



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212 802

(11) (B1)

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 03 80
(21) PV 1912 - 80

(51) Int. Cl.³
F 16 K 13/00

(40) Zveřejněno 31 08 81
(45) Vydáno 01 12 83

(75)
Autor vynálezu TESAŘ VÁCLAV ing.CSc., PRAHA

(54) Aktivní fluidický uzavírací ventil

1

Vynález se týká aktivních ventilů, to jest ventilů, které ke své uzavírací funkci potřebují napojení na zdroj výkonu, a to ventilů čistě fluidických, tedy bez mechanických pohyblivých součástí. Takovéto ventily jsou navrhovány zejména pro uplatnění v jaderné technice, kde se příznivě uplatní vysoká spolehlivost vlastní uzavírací části. Ta pak může být umísťována v prostorech, kam běžně není přístup potřebný pro údržbu nebo opravy.

Předmětem vynálezu je takovýto aktivní fluidický ventil s uzavírací funkcí, jehož funkce spočívá v tom, že udržuje v určité výšce nad sebou sloupec kapaliny nacházející se v převážně svisle orientovaném potrubí. Jakmile dojde k přerušení dodávky příkonu do tohoto ventilu, kapalina okamžitě z potrubí vyteče pod účinkem gravitačního zrychlení. Předpokládá se použití v bezpečnostním systému, který má přerušit funkci např. jaderného reaktoru nebo jiného zařízení. Je výhodné, že k tomuto přerušení funkce dochází účinkem vždy a spolehlivě fungujícího gravitačního zrychlení, přičemž ve ventilu bez pohyblivých součástí není nic, co by takovému proudění vyvolanému účinkem tíhy mohlo bránit: jsou zde jen volné, otevřené kanály. U známých uspořádání je napájecí příkon, potřebný k funkci aktivního ventilu, přiváděn střídavým průtokem tekutiny. Nevýhodou známých uspořádání je značná složitost. Ta je dána již tím, že na ventil je kladen dosti složitý požadavek usměrňovací funkce, tedy přeměny energie střídavého napájecího průtoku na ustálený tlakový účinek působící proti gravitačnímu zrychlení. Komplikujícím vlivem je i to, že známé uspořádání pracuje se dvěma střídavými napájecími průtoky, vzájemně vůči sobě fázově posunutými.

Složitost znamená nejen pracnou a nákladnou výrobu takového ventilu, zejména komplikovanou obvykle tím, že s ohledem na vyloučení korose ventilu je nutné jej zhotovovat z materiálů jako jsou nerezavějící oceli, které se vyznačují špatnou obrobiteľností. Významnější je, že na ventil jsou kladeny současně dva základní požadavky, přičemž složitost uspořádání znamená, že druhému z nich lze daleko obtížněji vyhovět. Prvním tímto požadavkem je již zmíněná schopnost ventilu přeměňovat co nejučinnější střídavý napájecí průtok na potřebný tlakový efekt. Neméně důležitá je však vlastní bezpečnostní funkce při přerušení střídavého napájení. Tehdy musí ventil co nejrychleji reagovat tak, že jím kapalina protече a vyprázdní prostor nad ventilem. K tomu je požadavkem co nejmenší ztráta pro tento zpětný směr proudění. Ukazuje se, že oba požadavky jsou do značné míry vzájemně protichůdné. Pro účinné udržení sloupce kapaliny nad ventilem je namístě spíše značný odpor. Dosaďadní poměrně složitá uspořádání mají však značný odpor i pro průtok při vyprazdňování: v důsledku složité geometrie musí tekutina i při zpětném průtoku několikrát měnit směr a rychlost.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny aktivním fluidickým uzavíracím ventilem podle tohoto vynálezu, jehož podstatou je, že tryska připojená na přívod napájecího střídavého průtoku zasahuje svým ústím do vertikální trubice, například stálého kruhového průřezu, a sice do jejího spodního konce který je umístěn v nádobě tak, že mezi nádobou a spodním koncem vertikální trubice je mezera, přičemž okraj spodního konce vertikální trubice je zaoblen a zaoblení navazuje na horizontálně umístěný talíř, zejména tak, že mezi talířem a dnem nádoby je tím vytvořena radiální štěrbiná.

Zejména je podle vynálezu účelné, jestliže tryska má zúžený úšťový kanálek ve vertikální trubici ukončen ostrou hranou.

