je docílen neustálý styk čerstvého, dosud nezreagovaného plynu s dosud nezreagovanou kapalinou.

Vytvářený ultrazvuk působí i tak, že na mikrometrické úrovni oblastí vytváří kavitační rázy, tj. místa zředění a zhuštění hmoty a tím zvýšení tlaků a teplot. Zvýšení tlaku může přitom dosahovat vysokých hodnot až 300 MPa a snížení tlaku hodnot, při nichž dochází k samovolnému odparu kapaliny. Za přispění místního zvýšení teplot, které může být rovněž vysoké, například až 3 000 °C, dochází v těchto malých oblastech k spolupůsobení nejen mezi plynem a kapalinou, ale i mezi plynem a párami kapaliny, a to za velmi rozličných tlaků a teplot. V místních oblastech tedy dochází k tlakovým a teplotním rázům, odparu a kondenzaci a ke složitému přestupu hmoty a energie, které ovlivňují míchání obou reakčních složek, tj. plynu a kapaliny.

Místní zvýšení tlaků a teplot se přitom opakuje či střídá rychlostí odpovídající frekvenci ultrazvuku, tj. vyšší než 20 000 Hz a šíří se rychlostí odpovídající rychlosti šíření zvuku v použité kapalině a plynu.

Zařízení podle vynálezu je přitom již samo o sobě poloprovozní, vzhledem k proteklému množství kapaliny a plynu a k možnosti vytvářené ultrazvukové energie. Zvýšení účinku až na průmyslová měřítka přitom nečiní potíže, a to jak zvýšením rozměrů zařízení, tak zvýšením počtu mezikruhových kapalinových trysek a resonátorů v jednom zařízení nebo zvětšením počtu zařízení podle vynálezu zapojených paralelně.

Při použití většího počtu resonátorů v jednom zařízení se nejen zvýší výkon z hle-

diska množství proteklého plynu a kapaliny, a množství ultrazvuku generovaného dvěma resonátory, ale i kvalita účinku bude násobná. Oba resonátory lze naladit na určitý kmitočet volbou velikostí samotného resonátoru, rychlostí a množstvím kapaliny, která na břity resonátoru naráží a vzdáleností břitu od ústí mezikruhové kapalinové trysky. V případě, kdy budou resonátory naladěny na rozdílný kmitočet, vzniknou skládáním a interferencí obou kmitů intenzivněji kmitající uzly a ovlivňující reakce ultrazvukovými kmity se dále zvýší.

Zařízení podle vynálezu může být vně připojeno tak, že jakýkoliv z přívodů plynu až na jediný může být připojen na nucený přívod kapaliny či kapalin nebo může být připojen k zásobníku kapaliny či kapalin, odkud si ji sám nasává. To může být výhodné zvláště v případech, kdy přisávané kapaliny je podstatně méně a jiného druhu než kapaliny proudící hlavní mezikruhovou kapalinovou tryskou. Takové uspořádání může nahradit mnohdy složité dávkovací zařízení.

Zařízení podle vynálezu přitom zůstává velmi malé a výrobně jednoduché.

Zařízení podle vynálezu i jeho funkce v různých variantách provedení je vysvětlena na následujících obrázcích, kde znázorňuje:

obrázek 1 zařízení, nakreslené schematicky v osovém řezu, přičemž mezikruhová kapalinová tryska je jen jedna, upevnění resonátoru je provedeno šrouby s hroty a vzdálenost břitů resonátoru od mezikruhové kapalinové trysky je provedena přitažnými a odtlačnými šrouby.

obrázek 2 zařízení, rovněž schematicky v osovém řezu, v případě, kdy mezikruhové kapalinové trysky jsou dvě, resonátor je připájen a nastavení resonátoru se děje pomocí závitů a válcového vedení,

obrázek 3 zařízení v osovém řezu, přičemž pravá polovina řezu je proti levé potočena, mezikruhová kapalinová tryska je jediná, resonátor je nastavován na táhlech a směšovací komora obsahuje otvory a

obrázek 4 zařízení v osovém řezu v případě, že obsahuje tři mezikruhové kapalinové trysky a dva resonátory, levá polovina řezu je proti pravé potočena, vnitřní resonátor je nastavován na táhlech a vnější resonátor je spolu se směšovací komorou posouván pomocí závitů a válcového vedení.

