



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 11 02 85
(21) (PV 895-85)

(40) Zveřejněno 16 12 85

(45) Vydáno 15 12 87

245132

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴
B 01 D 25/00

(75)

Autor vynálezu

TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Filtr k čištění tekutin od unášených částic

1

Vynález se týká filtrů pro čištění tekutin, tj. kapalin nebo plynů, od částic, které tekutina s sebou unáší. Předpokládá se zejména, že se jedná o filtraci za účelem odstranění pevných částic, jejichž přítomnost hrozí poškozením stroje, ve kterém tekutina protéká. Může například jít o pevné částice v mazacím oleji, jejichž přítomnost může znamenat vážnou hrozbu tím, že způsobí zadření nebo rychlé opotřebení kontaktních ploch, mezi které je olej přiváděn. Může také například jít o prachové částice v nasávaném vzduchu, kde jsou také běžně používány vzduchové filtry.

Filtrace je obvykle založena na průchodu filtrované tekutiny filtrační vložkou s otvory nebo kanálky o malém příčném rozměru. Těmi tekutina projde, ale částice nečistot jsou zachyceny. Filtrační vložky se přitom zanášejí a odpor filtru proti průtoku postupně vzrůstá. Je nebezpečí, že odpor naroste na hodnotu, při které napájecí zdroj tekutiny již nemůže vyvodit potřebný průtok tekutiny a je tak znemožněna funkce zařízení, ve kterém je filtr použit. Proto se filtrační vložky běžně provádějí jako výměnné. Dojde-li k určitému stupni zanesení, obsluha vložku vyjme a nahradí novou.

Vždy je přitom nebezpečí, že obsluha zapomene výměnu filtrační vložky provést.

2

Aby se nebezpečí takové situace snížilo, předepisuje se například u olejových nebo vzduchových filtrů motorových vozidel pravidelná výměna po určitých časových intervalech nebo po ujetí určité vzdálenosti. Možnost opomenutí výměny se tím ovšem nijak zcela nevyloučí a na druhé straně znamená tento přístup k problému značné ekonomické ztráty. Nelze totiž zapomenout, že v některých situacích může být zanášení zvláště rychlé a nemá-li ani tehdy dojít k zanesení filtrační vložky na nebezpečnou míru, musí být intervaly výměny voleny tak, aby zahrnuly i tyto situace. Znamená to, že ve většině ostatních případů jsou při výměně vyřazovány do odpadu filtrační vložky ještě schopné funkce. Přitom při některých výjimečných případech mimořádně rychlého zanášení se může stát, že dojde k neúnosnému vzrůstu odporu proti průtoku již před uplynutím i takto opatrně stanoveného intervalu. Aby se tomu předešlo, bývá filtr opatřen někdy pojistným obtokovým ventilem, který se otevře přetlakem způsobeným spádem na příliš velkém odporu. Obtokem se potom raději propouští nefiltrovaná kapalina, například v systému olejového mazání motoru je lépe, aby v případě zanesení filtru byl přiváděn do ložisek nefiltrovaný olej, než aby ložiska nebyla do-

statečně mazána. Účel, kvůli kterému byl filtr instalován, potom ovšem po dobu takového nouzového provozu není splněn. Odpomocí může být, zařadí-li se do obtokové větve také filtrační vložka, sloužící jako záloha.

Pojistný ventil zařazující do průtočné cesty záložní vložku ovšem znamená, že při jeho otevření musí tekutina překonávat větší tlakový spád. Vyžaduje proto větší příkon poháněcího ústrojí, přičemž přiváděná energie se neúčelně maří v obtokovém ventilu. Potíže také vznikají v souvislosti s tím, že tento ventil se má otevřít až po značně dlouhé době provozu, někdy až po mnoha tisících hodin, po které je bez funkce. Má-li se potom konečně otevřít, zjistí se někdy, že k žádoucí funkci nedojde, protože ventil se mezitím zanesl, zaseknul nebo, například u vzduchových filtrů v důsledku atmosférické vlhkosti, ve své zavřené poloze zarezavěl. Na druhé straně se ale může stát, že ventil se otevře předčasně. Jeho seřízení vyžaduje určitou práci a náklady při montáži filtru. Nelze vyloučit možnost, že ventil bude, například po opravách, zamontován nesprávně a nebude potom fungovat tak, jak se předpokládá.

