

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu

2012-423

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.:

F15D 1/08

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

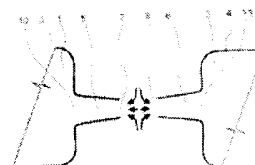
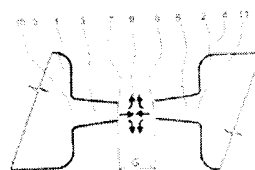
(22) Přihlášeno: **22.06.2012**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **08.01.2014**

(Věstník č. 2/2014)

(71) Přihlašovatel:
Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i., Praha 8, CZ

(72) Původce:
Trávníček Zdeněk Ing. CSc., Praha 8, CZ
Tesař Václav Prof. Ing. CSc., Praha 11, CZ
Kordík Jozef Ing. Ph.D., Praha 5, CZ
Wang An-Bang Prof. Dr.-Ing., Taipei 10617, TW
Hsu Shu-Shen, Taipei City 111, TW



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob vstupu tekutiny do generátoru
hybridního syntetizovaného proudu a
vstupní ústrojí pro provádění tohoto
způsobu**

(57) Anotace:
Způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu se provádí prostřednictvím fluidických diod (5, 6) tak, že tekutina z okolí se periodicky nasává ústím (7, 8) fluidických diod změnami tlaku tekutiny v nejméně jedné dutině (1, 2) generátoru, na níž jsou obě fluidické diody (5, 6) připojeny vývody (10, 11) fluidických diod, přičemž ústí (7, 8) fluidických diod jsou orientována proti sobě a současné nasávání do obou ústí (7, 8) se střídá periodicky se současným zpětným výtokem z obou ústí (7, 8) fluidických diod, kdy se mezi ústími (7, 8) vytváří kolize (9) protisměrných proudů tekutiny. Vstupní ústrojí pro provádění způsobu vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu tohoto obsahuje dvojici fluidických diod (5, 6), které jsou připojeny vývody (10, 11) fluidických diod k jednomu nebo ke dvěma tělesům (3, 4) generátoru, přičemž jsou ústí (7, 8) fluidických diod namířena proti sobě.

CZ 2012 - 423 A3

Způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu a vstupní ústrojí pro provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká generace tekutinových proudů v nejrůznějších oblastech techniky, zejména při chlazení horkých těles proudem chladné tekutiny nebo sušení vlhkých objektů suchým vzduchem.

Dosavadní stav techniky

Běžný syntetizovaný proud je zatopený proud tekutiny, který je vytvářen generátorem syntetizovaného proudu (Glezer a kol. patent US 5758823). Zatopené proudy jsou takové tekutinové proudy, které vytékají do okolí, které má přibližně stejné látkové vlastnosti na rozdíl od proudů s volným povrchem, jakým je např. výtok kapalinového proudu do plynu. Zvláštností syntetizovaného proudu je to, že časově střední hmotnostní průtok tekutiny generátorem syntetizovaného proudu je nulový, hmotnost tekutiny vytlačené z dutiny generátoru se musí rovnat hmotnosti tekutiny vzápětí do dutiny nasáté. Posloupnost vyfukovaných objemů tekutiny za každou periodu se po výtoku mění v posloupnost vírových prstenců, které vytvoří za vhodných podmínek výsledný tekutinový proud, nazývaný „syntetizovaný proud“, jenž má v důsledku přisávání okolní tekutiny časově střední hmotnostní tok nenulový, a má tedy vlastnosti obdobné běžnému tekutinovému proudu (jakým je proud vytvořený jakýmkoliv běžným způsobem spojeným se zajištěním tlakového spádu na výtokovém otvoru, tj. např. výtokem z tlakové nádoby).

Použití syntetizovaných proudů přináší řadu výhod. Hlavní výhodou je relativní konstrukční jednoduchost celého zařízení, neboť tekutinové proudy jsou generovány bez nutnosti přivádět do daného výtokového otvoru tekutinu pod přetlakem. Odpadá tedy nutnost použít zdroje takové tekutiny jakým je pro krátkodobé použití tlaková nádoba a pro trvalý chod některý z běžných strojů jako např. kompresor, ventilátor, dmychadlo, čerpadlo a podobně. To přináší úspory na obestavěném prostoru, hmotnosti i ceně zařízení. Navíc tak odpadají i potenciální zdroje poruch celého zařízení, kterými jsou uvedené točivé stroje. Další významnou výhodou je to, že odpadne přívodní potrubí, což v důsledku přináší další úspory na obestavěném prostoru, hmotnosti i ceně zařízení.

Syntetizované proudy mají mnoho možných aplikací. Především jde o aktivní řízení proudových a/ nebo teplotních polí nebo o samostatné užití syntetizovaných proudů nebo jejich soustav.

Cílem aktivního řízení hlavního proudového pole může být směřování proudu tekutiny ve vnější aerodynamice, řízení proudového pole ve vnitřní aerodynamice, intenzifikace směšování, případně zvýšení přestupu tepla a/nebo hmoty řízením hlavního proudového pole. Cílem použití samostatných syntetizovaných proudů nebo jejich soustav bez hlavního proudového pole může být intenzifikace procesu sdílení tepla, popř. jejich silové působení např. pro ovládání pohybu. Syntetizované proudy jsou velmi perspektivní alternativou pro mnohé případy chlazení, např. vysoce zatížených součástek v elektronice nebo při chlazení lopatek spalovacích turbin. Pro většinu uvedených případů má velký význam využití v oblasti miniaturních elektromechanických systémů (Micro-Electro-Mechanical Systems, MEMS) – viz Tesař, Pressure-Driven Microfluidics, Artech House, Boston, London, 2007. Transportní procesy v tekutinách při malých rozměrech totiž vykazují při ustáleném, v čase neměnném proudění řadu problematických rysů. Důležitý důsledek malých rozměrů a z toho vyplývajících malých Reynoldsových čísel je laminární nebo dokonce plíživý charakter proudění, kdy intenzita přestupu tepla a hmoty dosahuje pouze malých hodnot, jak vyplývá z mechanismu gradientové difúze – jak ji popisuje Fickův zákon.

