

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 380

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F16K 31/08 (2006.01)
F16K 31/10 (2006.01)
F16K 21/00 (2006.01)
F16K 1/54 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41102**
(22) Přihlášeno: **26.06.2023**
(47) Zapsáno: **18.10.2023**

- (73) Majitel:
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, Jižní
Předměstí, CZ
PEVEKO, spol. s r. o., Uherské Hradiště, Jarošov,
CZ
- (72) Původce:
Ing. František Mach, Ph.D., Plzeň, Jižní Předměstí,
CZ
Ing. Karel Pospíšil, Plesná, CZ
Ing. Jiří Kuthan, Plzeň, Jižní Předměstí, CZ
Ing. Martin Vítek, Sadov, CZ
Ing. Martin Juřík, Karlovy Vary, Doubí, CZ
Bohumil Tomášů, Buchlovice, CZ
Ing. Michal Vlachynský, Uherské Hradiště,
Mařatice, CZ
Karel Hanák, Uherské Hradiště, CZ
- (74) Zástupce:
POLÁČEK a kol. Patentová a známková kancelář,
Ing. Jiří Poláček, Dominikánská 287/6, 301 00
Plzeň, Vnitřní Město

- (54) Název užitého vzoru:
**Elektromagnetický koaxiální ventil s
regulací tlaku**

CZ 37380 U1

Elektromagnetický koaxiální ventil s regulací tlaku

Oblast techniky

Technickým řešením je elektromagnetický koaxiální ventil s plně otevřenou a uzavřenou polohou a dalších mezipolohách umožňujících částečný řízený průtok media elektromagnetickým koaxiálním ventilem

Dosavadní stav techniky

Elektromagnetické ventily patří mezi nejčastěji využívané prvky pro řízení průtoku tekutin. Vyznačují se jednoduchou konstrukcí a spolehlivostí. Skládají se z elektromagnetického aktuátoru (pohonu), který slouží k ovládání mechanismu ventilu zajišťujícího otevření/uzavření průtočné komoře. V tradičním provedení elektromagnetického ventilu je aktuátor tvořený nejčastěji elektrickým vinutím (válcovou cívkou) umístěným v magnetickém obvodu s pohyblivým magnetickým tělesem, které je mechanicky spojeno pomocí táhla s pohyblivým uzavíracím tělesem umístěným proti sedlu ustavenému v průtočné komoře tak, že dosednutím uzavíracího tělesa dojde k uzavření průtočné komoře ventilu. Aktuátor může být umístěn jak vně tělesa ventilu (táhlo zajištěné těsněním prochází stěnou průtočné komory a spojuje aktuátor s uzavíracím tělesem), tak uvnitř tělesa ventilu. Aktuátor ventilu je nejčastěji navržen tak, že využívá alespoň jedné pružiny pro zajištění zpětného pohybu (monostabilní provedení ventilu) nebo blokovacího mechanismu pro zajištění stabilních poloh uzavíracího tělesa (bistabilní provedení ventilu).

Základní koncepci elektromagnetického ventilu v koaxiálním, tj. přímém, nebo též souosém provedení popisuje EP 0987478 B1, kde se ventil skládá ze vstupní a výstupní části spojené průtočnou komorou. Trubkovité těleso ventilu je axiálně pohyblivé uvnitř komory pomocí elektromagnetického aktuátoru (pohonu), čímž se komora uzavírá a otevírá. Podobné technické provedení je popsáno například v EP 3147545 B1 a US 20200332913 A1. Zatímco EP 3147545 B1 popisuje tlakově vyváženou konstrukci koaxiálního ventilu s nízkou tlakovou ztrátou, US 20200332913 A1 popisuje konstrukci ventilu zabraňující příliš silnému rázu do uzavírací části ventilu. Všechna popsaná provedení však umožňují pohyb tělesa ventilu pohonem pouze v jednom směru, přičemž vratný pohyb je zajištěn mechanickou pružinou.