Všechny uvedené problémy odstraňuje filtr podle vynálezu k čištění tekutin od ušlacených částic s automatickým zařazením záložní filtrační vložky, u kterého jsou hlavní filtrační vložka a záložní filtrační vložka umístěny každá v jedné ze dvou potrubních větví pro průtok filtrované tekutiny, primární větve a sekundární větve, které probíhají spolu souběžně a za oběma filtračními vložkami ve směru převládajícího proudění filtrem se obě větve spolu spojují ve spojovacím prostoru napojeném na výstupní vývod filtru. Podstatou vynálezu je, že v místě rozvětvení obou větví, primární větve a sekundární větve je interakční dutina ohraničená na dvou navzájem protilehlých stranách přídržnými stěnami, a sice preferovanou přídržnou stěnou navazující na stěnu primární větve a sekundární přídržnou stěnou navazující na stěnu sekundární větve, přičemž do interakční dutiny vyústuje napájecí tryska napojená na vstupní přívod filtru a po obou stranách napájecí trysky jsou mezi jejím ústím a začátkem preferované přídržné stěny a sekundární přídržné stěny umístěny preferovaný odstup a sekundární odstup.

Podle vynálezu může být účelné, aby buď preferovaná přídržná stěna nebo sekundární přídržná stěna anebo obě přídržné stěny byly odkloněny od směru výtoku z ústí napájecí trysky, přičemž sekundární přídržná stěna je odkloněna více než preferovaná přídržná stěna. Také může být podle vynálezu účelné, aby délka preferovaného odstupu, měřená od hrany ústí napájecí trysky k začátku preferované přídržné stěny ve směru kolmém ke směru výtoku z napájecí trysky byla menší, než ve stejném smě-

ru měřená délka sekundárního odstupu od hrany ústí napájecí trysky k začátku sekundární přídržné stěny.

Podle vynálezu může také být účelné, aby proti ústí napájecí trysky byla interakční dutina ukončena děličem, na který navazuje přepážka oddělující primární větev od sekundární větve, přičemž dělič může být oproti ose výtoku z napájecí trysky posunut směrem k sekundární přídržné stěně a může mít proti ústí napájecí trysky tvar žlábků.

Konečně může být podle vynálezu žádoucí, aby z míst před a za jednou z filtračních vložek byly vyvedeny odběry, například první odběr z primární větve před hlavní filtrační vložkou a druhý odběr ze spojovacího prostoru za hlavní filtrační vložkou a první odběr a druhý odběr potom jsou napojeny na indikátor posledního směru tlakového spádu.

Filtr podle tohoto vynálezu tedy zajišťuje automatické zařazení záložní filtrační vložky, a tím odstraňuje možnost vzniku nebezpečného poklesu tlaku kapaliny, je-li filtrační vložka zanesena. Toto zařazení záložní filtrační vložky nastane právě tehdy, zanesení se hlavní filtrační vložka na určitou míru, takže nedojde k tomu, že by byla vyřazována do odpadu vložka ještě schopná funkce. Nejsou zde přitom žádné pohyblivé součástky, využívají se pouze aerodynamické efekty vznikající při proudění filtrované tekutiny. Není tedy nebezpečí, jako u ventilů s pohyblivými součástmi, že by mohlo nastat ohrožení funkce zarezavěním, zaseknutím nebo zadřením nebo že by došlo ke zlomení pružiny, která ventil drží v zavřeném stavu. Nemůže dojít k tomu, že součástky ventilu by byly zamontovány nesprávně a tím ohrožena jeho funkce. Uspořádání podle vynálezu je velmi jednoduché a výrobně nenákladné. Při provozu nevyžaduje žádnou údržbu.

Na připojených výkresech je znázorněn filtr podle vynálezu a vysvětlena jeho činnost, přičemž na obr. 1 je jako příklad praktického provedení filtr určený k filtraci chladicího vzduchu přiváděného do prostoru počítače umístěného v terénním vozidle a na obr. 2 je diagram vysvětlující funkci filtru podle vynálezu.