Výhodou uspořádání ventilu podle vynálezu je, že poměrně komplikovanou funkci, na níž jsou kladeny protichůdné požadavky, vykonává při celkové konstrukční jednoduchosti. Je zde v zásadě pouze jediná trubka ukončená rozšířeným talířem a do ní zasahující tryska. Tato velmi jednoduchá geometrie znamená, že zpětný průtok prochází ventilem s malými ztrátami, čemuž ještě napomáhá difusorový efekt v radiální štěrbině mezi talířem a dnem nádoby. Přesto laboratorní experimenty vykazaly překvapivě dobrý usměrňovací efekt - tedy dobrou účinnost přeměny energie přiváděného střídavého průtoku na výstupní jednosměrný tlakový efekt. Přitom k tomuto výslednému efektu postačuje pouze jediný střídavý přívod namísto dvou přívodů s fázově vzájemně posunutými střídavými průtoky. To znamená další podstatné zjednodušení a zlevnění výroby, a tedy nižší cenu, ale současně také i větší spolehlivost a menší prostorové nároky tohoto ventilu.

V určité fázi cyklického děje, která v něm probíhá, funguje ventil podle tohoto vynálezu do jisté míry jako ejektor - nassává kapalinu z nádoby mezerou mezi dnem nádoby a spodním koncem vertikální trubice. Dochází k tomu ovšem pouze na začátku funkce po přívodu napájecího střídavého průtoku. Jakmile se ovšem dosáhne požadovaného převýšení hladiny ve vertikální trubici, není již další tekutina (kapalina) přissávána. Proto zde není, na rozdíl od ejektorů, žádný difusor ve směru proudění kapaliny z trysky. Ejektory jsou ovšem napájeny jednosměrným, stálým průtokem dopravní látky, která trvale vytéká značnou rychlos-

tí z jejich trysky. V případě ventilu podle vynálezu hraje rozhodující roli zcela jiný mechanismus, a sice usměrňovací efekt. Ukazuje se, že lze dosáhnout usměrněného, jednosměrně působícího tlakového účinku ve vertikální trubici, i když do trysky je přiváděn střídavý průtok, tedy střídající se výtok z trysky a naopak nassávání kapaliny do trysky. Průměrná hodnota vycházejícího průtoku z trysky, vyhodnocovaná po několik cyklů takového periodického děje, je tedy nulová. Přesto se projeví nenulovým průměrným výstupním efektem.

Další rozdíl je potom ve funkci, která nastává ihned po přerušení napájecího střídavého průtoku. Ejektory nejsou navrhovány pro takový režim, v němž by se kapalina vracela difusorem nazpět a nejsou tedy samozřejmě pro takový režim přizpůsobeny. Naopak u ventilu podle vynálezu je tento režim se zpětným průtokem z vertikální trubice zpět do nádoby právě tak důležitý jako režim, při němž je tento zpětný průtok uzavřen. Proto je u ventilu podle vynálezu uspořádán difusor ve formě radiální štěrbin, který zmenšuje kinetickou energii kapaliny vytékající do nádoby a tím zmenšuje ztráty při tomto zpětném průtoku, který se tak usnadní. To opět žádné ejektory nemají.

Na připojených obrázcích je blíže vysvětleno uspořádání ventilu podle tohoto vynálezu a jeho funkce. Jde o provedení, které v zásadě odpovídá zkoušenému laboratornímu modelu. Na obr. 1 je vlastní ventil, zachycený v podélném řezu, vedeném osou trysky 1 a tedy i osou vertikální trubice 2, neboť obě tyto součástky jsou u tohoto provedení sousedí. Je použita vertikální trubice 2 stálého průřezu, a to průřezu kruhového. Na obr. 2 je pak naznačeno schematicky uplatnění tohoto ventilu v bezpečnostním systému, který při přerušení přívodu elektrické energie nebo jiné poruše ihned vypustí kapalinu z vertikální trubice 2 do nádoby 5 aniž by přitom došlo k pohybu jediné mechanické součástky za ochrannou bariérou 60. To je důležitá vlastnost; taková součástka, například uzavírací klapka, nemůže být nikdy dokonale spolehlivá, neboť po dlouhodobém provozu bez poruchy může dojít k zarezavění nebo zanesení nečistotami. Také je důležité, že k vypuštění kapaliny dojde pouze účinkem tíže a nikoliv nějakého pohonu vyžadujícího přívod energie, neboť tento přívod energie může být právě poruchou poškozen a nebude pak fungovat právě, když jej je zapotřebí.