obrázek 1 znázorňuje mezikruhovou kapalinovou trysku 1 provedenou spolu s přívodem 6, 8 plynu, v tělese 19 souose podle osy 7. Souose je provedena i směšovací komora 12 s vnitřním průměrem 11, přičemž resonátor 3 je vystředěn šrouby 27 tak, aby břity 4 ležely na roztečné kružnici 5, jež je středem mezikruhové kapalinové trysky 1. Vzdálenost břitu 4 od ústí mezikruhové

kapalinové trysky **1** je seřiditelná přitažnými šrouby **22** a odtlačnými šrouby **23**, přičemž osový pohyb při seřizování vzdálenosti resonátoru od ústí mezikruhové kapalinové trysky **1** je zajištěn válcovým vedením **20** sousovým podle osy **7**. Kapalína proudí do mezikruhové kapalinové trysky **1** směrem **29**, plyn do přívodů **6**, **8** plynu, směrem **30**. Směšovací komora **12** může být prodloužena difuzorem **33**. Na obrázcích není kresleno jeho konkrétní provedení ani konkrétní provedení přívodů kapaliny a plynu. Na obrázku **1** je rovněž vyznačena délka resonátoru L_r a délka směšovací komory **12** — L_s .

Na obrázku **2** je shodné označení s obrázkem **1**, avšak zařízení na tomto obrázku obsahuje dále mezikruhovou kapalinovou trysku **2** s roztečnou kružnicí **6** a průměrem **10**, shodným s vnitřním průměrem **11** směšovací komory **12**. Osové nastavení resonátoru **3**, v tomto případě upevněného do směšovací komory **12** připájením **34**, umožňuje závit **20**. Souosost při přestavování a tím ladění resonátoru **3** umožňuje válcové vedení **20**. Dále je znázorněna mezikruhová kapalinová trysky **2** s roztečnou kružnicí **9**. Vnější průměr **10** mezikruhové kapalinové trysky **2** je shodný s vnitřním průměrem **11** směšovací komory **12**.

Na obrázku **3** jsou rovněž stejná označení s vyobrazeními na obrázku **1** a **2**. Navíc je zobrazeno jiné upevnění resonátoru **3** prostřednictvím táhla **17** a objímek **18**, do nichž zasahuje připájení **34**. Objímky jsou zajištěny v nastavené poloze resonátoru **3** vůči ústí mezikruhové kapalinové trysky **1** šrouby **28**. Dále je znázorněna varianta děrované směšovací komory **12** otvory **16** kruhového, resp. jiného tvaru.

Na obrázku **4** je navíc znázorněn druhý resonátor **36**, jehož břity **40** leží na roztečné kružnici **50** mezikruhové kapalinové trysky **51**, která je spolu s vyústěním přívodu plynu **80** vložena mezi mezikruhovou kapalinovou trysku **1** s vyústěním přívodu plynu **8** a mezikruhovou kapalinovou trysku **2**.

Funkci zařízení podle vynálezu lze nejlépe vysvětlit na nejjednodušší variantě zobrazené na obrázku **1**. Proud kapaliny proudící směrem **30** vystupuje velkou rychlostí ústím mezikruhové kapalinové trysky **1**, naráží na břity **4** resonátoru **3** a rozkmitává

ho frekvencí vyšší než 20 000 Hz, tedy ultrazvukově. Břit **4** rozděluje vytékající proud kapaliny zhruba na dvě poloviny, z nichž jedna proudí vnitřkem resonátoru **3**, který působí pro tento díl proudu jako směšovací komora. Vnější polovina proudu kapaliny obtéká resonátor **3** z vnějšku v mezikruží daném vnějším průměrem resonátoru **3** a vnitřním průměrem **11** směšovací komory **12**. Ejektorovým efektem je do tzv. směšovacích vírů, vzniklých na rozhraní proudu kapaliny a plynu a ovlivněných ultrazvukem, vzniklým na resonátoru **3**, přisáván plyn z přívodů **6**, **8** plynu. Na směšovací komoru **12** může být nasazen difuzor **33** měnící rychlostní energii na tlakovou. Upevnění resonátoru **3** a regulace vzdálenosti jeho břity **4** od ústí mezikruhové kapalinové trysky **1** je zřejmý. Mezi hroty šroubů **27** je upevněn a nastaven resonátor **3**, směšovací komora **12** spolu s resonátorem **3** je nastavována pomocí přitažných šroubů **22** a odtlačných šroubů **23**. Centrické posouvání zabezpečuje válcové vedení **20** vytvořené na tělese **19** a směšovací komoře **12**.