Při jízdě v terénu je nebezpečí, že prach zvířený jízdou vozidla se usadí na elektronických součástkách a zhorší podmínky a u částí s mechanickým pohybem, například diskových a magnetopáskových vnějších pamětí, svým abrasivním účinkem způsobí rychlé opotřebení. Proto je prostor počítače přetlakován filtrovaným vzduchem. Filtrace probíhá ve filtračních vložkách z meandrovitě naskládaného filtračního materiálu, a to za normálních podmínek v hlavní filtrační vložce 1. Vzduch z okolí vozidla se do ní přivádí vstupním přívodem 15 a výstupním vývodem 16 je nasáván venti-

látorem a veden do přetlakovaného prostoru. Za klidu vozidla se ventilátor napájí z vozidlové baterie s omezenou kapacitou a je proto navržen na poměrně nízký příkon. Jakmile by došlo k zanesení hlavní filtrační vložky 1, ventilátor by nepostačil k přivedení dostatečného množství vzduchu a v prostoru počítače by nebezpečně narostla teplota elektronických součástek, které by přestaly být dostatečně chlazeny. Tomu zabrání filtr podle vynálezu tím, že automaticky zařadí připravenou záložní filtrační vložku 2 a současně s tím indikátor 200 posledního směru tlakového spádu osádku vozidla upozorní, že při nejbližší příležitosti je žádoucí provést výměnu hlavní filtrační vložky 1 za novou. Není to ale nezbytně nutné provést ihned, je-li obsluha zaměstnána jinými úkoly, může filtr značnou dobu plnit svůj účel se záložní filtrační vložkou 2. Hlavní filtrační vložka 1 a záložní filtrační vložka 2 jsou provedeny jako zásuvky, vyjímatelné pomocí madla 19 a jsou obě stejného provedení. Během provozu filtru jsou zasunuty do jeho skříňe, která je zhotovena v tomto případě z plechu. Dutiny v této skříni, kterými filtrovaný vzduch protéká, mají příčný průřez ve tvaru obdélníku o konstantní výšce, rovné výšce skříňe filtru. Je to rozměr kolmý k nákrese obr. 1.

Ve skříni filtru se přiváděný průtok vzduchu o průtočné hmotnosti $\dot{m}_s$ (kg/s) rozděluje do dvou průtoků. První z nich o průtočné hmotnosti $\dot{m}_A$ prochází primární větví 3. Druhý o hodnotě průtočné hmotnosti $\dot{m}_B$ prochází sekundární větví 4. Platí vztah

$$\dot{m}_A + \dot{m}_B = \dot{m}_s$$

Za kladnou je považována hodnota průtočné hmotnosti ve směru průtoku odshora dolů, tj. ve stejném smyslu, jaký má napájecí průtok $\dot{m}_s$. V převládající většině stavů během běžného provozu filtru bude průtok $\dot{m}_B$ záporný, jak naznačují šipky na obr. 1. Je to důsledek ejekčního efektu proudu vytékajícího z napájecí trysky 5. Tento ejekční účinek přisává vzduch přes záložní filtrační vložku 2 směrem vzhůru, takže průtok $\dot{m}_A$ je větší než $\dot{m}_s$.

Na obr. 2 je diagram vysvětlující funkci filtru podle vynálezu. Na vodorovnou osu je vynášena průtočná hmotnost $\dot{m}_A$ (kg/s) průtoku vzduchu procházející primární větví 3. Na svislou osu je pak vynášen tlakový spád ΔP (Pa) na hlavní filtrační vložce 1, kde je také tento spád zakotován jako rozdíl mezi místy měření tlaku. Závislost mezi těmito dvěma proměnnými veličinami ΔP a $\dot{m}_A$ je charakteristika **Ch** rozváděcí části filtru, jež je vynesena silnou čarou na obr. 2. V diagramu na obr. 2 je také vyznačena velikost průtočné hmotnosti napájecího průtoku $\dot{m}_s$. Je patrné, že jen v ur-