Na obr. 1 je patrné, že do spodního konce 20 vertikální trubice 2 zasahuje tryska 1, a sice svým ústovým kanálkem 10. Tryska 1 je připojena na přívod napájecího střídavého průtoku 100. Znamená to, že do trysky 1 je střídavě nassávána kapalina a v následující funkční fázi je z ní opět vytlačována do vertikální trubice 2 směrem vzhůru. Podstatný je usměrňovací efekt této konfigurace: děj není symetrický, v další funkční fázi je nasát do trysky 1 jiný objem kapaliny, než který z ní předtím vytekl. Ukazuje se, že výška sloupce kapaliny ve vertikální trubici 2, která se v ní ustaví v rovnovážné poloze tím, že sem přeteče z nádoby 5, je přibližně úměrná druhé mocnině součinu frekvence a amplitudy přiváděného napájecího střídavého průtoku 100.

Na obr. 2 je naznačeno použití ventilu, jímž se takto udržuje sloupec kapaliny ve vertikální trubici 2 na takové výšce, že zasahuje do aktivní zóny 200. Předpokládá se, že přítomnost kapaliny v prostoru aktivní zóny 200 je nezbytná pro zde probíhající proces. Může také jít o to, že pro tento proces jsou nezbytné pevné částice nesené v kapalině. K tomu je ventil podle vynálezu zvláště vhodný jednak tím, že při periodickém výtoku z trys-

212 802

ky 1 dochází k agitaci těchto částic a brání se jejímu usazování při dně nádoby 2, jednak tím, že pevné částice nemohou narušit uzavírací funkci ventilu - zatímco klasický uzavírací ventil by například při dosednutí klapky na sedlo propouštěl kapalinu, jestliže by mezi klapkou a sedlem uvízla některá pevná částice. Samozřejmě lze také snadno realizovat uspořádání, v němž je takto ventilem kapalina udržována mimo aktivní zónu 200 a teprve při poruše, když dojde k otevření ventilu, se kapalina dostane do prostoru aktivní zóny 200, čímž dojde k přerušení reakce - tak by tomu například bylo, kdyby šlo o jaderný reaktor, který by v případě poruchy byl zastaven přivedením kyseliny borité do trubice procházející jeho aktivní zónou 200. Na obr. 2 je generátor, vyvolávající napájecí střídavý průtok 100, pístový generátor 111 s běžnými pohyblivými součástkami. Mohlo by ovšem jít i o čistě fluidický generátor bez pohyblivých součástek. Přenos energie od pístového generátoru 111 k ventilu se děje střídavým průtokem. Cílem je zde dosažení naprosté izolace procesu, který probíhá v aktivní zóně 200 a je od okolí oddělen ochrannou bariérou 60. K tomu je zapotřebí zajistit, aby byl co možná vyloučen trvalý přenos hmoty ochrannou bariérou. Současně je důležité, aby v prostoru za ochrannou bariérou 60 byla pouze ústrojí vyznačující se maximální dosažitelnou spolehlivostí, aby nebylo nutné provádět nějaké opravy nebo údržbu. K tomu je právě vhodné použít ústrojí nemající žádné mechanické pohyblivé součástky. Jistěže také klasické ejektory nemají žádné pohyblivé součástky, ale jejich použití je zde nepřijatelné, neboť ejektory ke své funkci vyžadují trvalé přivádění dopravní (pracovní, hnací) tekutiny, která by se ovšem mohla zaktivovat nebo jinak kontaminovat uvnitř aktivní zóny 200 nebo stykem s tekutinou procházející aktivní zónou 200 - v ejektoru kde se mísí dopravní a dopravovaná tekutina je takový styk nevyhnutelný - a nelze ji již jen tak beze všeho z prostoru za ochrannou bariérou 60 vyvádět zase ven. V uspořádání naznačeném na obr. 2 je přenos energie proveden tak, že v pístovém generátoru 111, provedeném jako klasický pístový kompresor, jenž bez ventilů, se uvádí do střídavého pohybu vzduch nebo jiný plyn. Napájecí střídavý průtok 100 kapaliny, potřebný pro funkci uzavíracího ventilu podle tohoto vynálezu, se vyvodí v převodné nádobě 120 tím, že tento plyn působí na volnou hladinu kapaliny. V zásadě nelze zcela vyloučit, že při tom by mohlo dojít k uvolňování kapiček této kapaliny. Velmi drobné kapičky ve formě aerosolu by se mohly při střídavém pohybu plynu přenést spojovacím potrubím přes ochrannou bariéru 60. Tomu brání aerosolová past 160. Je provedena tak, že uvnitř ochranné bariéry 60 je spojovací potrubí pro střídavý průtok plynu (vzduchu) ohnuto do tvaru písmene U. Ve spodní části ohybu je pak uzávěrová kapalina 62. V té se zachytí eventuální putující aerosoly. Protože plyn koná střídavé pohyby, není uzávěrová kapalina 62 vypuzena ze svého místa v aerosolové pasti 160, pouze se střídavě přelévá z jednoho ramene U-trubice do ramene druhého.