Odlišné technické provedení elektromagnetického aktuátoru při koaxiálním provedení ventilu popisuje například US 6361018 B2, kde aktuátor ventilu představuje servomotor připojeným k převodovému mechanismu tvořenému vahadlem. Na rozdíl od předchozích konstrukcí je pohyb pouzdra ventilu řízen v obou operacích – otevírání i uzavírání ventilu. Spojení dílčích mechanismů je však konstrukčně náročné a náchylné k poruše.

Příklad bistabilního koaxiálního ventilu popisuje například WO 2018007166 A1, kde je pouzdro ventilu vedeno uvnitř komory utěsněného proti vstupu a má fluidní spojení s výstupem. Komora mezi sedlem je naplněna kapalinou, která odpovídá tlaku na výstupní straně ventilu. Na rozdíl od předchozích konstrukcí ventil umožňuje držet ventil ve stabilní poloze (otevřeno/zavřeno) bez buzení cívek aktuátoru a bistabilní režim je zajištěn tlakem média. Bistabilní režim je však narušen při změně tlaku média a tím dochází ke změně stavu ventilu.

Žádné známé technické řešení nepopisuje takový ventil v koaxiálním provedení, který by umožňoval elektromagnetické ovládání během celého provozu ventilu (otevírání/uzavírání) bez dalších mechanismů a zároveň umožňoval regulovat tlak média za výstupní částí ventilu.

Podstata technického řešení

Navržené technické řešení reflektuje konstrukčními nedostatky současných řešení elektromagnetických ventilů a přináší originální koncepci elektromagnetického koaxiálního ventilu. Toho je docíleno topologií, materiálem a konstrukcí elektromagnetického koaxiálního ventilu. Řešení pak přináší zásadní výhody, mezi které patří nízká spotřeba energie, vysoká rychlost odezvy a možnost eliminace poruch. Koncepce je přitom založena na dvou základních předpokladech:

(i) ventil je plně elektromagnetický – elektromagnetické pole přímo řídí primární funkci a z jeho pozorování lze určit aktuální stav ventilu, a

(ii) ventil je v koaxiálním provedení – kapalina prochází ventilem v axiálním směru.

Elektromagnetický koaxiální ventil využívá magnetických prstenců k zajištění stabilní polohy tělesa ventilu (otevřený/uzavřený ventil) a elektrického vinutí ke změně jeho stavu (otevírání/uzavírání ventilu). Magnetický prstenec složený z permanentních magnetů ze vzácných zemin, například SmCo, NdFeB a jiné, spolu s optimalizovanou topologií magnetického obvodu ventilu, například z magnetické nerezové oceli, umožňují dosáhnout vysoké hustoty energie. Elektrické vinutí vytváří magnetický indukční tok pro ovládání ventilu a ventil dosahuje vysoké dynamické odezvy při nízké spotřebě energie.

K zajištění těsnosti ventilu mezi jednotlivými částmi magnetického obvodu lze s výhodou využít těsnění z kompozitního materiálu na bázi magnetoreologického elastomeru, které snižuje magnetický odpor (reluktanci) jednotlivých dílů magnetického obvodu a zároveň zvyšuje těsnost díky své deformaci procházejícím magnetickým tokem (magnetický elastomer vyplňuje vzduchové mezery mezi díly magnetického obvodu). Přímé měření indukčnosti elektrického vinutí lze využít k určení ustáleného stavu ventilu (otevřeno/ uzavřeno) a měření indukované napětí v průběhu přepínání ventilu (otevírání/zavírání) umožňuje sledovat přechod mezi stabilními stavy. Cyklickým buzením elektrického vinutí je docíleno rychlého spínání ventilu a tím přímo regulace tlaku média v jeho výstupní části.