Na obrázku **2** proudí navíc kapalína mezikruhovou kapalinovou tryskou **2** směrem **30** podél stěny směšovací komory **12**. Po určité vzdálenosti se rovněž rozpadá na směšovací víry, které rovněž ovlivněny ultrazvukem přisávají plyn. Resonátor **3** spolu s připájením **34** a směšovací komorou **12** je osově posouván pomocí závitu **21** souosost tohoto posuvu zajišťuje válcové vedení **20**.

Funkci zařízení podle obrázku **4** není nutno podrobně vysvětlovat. Jde vlastně o kombinaci popsaného příkladu podle obrázku **1** a obrázku **2**. Z tohoto obrázku je zřejmé, že v případě nutnosti lze zvýšit výkon zařízení jak zvýšením geometrických rozměrů, tak zvýšením počtu mezikruhových kapalinových trysek **1**, **51**, **9** přívodů **6**, **8**, **80** plynu nebo i resonátorů **3**, **36**.

Zařízení podle vynálezu lze použít v poloprovozním a průmyslovém měřítku jako směšovač kapalína — plyn, všude tam, kde je při této operaci rozptýlení plynu v kapalině nutné, velké mezifázové rozhraní, stálé rozrušování tohoto rozhraní, případně tlak a teplota, ale i v případech pouhé aeraace či napěňování.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Směšovač kapalina — plyn vyznačený tím, že sestává z jedné nebo více mezikruhových kapalinových trysek (1, 2, 51) v tělese (19) o roztečných kružnicích (5, 9, 50) se společnou osou (7), jež je rovněž osou (7) nejméně jednoho resonátoru (3, 36) tvaru trubice s bříty (4, 40) kruhového tvaru o průměru, který je roven průměru roztečné kružnice (5) nebo kružnic (5, 50, 9) mezikruhové kapalinové trysky (1) nebo mezikruhových kapalinových trysek (1, 51, 2), kterýžto resonátor (3, 36) je umístěn uvnitř směšovací komory (12), přičemž dále obsahuje nejméně dva systémy přívodů (6, 8, 80) plynu, uspořádaných soustředně okolo osy (7), přičemž jeden z přívodů (6) plynu je vyústěn uvnitř plochy vymezené roztečnou kružnicí (5) mezikruhové kapalinové trysky (1) a ostatní přívody (8, 80) plynu jsou vyústěny uvnitř plochy vymezené roztečnou kružnicí (5, 50) o menším průměru a roztečnou kružnicí (50, 9) o větším průměru mezikruhových zbývajících kapalinových trysek (51, 2).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v případě, kdy obsahuje více mezikruhových kapalinových trysek (1, 51, 2), je větší průměr (10) mezikruhové kapalinové trysky (2) o největší roztečné kružnici (9) ze všech ostatních roztečných kružnic (5, 50) s výhodou roven vnitřnímu průměru (11) směšovací komory (12).

3. Zařízení podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že plocha průřezu přívodu (80) plynu je rovna nebo větší než plocha průřezu přívodu (8) plynu a tato plocha je rovna nebo větší než plocha přívodu (6) plynu.

4. Zařízení podle bodů 1 až 3, vyznačené tím, že plocha průřezu mezikruhové kapalinové trysky (2) je rovna nebo větší než plocha průřezu mezikruhové kapalinové trysky (51) a tato plocha je rovna nebo vět-

ší než plocha průřezu mezikruhové kapalinové trysky (1).

5. Zařízení podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že poměr plochy průřezu vymezeného vnitřním průměrem (11) směšovací komory (12) a vnějším průměrem resonátoru (36) k ploše průřezu vymezeného vnitřním průměrem resonátoru (36) a vnějším průměrem resonátoru (3) je menší než 5 a poměr průřezu vymezeného vnitřním průměrem resonátoru (36) a vnějším průměrem resonátoru (3) k ploše průřezu vymezeného vnitřním průměrem resonátoru (3) je rovněž menší než 5.