Protože ventil podle vynálezu je ventilem aktivním, jeho uzavírací schopnost se přerušuje při jakékoliv poruše ovlivňující přenos nebo generaci střídavého průtoku. Například při přerušení dodávky elektrické energie se požaduje, aby se zastavil proces probíhající v aktivní zóně 200 tím, že kapalina odteče z vertikální trubice 2. Dojde k tomu proto, že se zastaví pístový generátor 111. Při jiné poruše, například mechanickém přerušení potrubí vedoucí střídavý průtok vzduchu, k tomu dojde také. Oproti dosavadním známým ventilům se

příznivě uplatní okolnost, že jsou zde jen minimální odpory, které by bránily výtoku z vertikální trubice 2 do nádrže 5. Přechod ze spodního konce 20 vertikální trubice 2 je proveden zaoblením 22 o poměrně značném poloměru ve srovnání s průměrem vertikální trubice 2. V radiální štěrbině 3 mezi dnem nádoby 5 a talířem 4 dojde postupným zvětšováním protékajícího průřezu ke zpomalení kapaliny a tím se výrazně zmenší ztráty spojené s výtokem kapaliny do nádoby 5. V tomto velmi snadném výtoku z vertikální trubice 2 do nádoby 5 spočívá jedna z výhod ventilu podle tohoto vynálezu.

Hydrodynamické poměry v okolí ústí trysky 1 do vertikální trubice 2 jsou velmi složité, zejména jsou komplikovány tím, že výtok se střídá se ssáním. Detailní teorie uplatňujícího se usměrňovacího jevu nebyla v době psaní přihlášky vynálezu známa - na rozdíl od ejektorů, u kterých se směšovacímu procesu alespoň v hrubých rysech rozumí. Je proto obtížné říci, jak se vlastně projevuje okolnost, že při laboratorních pokusech se jevílo jako vhodnější uspořádání ústí trysky 1, při kterém ústíový kanálek 10 končil ostrou hranou 11.

Účelné by mohlo být, budou-li do spodního konce 20 vertikální trubice 2 zasahovat současně dvě trysky 1, připojené ovšem na dva vzájemně fázově posunuté napájecí střídavé průtoky 100. Lze předpokládat efektivnější usměrňovací účinek, přičemž hydraulický odpor proti zpětnému průtoku při pečlivém tvarování trysek nemusí nijak vzrůst. Taková úprava však autorem nebyla prakticky zkoušena. Její zřejmou nevýhodou oproti uspořádání dosud popisovanému je ovšem větší složitost napájení.

Pro funkci ventilu podle tohoto vynálezu není podstatná vertikální orientace osy trysky 1 a vertikální trubice 2. Ventil může pracovat i ve skloněné nebo horizontální poloze. Protože se však předpokládá použití k udržování jisté výše kapaliny ve vertikální trubici 2 nebo jiné nad ventilem umístěné poměrně úzké nádobě, je ovšem vertikální orientace nejúčelnější, neboť při ní odpadají ohyby trubice a tím i ztráty způsobené změnou směru při zpětném průtoku.

Aktivní uzavírací ventily podle tohoto vynálezu mohou nalézt uplatnění zejména tam, kde má být uzavírán o nějaké potrubí proti průtoku do nádoby v soustavě, která má být izolována od okolí, například proto, že se v ní pracuje s radioaktivními, toxickými, infekčními, chemicky vysoce agresivními nebo jinak nebezpečnými látkami. Okolnost, že jde o ventil aktivní, bude žádoucí tam, kde je příznivé automatické přerušení uzavírací funkce při poruchách.

Předpokládá se zejména uplatnění v jaderné technice.