čítém dosti mimořádném stavu bude průtok $\dot{m}_B$ sekundární větví 4 nulový, takže je

$$\dot{m}_A = \dot{m}_s$$

Je-li tlakový spád ΔP malý, bude $\dot{m}_A > \dot{m}_s$, jak naznačuje spodní část charakteristika **Ch** probíhající vpravo od svislé přímky $\dot{m}_A = \dot{m}_s$. Se zvyšujícím se tlakovým spádem se ale průtočná hmotnost sekundární větví 4 zmenšuje, v určitém stavu charakteristika **Ch** svislou přímku $\dot{m}_A = \dot{m}_s$ protíná a při vyšších tlakových spádech ΔP probíhá charakteristika **Ch** již vlevo od této svislé přímky. Tento úsek probíhající vlevo je ale poměrně krátký, směrem k rostoucím hodnotám ΔP charakteristika končí bodem vyznačeným jako hvězdička. Ve stavu odpovídajícímu tomuto bodu dochází k závažnému překlopení. Takovýto průběh charakteristiky **Ch** byl autorem zjištěn experimentálně pro geometrii filtru odpovídající obr. 1. Při jiných tvarech protékanych částí filtru může charakteristika **Ch** probíhat jiným způsobem. Některé poznatky o souvislosti průběhu charakteristiky **Ch** a tvaru protékanych částí filtru, respektive tvarech rozváděcích bistabilních prvků, které jsou geometrii filtru velmi blízké, byly autorem publikovány a jsou zájemcům k dispozici v práci Tesař V.: „A Mosaic of Experiences and Results from Development of High-Performance Bistable Flow-Control Elements“, Proceedings of the Symposium „Process Control by Power Fluidics“, Sheffield, Velká Británie.

Jaké stavy skutečně ve filtru nastanou, tj. jak velký bude průtok o průtočné hmotnosti $\dot{m}_A$ protékající hlavní filtrační vložkou 1 a jaký bude spád tlaku ΔP na hlavní filtrační vložce 1, je určeno průsečíkem charakteristiky **Ch** na obr. 2 s křivkou udávající závislost mezi průtokem a tlakovým spádem pro danou filtrační vložku. Tato závislost se za provozu filtračních vložek mění s jejich zanesením. Vesměs jde o křivku velmi blízkou k přímce. Na obr. 2 jsou vyneseny tři takové křivky, křivka nové filtrační vložky **a**, křivka mezně zanesené filtrační vložky **b** a křivka zátěžového překlopení **c**.

Filtr podle vynálezu v příkladu provedení na obr. 1 má na vstupní přívod 15 filtrovaného vzduchu napojenu napájecí trysku 5, provedenou jako lokální zúžení protékaneho průřezu v jednom směru. Ve směru kolmém k nákrese obrázku, jak bylo uvedeno, je výška všech dutin ve všech místech stejná. Toto zúžení je ve směru přítoku pozvolné, aby nedocházelo k malé hydraulické ztrátě. Za to ve směru odtoku končí náhle. Zde z napájecí trysky vytéká vzduchový proud směrem na obr. 1 dolů. Vytéká do interakční dutiny 34. Ta je na dvou protilehlých stranách, na obr. 1 napravo a na-