Technickým řešením je elektromagnetický koaxiální ventil sestávající z trubkovitého tělesa zakončeným dosedací hranou směřující proti sedlu ustaveným v průtočné komoře, kde trubkovité těleso je podélně přesuvně uspořádáno v tělese. Těleso je opatřeno alespoň jednou dvojicí magnetických prstenců, které se nacházejí mimo průtočnou komoru. Trubkovité těleso volně obepývá alespoň jedna dvojice vzájemně oddělených elektrických vinutí. Magnetický prstenec zajišťuje podélně přesuvné těleso v krajních polohách. Změna polohy podélně přesuvného tělesa, a tím změna stavu ventilu – stav otevřeno/zavřeno – je zajištěna pulzem elektrického proudu v elektrickém vinutí, přičemž orientace proudu musí vytvořit magnetický indukční tok, který působí proti toku magnetického prstence zajišťujícího původní polohu přesuvného tělesa. Je přitom výhodné, pokud je elektrické vinutí z každé dvojice elektrického vinutí umístěno ve vzájemně protilehlé poloze.

Na základě experimentů a testů provedených na prototypu ventilu dle příkladného provedení lze stručně charakterizovat navržený koncept v následujících bodech:

- Ventil je navržen v koaxiálním, tj. přímém provedení. Hlavní osou ventilu prochází průtočná komora (kanál), která spojuje vstup a výstup ventilu. Ventil je obousměrný a médium tak může být přivedeno jak pod sedlo ventilu, tak nad sedlo ventilu.
- Sedlo ventilu je spojeno s přírubou ventilu. Trubkovité těleso je v uzavřeném stavu ventilu umístěno proti sedlu. Trubkovité těleso tvoří kanál ventilu. Těsnost ventilu v uzavřeném stavu zajišťuje těsnící O-kroužek umístěný na sedle ventilu.

- Ovládací elektromagnetický aktuátor (pohon) ventilu se dále skládá z magnetického obvodu s permanentními magnety (magnetický prsteneček), pohyblivého trubkovitého tělesa a válcových cívek (elektrické vinutí). Udržovací síla pohyblivého tělesa ve stabilních polohách (otevřený a zavřený ventil) je plně zajištěná magnetickým prstencem. Přechod mezi stabilními polohami zajišťuje vybuzení elektrického vinutí. Magnetický tok vybuzený vinutím zesiluje magnetický tok magnetického prstence, a tím mění rovnováhu sil ve stabilních polohách pohyblivého tělesa (otevřený/zavřený ventil). Pohyblivé těleso ve stabilních polohách dosedá na dvojici dorazů z magnetoreologického elastomeru umístěných mezi magnetický obvod a příslušnou hranu pohyblivého tělesa.
- V základním provedení je ventil bistabilní. Magnetické prstence tak zajišťují stabilní polohy pohyblivého trubkovitého tělesa (otevřený/zavřený ventil). Využití rozdílných magnetických prstenců (rozdílný počet permanentních magnetů) umožňuje dosáhnout monostabilního režimu. V tomto případě je pohyblivé těleso udržována v nestabilní poloze magnetickým tokem vybuzeného elektrického vinutí a stabilní poloha je zajištěna magnetickým prstencem.

Originalita navržené koncepce spočívá především v konstrukci ovládacího elektromagnetického aktuátoru a lze ji shrnout do následujících bodů:

- Ovládací elektromagnetický aktuátor je plně řízený magnetickým tokem vybuzeným elektrickým vinutím. Ventil neobsahuje pružiny nebo táhla, která by zajišťovala funkci ventilu (např. pro zajištění vratného pohybu, nebo zajištění stabilní polohy ventilu).
- Aktuátor umožňuje jak bistabilní, tak monostabilní režim ventilu.
- Přechod mezi stabilními polohami ventilu se provádí krátkým vybuzením elektrického vinutí ovládacího elektromagnetického aktuátoru. To zajišťuje vysokou rychlost změny stavu (otevřeno/zavřeno) při nízké spotřebě energie.
- Využití magnetického prstence složeného z permanentních magnetů na bázi vzácných zemin a topologie magnetického obvodu ovládacího elektromagnetického aktuátoru umožňuje dosáhnout vysoké hustoty energie. Ventil má vysokou rychlost reakce.
- Konstrukce magnetického obvodu ovládacího elektromagnetického aktuátoru umožňuje bez dodatečných senzorů zjistit stav ventilu (otevřeno/zavřeno), a to pomocí měření indukčnosti vzájemně odděleného elektrického vinutí.
- Konstrukce průtočné komory ventilu umožňuje obousměrný provoz ventilu (přívod média nad/pod sedlo). Pokud je ventil spojen s přívodem média pod sedlem, jsou eliminovány tlakové rázy.
- Koaxiální konstrukce ventilu zajišťuje nízký tlakový spád.
- Ventil umožňuje regulaci tlaku média ve výstupní části ventilu pomocí velmi rychlého cyklického spínání.

Objasnění výkresů

- Na Obr. 1 je v částečném řezu znázorněno příkladné provedení elektromagnetického koaxiálního ventilu v symetrii podél hlavní osy. Na Obr. 2a je znázorněn řez částí elektromagnetického koaxiálního ventilu ve stavu zavřeno. Na Obr. 2b je znázorněn řez totožnou částí elektromagnetického koaxiálního ventilu ve stavu otevřeno. Na Obr. 3a je znázorněn řez ventilem v místě sedla. Průřez A znázorňuje provedení tělesa s náběžnou hranou. Na Obr. 3b je znázorněn příčný řez B zobrazující magnetický prsteneček. Tento příčný řez elektromagnetickým koaxiálním

ventilem v otevřené poloze, kdy je umožněn řízený tok tekutiny průtočnou komorou. Na Obr. 4a je znázorněn řez elektromagnetickým koaxiálním ventilem v otevřeném stavu, na Obr. 4b. znázorněn řez elektromagnetickým koaxiálním ventilem v uzavřeném stavu.

5

Příkladné uskutečnění technického řešení

Elektromagnetický koaxiální ventil s regulací tlaku je tvořen z trubkovitého tělesa 1, které je zakončeno dosedací hranou 2. Dosedací hrana 2 směřuje proti sedlu 3. Sedlo 3 je ustaveno v průtočné komoře 4. Trubkovité těleso 1 je podélně přesuvně uspořádáno v tělese 5. Těleso 5 je opatřené dvěma v podélném směru s odstupem uspořádanými magnetickými prstenci 6, které se nacházejí mimo průtočnou komoru 4. Magnetický prstenec 6 je v tomto konkrétním provedení z NdFeB permanentního magnetu. Trubkovité těleso 1 volně obemýká jedna dvojice vzájemně oddělených elektrických vinutí 7. Mezi elektrickým vinutím 7 a trubkovým tělesem 1 je včleněn kluzný člen 8 z nemagnetického materiálu. Těleso 5 je opatřeno dosedacími hranami z magnetického elastomeru 9. Těleso 5 je vůči průtočné komoře 4 utěsněno těsněním 10. Těleso 5 je z obou stran opatřeno přírubami 11.

Magnetický prstenec 6 zajišťuje podélně přesuvné trubkovité těleso 1 v krajních polohách otevřeno/uzavřeno a dalších mezipolohách. Změna polohy podélně přesuvného trubkovitého tělesa 1, a tím změna stavu ventilu – stav otevřeno/zavřeno – je zajištěna pulzem elektrického proudu v elektrickém vinutí 7, přičemž orientace proudu musí vytvořit nesymetrický magnetický indukční tok, který působí proti toku magnetického prstence 6 zajišťujícího původní polohu přesuvného tělesa 1. Magnetický tok vybuzený vinutím 7 zesiluje magnetický tok s odstupem v podélném směru uspořádaných magnetických prstenců 6, a tím mění rovnováhu sil ve stabilních polohách pohyblivého trubkovitého tělesa. V otevřeném stavu prochází kapalina průtočnou komorou 4 v trubkovitém tělesu 1 uspořádaném podélně v tělese 5. Dosednutím dosedací hrany 2 trubkovitého tělesa 1 k sedlu 3 dojde k uzavření průtoku média skrz průtočnou komorou 4 v trubkovitém tělesu 1 podélně přesuvně uspořádaném v tělese 5. K výstupní části V1 elektromagnetického koaxiálního ventilu je připojena vyrovnávací tlaková nádrž 12.