6. Zařízení podle bodů 1 až 5, vyznačené tím, že délka (L_s) směšovací komory (12) je rovna nebo větší než délka (L_r) delšího z resonátorů (3, 36).

7. Zařízení podle bodů 1 až 6, vyznačené tím, že směšovací komora (12) je z plného materiálu.

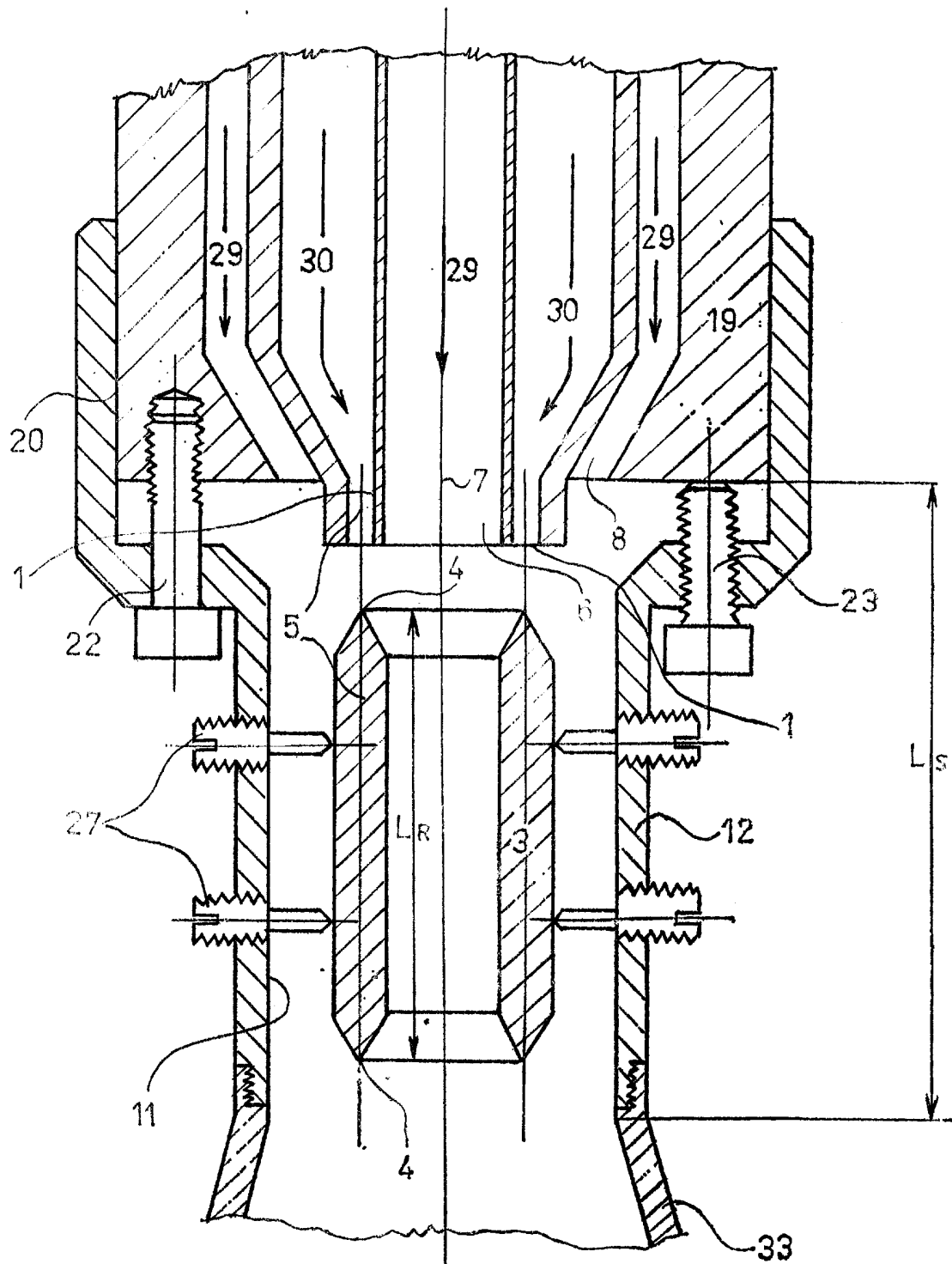
8. Zařízení podle bodů 1 až 6, vyznačené tím, že směšovací komora (12) obsahuje otvory (16) kruhového nebo jiného tvaru.