levo, ohraničena přídržnými stěnami, a sice preferovanou přídržnou stěnou **8** vlevo a sekundární přídržnou stěnou **9** vpravo. Preferovaná přídržná stěna **8** vlevo navazuje na stěnu primární větve **3** potrubí pokračující směrem dolů od interakční dutiny **34**. Sekundární přídržná stěna **9** navazuje ve své na obr. 1 spodní části na stěnu sekundární větve **4** potrubí, do kterého je vložena záložní filtrační vložka **2**. Preferovaná přídržná stěna **8** a sekundární přídržná stěna **9** jsou rovinné a jsou skloněny tak, že interakční dutina **34** se směrem dolů na obr. 1 rozšiřuje. V tomto příkladu provedení je odklon sekundární přídržné stěny **9** od svislého směru výtoku z ústí napájecí trysky **5** větší než obdobný odklon preferované přídržné stěny **8**. Na obou stranách ústí napájecí trysky **5** jsou provedeny odstupy, jako jakési schůdky mezi hranou ústí a začátkem preferované přídržné stěny **8** a sekundární přídržné stěny **9**. Mezi hranou ústí vlevo a začátkem preferované přídržné stěny **8** je to preferovaný odstup **6**. Výška tohoto schůdku je zřetelně nižší než obdobně vpravo uspořádaného sekundárního odstupu **7**. Dole ve směru výtoku z napájecí trysky **5** je interakční dutina **34** ukončena děličem **10**. Na ten potom dále níže navazuje přepážka **11** oddělující primární větev **3** od sekundární větve **4**. Pod hlavní filtrační vložkou **1** a záložní filtrační vložkou **2** se primární větve **3** spojuje se sekundární větví **2** ve spojovacím prostoru **126** napojeném na výstupní vývod **16** filtru. Dělič **10** zde má takový tvar, že proti ústí napájecí trysky **5** je žlábek. Oproti ose výtoku z napájecí trysky **5** je dělič **10** umístěn nesymetricky, a sice je posunut směrem k sekundární přídržné stěně **9**.

Interakční dutina **34** je tedy výrazně nesymetrická. Tato nesymetrie může být důsledkem tří odlišností pravé a levé strany. Postačí, aby taková odlišnost byla jen v jednom z následujících tří faktorů, tedy menší délka preferovaného odstupu **6** oproti délce sekundárního odstupu **7** nebo menší odklon preferované přídržné stěny **8** než odklon sekundární přídržné stěny **9** nebo konečně asymetrická poloha dělice **10** blíže k sekundární přídržné stěně **9**. U příkladu obr. 1 je asymetrie způsobena všemi třemi faktory, ale to je jen proto, aby všechny tři mohly být názorně vysvětleny. Z hlediska výrobní ceny bude volena spíše asymetrie v důsledku jen jednoho z nich.

Asymetrie způsobí, že vzduchový proud vytékající z napájecí trysky **5** je veden, pokud není hlavní filtrační vložka **1** příliš zanesena, po každém spuštění poháněcího ventilátoru vždy do primární větve **3**. Umožňuje to známý Coandův jev přilnutí tekutiny k povrchu proudy ke stěně umístěné vedle ústí trysky. To, že jde o zatopený proud, který si odsává tekutinu ze svého okolí, způsobuje, že po odsátí tekutiny z prostoru mezi proudem a stěnou vznikne v tomto prostoru

podtlak, který proud ke stěně ohýbá. V případě z obr. 1 jsou dvě takové stěny, preferovaná přídržná stěna **8** a sekundární přídržná stěna **9**. Ovšem preferovaná přídržná stěna **8** je blíže a má menší odklon, takže zde dříve a výrazněji dojde ke zmíněnému odsátí. Vzduchový proud z napájecí trysky **5**, jak je na obr. 1 naznačeno, dá tedy přednost přilnutí k preferované přídržné stěně **8** a sleduje ji do primární větve **3**, takže prochází přes hlavní filtrační vložku **1**. Bude-li hlavní filtrační vložka **1** nová, neznečištěná prachem zachyceným ze vzduchu, budou poměry při průtoku filtrem odpovídat průsečíku křivky nové filtrační vložky **a** s charakteristikou **Ch**. Tento průsečík leží při větším průtoku oM_A , než je napájecí průtok oM_S přiváděný do napájecí trysky **5**. Rozdíl $oM_S - oM_A$, to je záporný průtok oM_B , způsobený přisáváním proudu vytékajícího z napájecí trysky **5** na straně sekundární přídržné stěny **9**, prochází sekundární větví **4** přes záložní filtrační vložku **2**. Je to ovšem průtok předtím očištěný průchodem přes hlavní filtrační vložku **1**, takže se jím záložní filtrační vložka **2** nijak nezanáší. Jak se póry hlavní filtrační vložky **1** postupně zanášejí prachem odfiltrovaným ze vzduchu, vzrůstá tlakový spád ΔP mezi primární větví **3** před hlavní filtrační vložkou **1** a spojovacím prostorem **126** za ní. Vzduch by dal přednost průtoku dosud nezanešenou záložní filtrační vložkou **2**, ale to není hned žádoucí, naopak je žádoucí udržovat záložní filtrační vložku **2** co možná nejdéle čistou a nezanešenou. To zajišťuje jí procházející zpětný průtok oM_B . Že ani část vzduchu vzduchového proudu vytékajícího z napájecí trysky **5** nevolí cestu přes sekundární větve **4**, je dáno dvěma vlivy. V první řadě se uplatní tendence Coandova jevu udržet vzduchový proud u přídržné stěny, v tomto případě preferované přídržné stěny **8**, i proti účinku odporu proti průtoku v navazující primární větví **3**. Projeví se ale také vliv žlábků dělice **10**. Začne-li mít proud tendenci oddálit se od preferované přídržné stěny **8**, oddělí se hranou žlábků část proudu, která je žlábkem potom obrácena tak, že směřuje šikmo proti sekundární přídržné stěně **9**. Mezi ní a vzduchovým proudem vytékajícím z napájecí trysky **5** tak narůstá přetlak, spolupůsobící s podtlakem u preferované přídržné stěny **8** k tomu, že se stabilizuje poloha proudu u preferované přídržné stěny **8**. Žlábek dělice **10** tak působí jako negativní zpětná vazba: čím větší je tendence proudu k odchýlení od preferované přídržné stěny **8**, tím více tekutiny je žlábkem vedeno na pravou stranu interakční dutiny **34**, a tím více je proud k preferované přídržné stěně **8** přitlačován.