Průmyslová využitelnost

Technické řešení nalézá své uplatnění zejména v oblasti energií, vytápění, chlazení, dále vodohospodářství, a to pro účely regulace průtoku kapalných či plynných médií. Ventil s funkcí regulace tlaku média nalézá své uplatnění především v systémech plynných médií s nízkou světlostí potrubí, kde umožňuje pomocí ventilu zastat funkci regulátoru, který je běžně osazen jako samostatného zařízení.

40

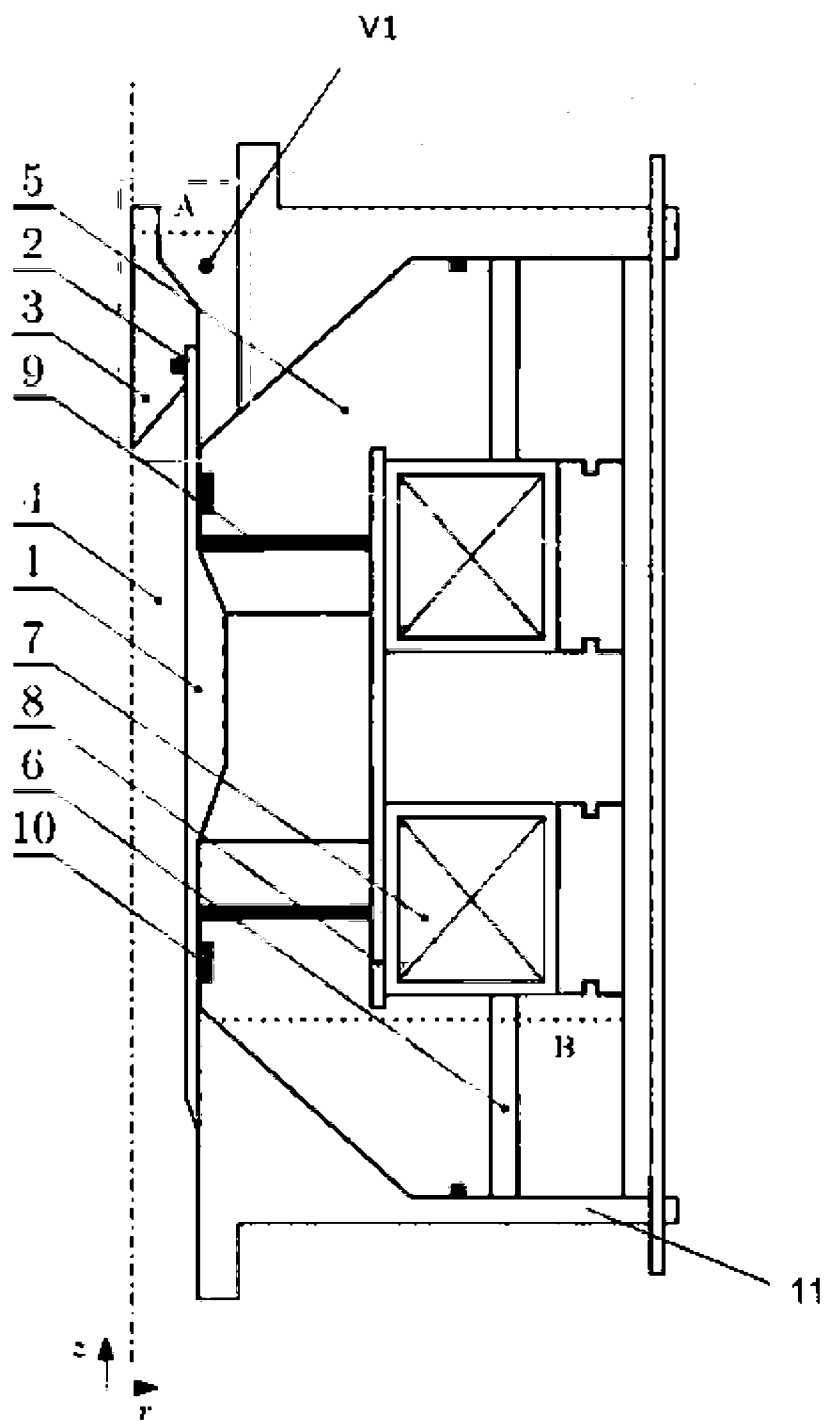
NÁROKY NA OCHRANU

5 1. Elektromagnetický koaxiální ventil s plně otevřenou a uzavřenou polohou a dalšími
mezipolohami umožňujícími částečný řízený průtok media elektromagnetickým koaxiálním
ventilem, **vyznačující se tím**, že je tvořen tělesem (5) obsahujícím sedlo (3) ventilu a vymezujícím
průtočnou komoru (4) ventilu, v níž je podélně uspořádáno trubkovité těleso (1) zakončené hranou
(2) dosedající při uzavřené průtočné komoře (4) do sedla (3), přičemž těleso (5) je opatřeno dvěma
10 v podélném směru s odstupem uspořádanými magnetickými prstenci (6) pro vybuzování příslušných
nesymetrických magnetických indukčních toků pro udržování trubkovitého tělesa (1) ve zvolených