9. Zařízení podle bodů 1 až 8, vyznačené tím, že resonátor (3) nebo (36) je upevněn do stěny směšovací komory (12).

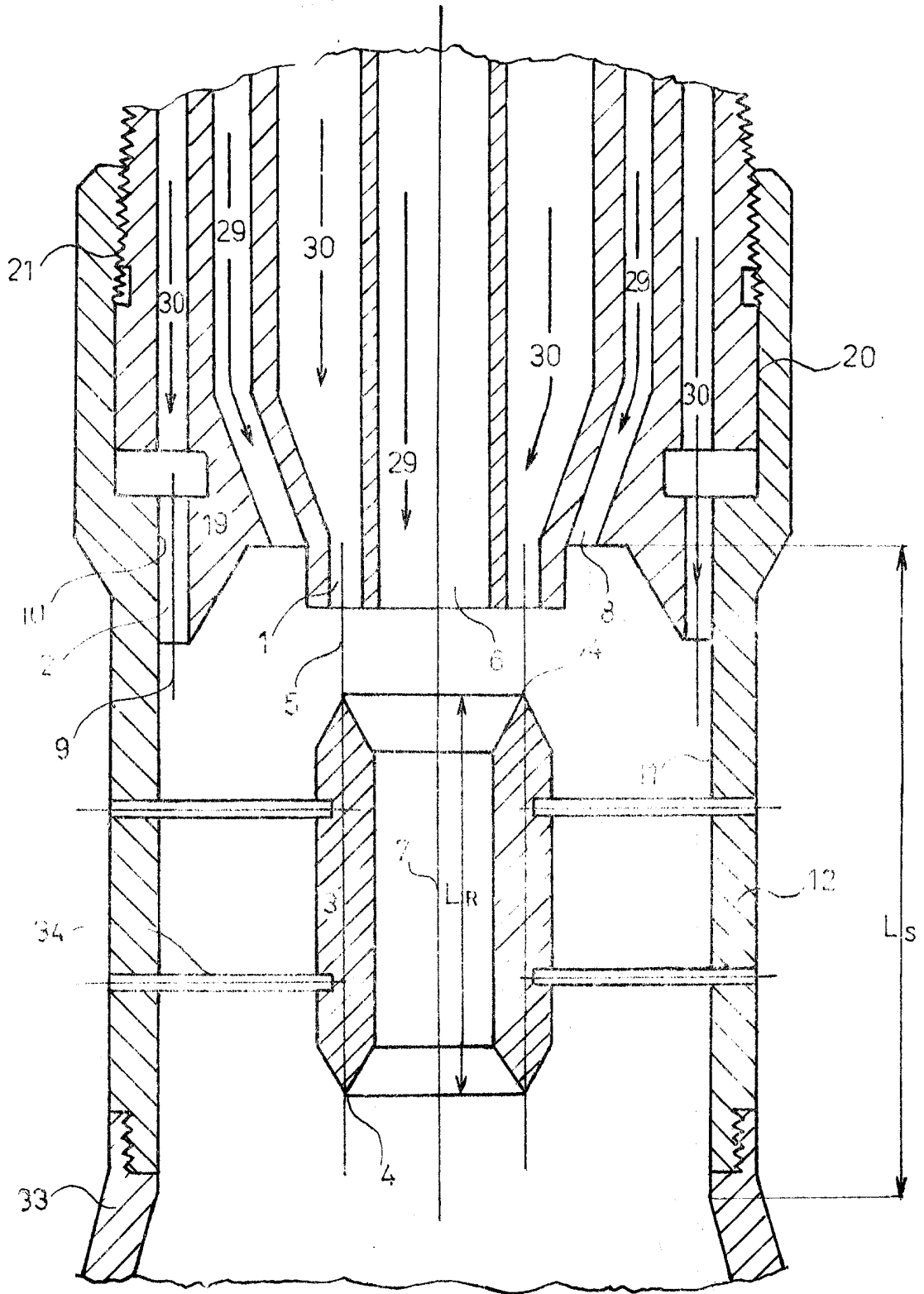
10. Zařízení podle bodů 1 až 8 vyznačené tím, že resonátor (3) nebo (36) je upevněn prostřednictvím táhel (17) a objímek (18) do tělesa (19).