Popsaný zpětnovazební efekt se projeví v tom, že charakteristika **Ch** má značně strmý průběh: tlakový spád ΔP musí značně narůst, než se průtok oM_A primární vět-

ví **3** zřetelně zmenší. Ovšem křivka mezně zanesené filtrační vložky **b** naznačuje již závislost pro tak zanesenou hlavní filtrační vložku **1**, že u ní nárůst přetlaku ΔP s průtokem oM_A je již velmi prudký — tak prudký, že průsečík s charakteristikou **Ch** leží ve stavu nulového přetoku, kdy $oM_A = oM_S$. V tomto stavu veškerá tekutina vtékající z napájecí trysky **5** protéká primární větví **3**. Přísávání pravou stranou proudu, tj. stranou přivrácenou k sekundární přídržné stěně **9**, právě stačí zachytit tekutinou přetékající přes dělič **10** a průtok záložní filtrační vložkou **2** je nulový. Zanesení hlavní filtrační vložky **1** ještě více, docházelo by k tomu, že toto přísávání na vnější straně vzduchového proudu by již nestačilo a část znečištěného vzduchu má tendenci protékat přes záložní filtrační vložku **2**. Tlakový spád na záložní filtrační vložce **2** se tím změní na opačný. To indikuje indikátor **200** posledního směru tlakového spádu, který si indikovaný stav podrží i při vypnutí ventilátoru. Zanesení hlavní filtrační vložky **1** je tedy obsluha patrné i za klidu celého zařízení. Neznamená to, že by bylo nutné ihned hlavní filtrační vložku **1** vyměnit. Když dojde k zanesení, při kterém chování hlavní filtrační vložky **1** vystihuje křivka zátěžového překlopení **c**, nastanou takové poměry, že vzduchový proud se již u preferované přídržné stěny **8** neudrží a dojde k jeho přeskoku k sekundární přídržné stěně **9**. Vdych potom prochází z hlavní části záložní filtrační vložkou **2** a je jí čištěn. Je možné nastavit indikátor **200** posledního směru tlakového spádu tak, že reaguje právě až na tento stav, kdy již jde o chod, o kterém se sice předpokládá, že může probíhat bez komplikací třeba po několik hodin, protože vzduch je dobře čištěn záložní filtrační vložkou **2**, ale nepočítá se s tím, že by mohl být trvalý, a je již nutné hlavní filtrační vložku **1** vyměnit za novou. Výměna může v zásadě probíhat i za chodu, protože v tomto stavu průtok oM_A vyměňovanou filtrační vložkou je již záporný, neprobíhá směrem ke spotřebiči, a pokud se během výměny dostane do skříně filtru nefiltrovaný vzduch, je přísáván do proudu vytékajícího z napájecí trysky **5** a prochází tedy záložní filtrační vložkou **2**. Nicméně je předpokládáno, že výměna proběhne krátkodobě a pokud možno raději za klidu ventilátoru. Po novém spuštění s čistou hlavní filtrační vložkou **1**, pro kterou platí na obr. 2 křivka nové filtrační vložky **a**, automaticky vzduchový proud bude zase procházet kolem preferované přídržné stěny **8** primární větví **3** přes hlavní filtrační vložku **1**.