polohách pro uzavření/plné otevření ventilu a mezipolohách umožňujících průtok media ventilem,
přičemž trubkovité těleso (1) volně obemkají dvě v podélném směru s odstupem upořádaná, mezi
magnetickými prstenci (6) umístěná elektrická vinutí (7) napájená elektrickým proudem, pro
vybuzení nesymetrických magnetických indukčních toků pro zesílení magnetického indukčního
15 toku příslušného magnetického prstence (6) k přesunutí trubkovitého tělesa (1) v podélném směru,
a tím změnu stavu ventilu z plně či částečně otevřené do uzavřené polohy a naopak, přičemž
k výstupní části (V1) ventilu je připojena vyrovnávací tlaková nádrž (12).

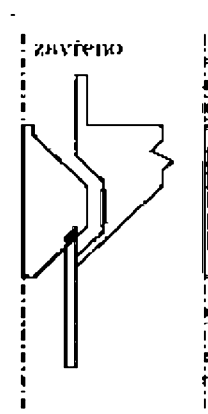
2. Elektromagnetický koaxiální ventil podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mezi vinutím (7)
a tělesem (5) je včleněn kluzný člen (8) z nemagnetického materiálu.

20 3. Elektromagnetický koaxiální ventil podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že těleso (5) je
vůči tělesu (1) opatřeno dosedacími hranami (9) z magnetického elastomeru.

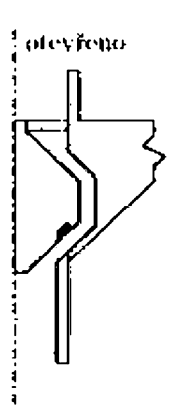
4 výkresy



Obr. 1

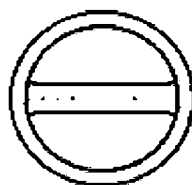


Obr. 2a



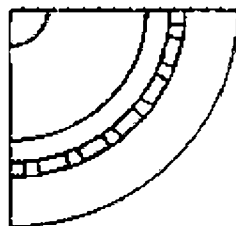
Obr. 2b

A (1:1)