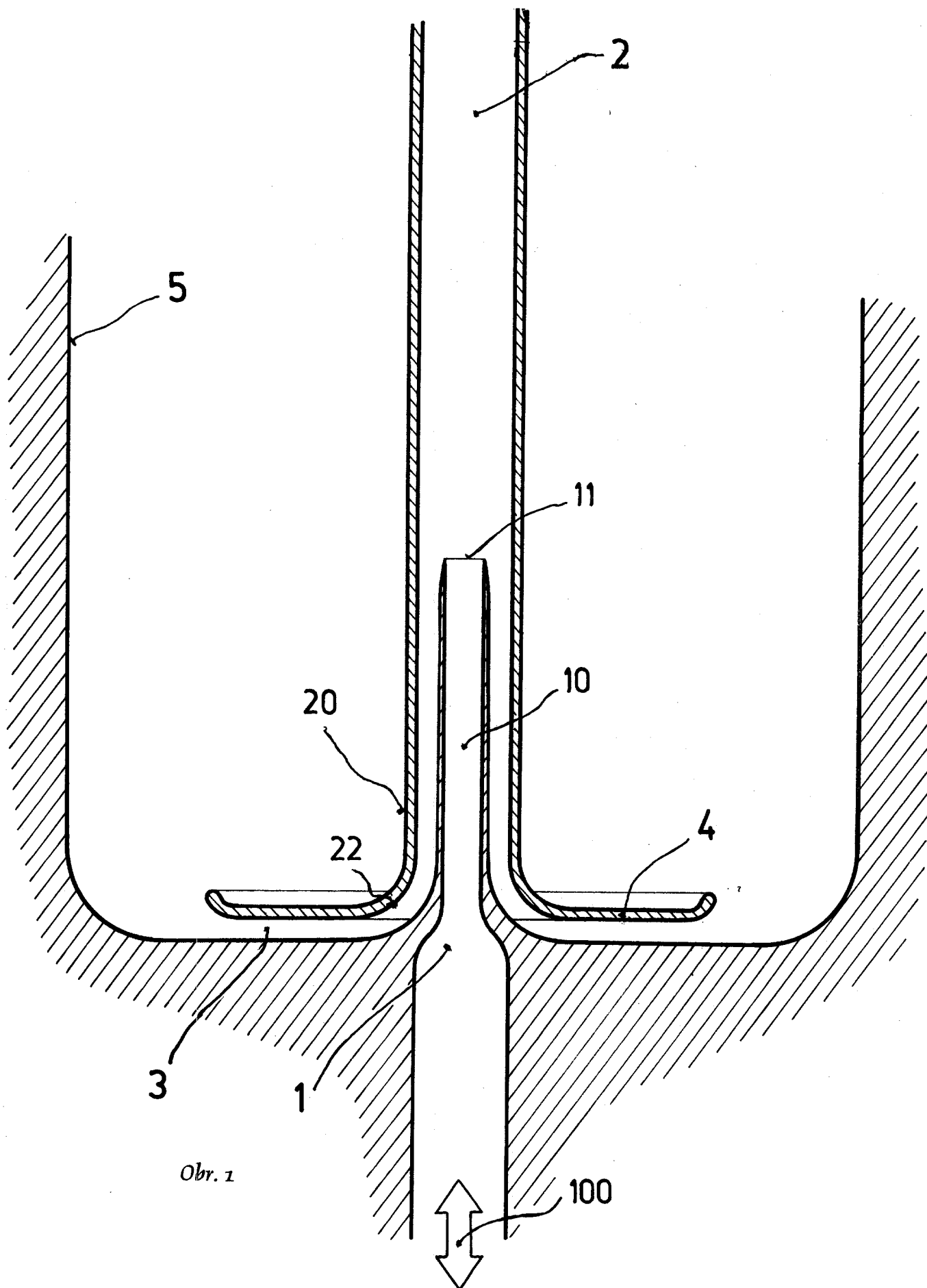
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