11. Zařízení podle bodů 1 až 9, vyznačené tím, že směšovací komora (12) je posuvně upevněna na tělese (19), prostřednictvím válcového vedení (20) a závitů (21).

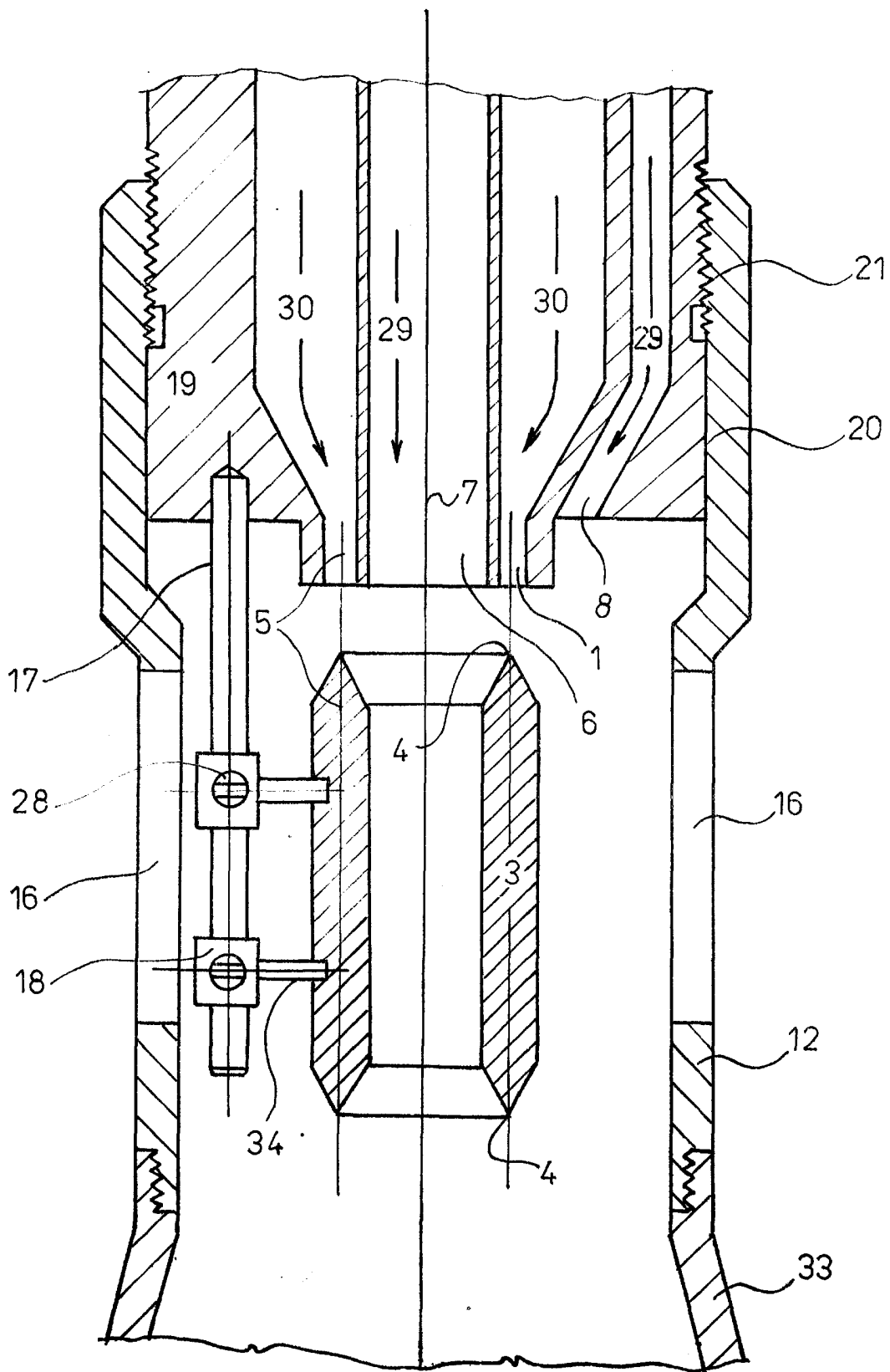
12. Zařízení podle bodů 1 až 9, vyznačené tím, že směšovací komora (12) je posuvně upevněna na tělese (19), prostřednictvím válcového vedení (20) a přítažných šroubů (22) a odtlačných šroubů (23).