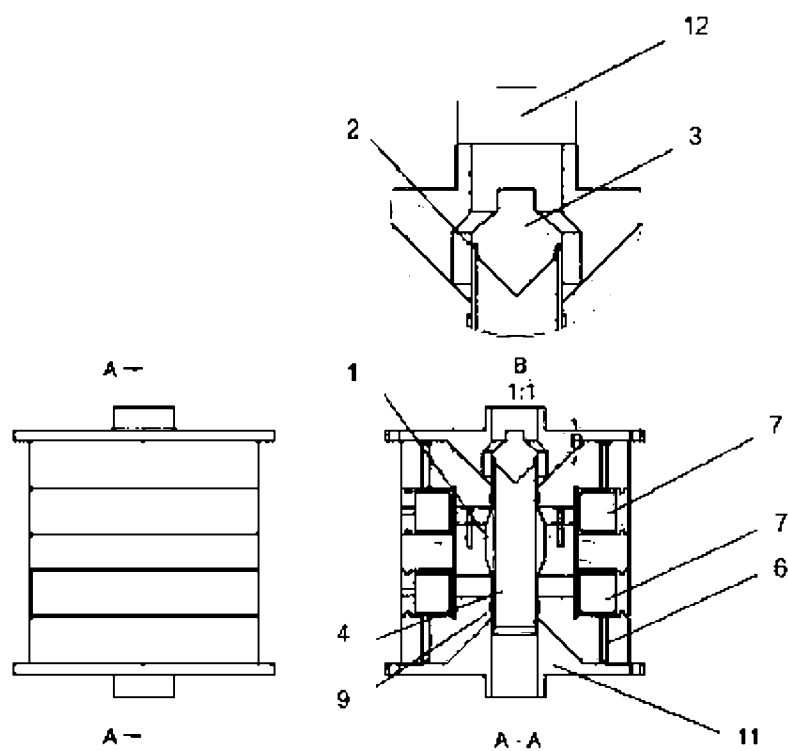


Obr. 3a

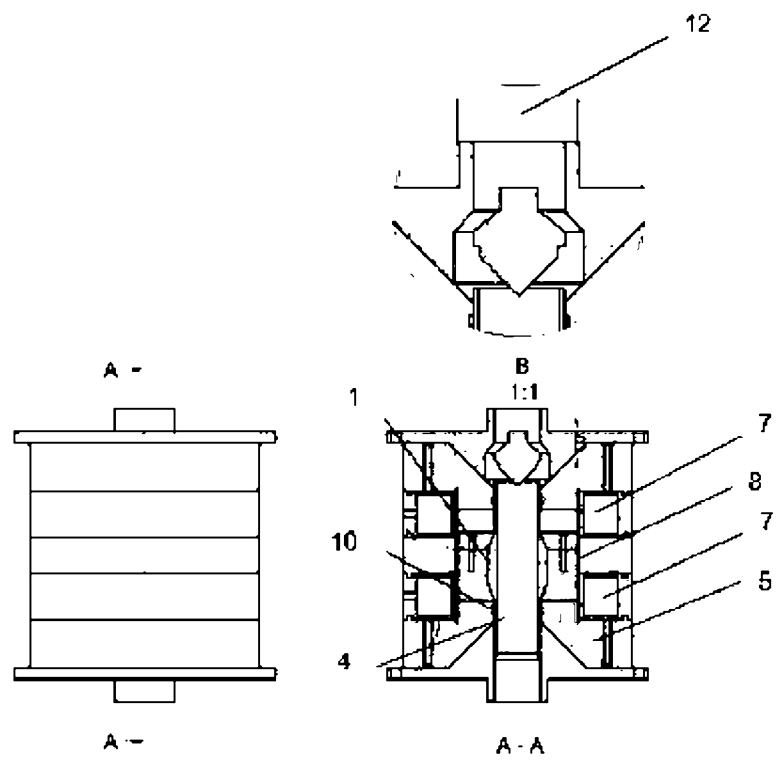
B (1:2)



Obr. 3b



Obr. 4a



Obr. 4b