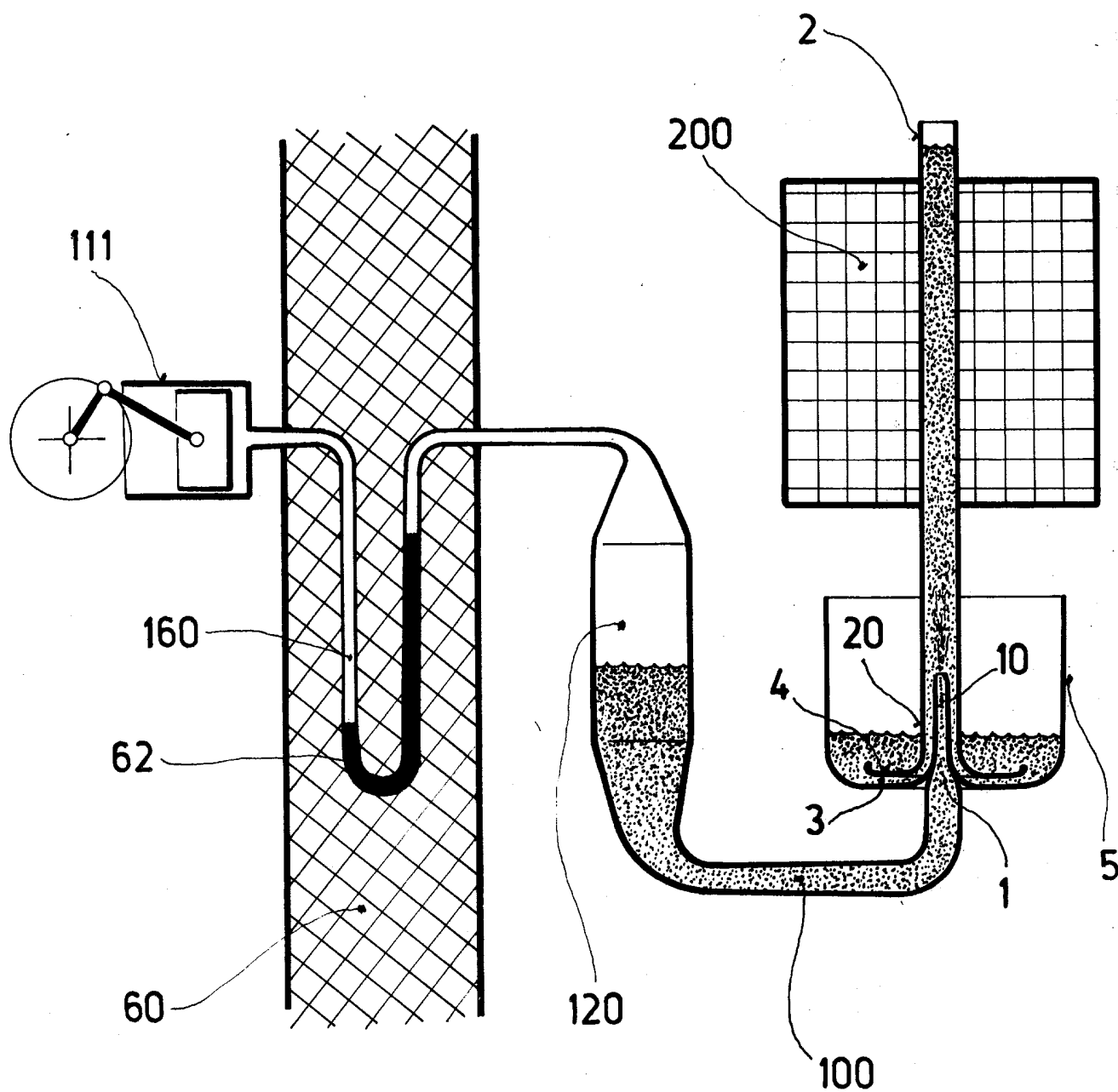
1. Aktivní fluidický uzavírací ventil vyznačující se tím, že obsahuje trysku (1) napojenou na přívod napájecího střídavého průtoku (100), která zasahuje svým ústím do spodního konce (2) vertikální trubice (2), například stálého kruhového průřezu, přičemž tento spodní konec (20) vertikální trubice (2) je umístěn v nádobě (5) tak, že mezi nádobou (5) a spodním koncem (20) je mezera a okraj spodního konce (20) vertikální trubice (2) je zaoblen a zaoblení (22) navazuje na horizontálně umístěný talíř (4) nade dnem nádoby (5), přičemž mezi talířem (4) a dnem nádoby (5) je vytvořena radiální štěrbiná (3).

212 802

2. Ventil podle bodu 1, vyznačující se tím, ze tryska (1) má zúžený ústňový kanálek (10) ve vertikální trubici (2) ukončen ostrou hranou (11).

2 výkresy





Obr. 2