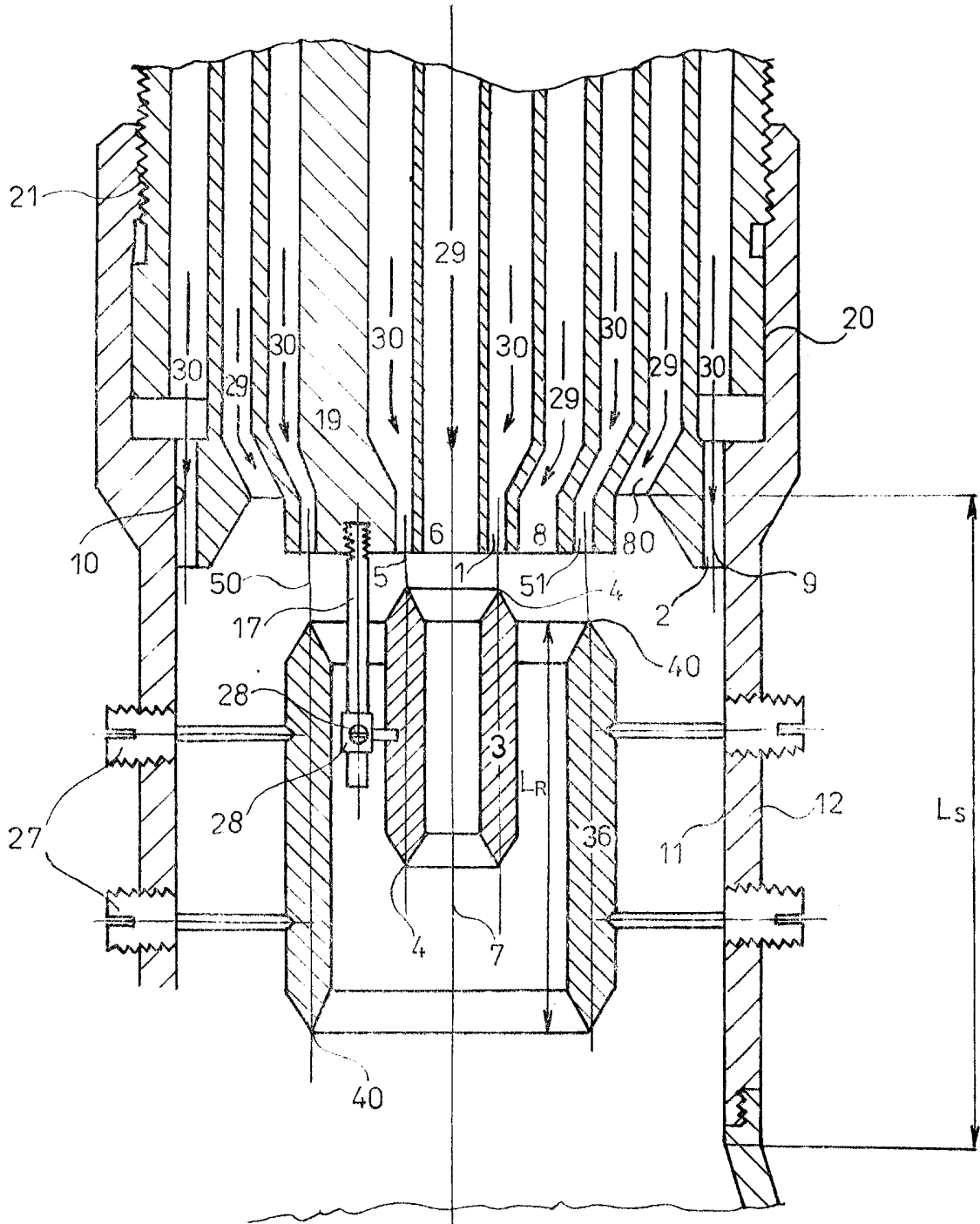
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4