Indikátor **200** posledního směru tlakového spádu má přesouvané tělísko **202** v dutině s průhlednými stěnami, například trubičky **201** z umaplexu. Přesouvané tělísko **202** má dva stabilní stavy, ve kterých setrvává i při přerušení dodávky tlakového vzduchu nebo přerušení podtlaku v systé-

mu. Z jednoho stabilního stavu do druhého je přesouváno účinkem tlakového rozdílu před a za hlavní filtrační vložkou **1** nebo účinkem tlakového rozdílu mezi primární větví **3** a sekundární větví **4**. Například v provedení schematicky znázorněném na obr. 1 je přesouvané tělísko **202** kulička z magnetického materiálu, výrazně například červeně zbarvená. V jednom stabilním stavu je držena magnetem **204**. Magnet **204** na ni působí natolik velkou přitažlivou silou, že překonává účinek pružiny **203**. Trubička **201** z umaplexu je zakryta maskou **205** tak, že okénko **206** umožňuje pozorovat přesouvané tělísko **202** právě jen v tom stavu, když je drženo magnetem **204**. Konce trubičky **201** z umaplexu jsou napojeny na vlastní skříň filtru tenkými hadičkami, používanými k izolaci elektrických vodičů, a to tak, že u provedení z obr. 1 první odběr **21** spojuje konec trubičky **201** z umaplexu vzdálenější od magnetu **204** se sekundární větví **4** nad záložní filtrační vložkou **2**. Druhý odběr **22** zde spojuje druhý konec trubičky **201** z umaplexu se spojovacím prostorem **126**.

Jakmile protéká většina vzduchu primární větví **3** a průtočná hmotnost oM_B je záporná, působí na přesouvané tělísko **202** síla, která je odsunuje směrem od magnetu **204**. I po vypnutí ventilátoru zůstává tak přesouvané tělísko **202** mimo zorné pole pozorovatelné okénkem **206**, protože je tam udržuje pružina **203**. Přitažlivá síla magnetu **204** klesá se vzdáleností a nemůže účinek pružiny **203** v tomto stavu překonat. Silové poměry, pokud jde o účinek magnetu **204** a pružiny **203**, jsou zde voleny v tomto příkladu tak, že přesouvané tělísko **202** se nedostane do postačující blízkosti magnetu **204** ani tehdy, prochází-li sekundární větví **4** malý kladný průtok při stavech, odpovídajících vlastnostem hlavní filtrační vložky **1** mezi křivkou mezně zanesené filtrační vložky **b** a křivkou zátěžového překlopení **c**. Teprve dojde-li po velkém zanesení hlavní filtrační vložky **1** prachem k zátěžovému překlopení, prochází záložní filtrační vložkou **2** natolik velký průtok, že se na ní vyvodí postačující tlakový rozdíl k přemístění přesouvaného tělíska **202** do blízkosti magnetu **204** a magnet **204** jej potom udrží proti síle pružiny **203** i po vypnutí ventilátoru. Obsluha je červeným přesouvaným tělískem **202** v okénku **206** upozorněna, že je nezbytná výměna hlavní filtrační vložky **1**. Je také možné v místech magnetu **204** umístit v trubičce **201** z umaplexu elektrické kontakty, které se spolu spojí přes přesouvané tělísko **202**, anebo se sepnou spolu účinkem síly, kterou na ně vyvodí přesouvané tělísko **202** přitahované magnetem **204**. Tak je možné zajistit elektrickou signalizaci nutnosti výměny hlavní filtrační vložky **1**.

Namísto bistability dosažené silovými poměry pružiny **203** a magnetu **204** je také možné dosáhnout v zásadě stejného účinku

použitím dvou magnetů na koncích trubičky 201 v umaplexu. Namísto přesouvaného tělíska 202 může být použita například fólie z magnetického materiálu, která je účinkem proudění tekutiny ohýbána atd.

Předpokládá se uplatnění filtru všude tam, kde je nutné čistit tekutiny, ať kapaliny, nebo vzduch, od unášených, zejména pevných nečistot. Zejména se předpokládá uplatnění v automobilovém průmyslu u mazacích soustav motorů nebo k čištění vzduchu nasávaného motorem. Významné také může být uplatnění ve větrací a klimatizační technice, jak ukazoval příklad použití k

přetlakování vnitřního prostoru terénního vozidla.

Důležité je, že bez pohyblivých součástí může být filtr snadno zhotoven z žárovevých materiálů a může sloužit i k filtraci plynů o vysoké teplotě, například plynů vytvořených při vysokoteplotním zplyňování uhlí v kombinovaných paroplynových cyklech elektráren. Vzhledem k vysoké spolehlivosti a provozní bezpečnosti bez pohyblivých součástí může být vhodný i k filtraci nebezpečných, například radioaktivních tekutin v jaderné technice, v chemickém průmyslu a jinde.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Filtr k čištění tekutin od unášených částic, se dvěma filtračními vložkami, a to hlavní filtrační vložkou a záložní filtrační vložkou, které jsou umístěny každá v jedné ze dvou potrubních větví pro průtok filtrované tekutiny, primární větve a sekundární větve, které probíhají spolu souběžně a za oběma filtračními vložkami ve směru převládajícího proudění filtrem se obě větve spolu spojují ve spojovacím prostoru napojeném na výstupní vývod filtru, vyznačující se tím, že v místě rozvětvení primární větve (3) a sekundární větve (4) je interakční dutina (34), ohraničená na dvou navzájem protilehlých stranách preferovanou přídržnou stěnou (8) navazující na stěnu primární větve (3) a sekundární přídržnou stěnou (9) navazující na stěnu sekundární větve (4), přičemž do interakční dutiny (34) vyústí napájecí tryska (5), napojená na vstupní přívod (15) filtru, a po obou stranách napájecí trysky (5) jsou mezi jejím ústím a začátkem preferované přídržné stěny (8) a sekundární přídržné stěny (9) umístěny preferovaný odstup (6) a sekundární odstup (7).

2. Filtr podle bodu 1, vyznačující se tím, že preferovaná přídržná stěna (8) a/nebo sekundární přídržná stěna (9) jsou odkloněny od směru výtoku z ústí napájecí trysky (5), přičemž sekundární přídržná stěna

(9) je odkloněna více než preferovaná přídržná stěna (8).

3. Filtr podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že délka preferovaného odstupu (6) měřená od hrany ústí napájecí trysky (5) k začátku preferované přídržné stěny (8) ve směru kolmém ke směru výtoku z napájecí trysky (5) je menší než ve stejném směru měřená délka sekundárního odstupu (7) od hrany ústí napájecí trysky (5) k začátku sekundární přídržné stěny (9).

4. Filtr podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že proti ústí napájecí trysky (5) je interakční dutina (34) ukončena děličem (10), na který navazuje přepážka (11) oddělující primární větve (3) od sekundární větve (4), přičemž dělič (10) je posunut oproti ose výtoku z napájecí trysky (5) směrem k sekundární přídržné stěně (9) a proti ústí napájecí trysky (5) má tvar žlábků.

5. Filtr podle bodu 1, vyznačující se tím, že z míst před a za jednou z filtračních vložek jsou vyvedeny odběry, například první odběr (21) z primární větve (3) před hlavní filtrační vložkou (1) a druhý odběr (22) ze spojovacího prostoru (126) za hlavní filtrační vložkou (1), přičemž první odběr (21) a druhý odběr (22) jsou napojeny na indikátor (200) posledního směru tlakového spádu.