Běžné syntetizované proudy mají časově střední hmotnostní průtok tekutiny generátoru v ustáleném režimu nulový, a teprve v určité vzdálenosti má tekutinový proud nenulovou časově střední složku hmotnostního toku, kterou získá přisáváním okolní tekutiny. Na rozdíl od takovýchto dnes již běžných případů, hybridní syntetizovaný proud má nenulovou časově střední složku hmotnostního toku už na výtoku z generátoru. Dříve známé varianty těchto generátorů byly navrženy buď jako objemový stroj jednočinný (Trávníček a kol., Hybrid synthetic jet as the non-zero-net-mass-flux jet, Physics of Fluids, 18 (2006) 081701-1–081701-4), nebo dvojčinný (Wang a kol., patent US 7,527,086).

Výhodou použití generátoru hybridního syntetizovaného proudu je jednak samotné zvýšení hmotnostního průtoku tekutiny výtokovým otvorem generátoru, jednak přisávání „čerstvé“ tekutiny do dutiny generátoru vstupním ústrojím. Druhá výhoda má opodstatnění především při chlazení horkých objektů, např. elektronického zařízení.

Pro účinné nasávání „čerstvé“ neohřáté tekutiny se jeví výhodné použít fluidickou diodu (Trávníček a kol., Hybrid synthetic jet as the non-zero-net-mass-flux jet, Physics of Fluids, 18 (2006) 081701-1–081701-4; Wang a kol., US Patent 7,527,086). Použití fluidických diod

pro usměrnění pulzujícího pohybu tekutiny bez mechanicky pohyblivých částí je známo např. u tzv. bezventilových objemových čerpadel (Stemme a Stemme, patent WO 94/19609; Gerlach, patent WO 9600849A1; Forster a kol., patent US 5,876,187). Další známou oblastí jsou pulsační proudové motory (Paris a kol., patent GB 805543; Quellette, patentová přihláška US 2005/0097897). Ve všech těchto případech by použití běžného zpětného ventilu s mechanicky pohyblivými součástmi zmenšilo spolehlivost celého stroje. Úsilí o maximalizaci spolehlivosti proto vede k systémům bez mechanicky pohyblivých součástí.

Třebaže je v současné době známo mnoho typů fluidických diod (Yastrebova, Fluid diodes, Automatika i Telemechanika 3, 101, 1971; Tesař, Pressure-Driven Microfluidics, Artech House, Boston, London, 2007), není prozatím známo, jak optimalizovat fluidickou diodu pro použití ve vstupním ústrojí generátoru hybridního syntetizovaného proudu. Komplikujícími skutečnostmi jsou především požadavky malých rozměrů, a s tím spojená malá Reynoldsova čísla a tomu odpovídající vysoké frekvence pulzací tekutiny. Všechny doposud zkoumané varianty generátorů hybridního syntetizovaného proudu měly vstupní ústrojí vždy ve tvaru rozšiřujících se kanálů (Wang a kol., US Patent 7,527,086; Trávníček a kol., Hybrid synthetic jet as the non-zero-net-mass-flux jet, Physics of Fluids, 18 (2006) 081701-1–081701-4; Trávníček a kol., Performance of synthetic jet actuators based on hybrid and double-acting principles, Journal of Visualization, 11 (2008), 221-229).

Přechod od běžného syntetizovaného proudu k hybridnímu syntetizovanému proudu umožňuje dosáhnout lepších výsledků v celé řadě aplikací. Vstupní ústrojí generátoru hybridního syntetizovaného proudu je klíčovým elementem pro žádoucí zvýšení hmotnostního průtoku tekutiny generátorem. Uvedeným vstupním ústrojím je periodicky nasávána a vytlačována pracovní tekutina. Kriterium, které kvantifikuje velikost časově střední složky hmotnostního toku generátorem, je objemová účinnost ε_v . Je to poměr výsledného objemu tekutiny, vytlačeného otvorem generátoru během celé periody (tj. objem vytlačený minus objem nasátý), vztahený k celkovému objemu načerpanému do dutiny generátoru za celou periodu. Dvě mezní hodnoty jsou $\varepsilon_v = 0$ a 1. Nulovou hodnotu mají běžné generátory syntetizovaných proudů – jak plyne ze zákona zachování hmoty, v ustáleném režimu se hmotnost tekutiny nasávané do dutiny generátoru musí rovnat hmotnosti tekutiny vzápětí z dutiny vytlačené. Hodnota $\varepsilon_v = 1$ je ideální hodnota čerpadla vybaveného ideálně pracujícím zpětným ventilem (který by ovšem vyžadoval mechanicky pohyblivé součásti, jejichž použití leží zcela mimo oblast tohoto vynálezu). Hodnoty objemové účinnosti generátorů hybridních syntetizovaných proudů prozatím dosáhly pouze

hodnot $\varepsilon_v = 0,13$ až $0,19$, jak bylo experimentálně vyhodnoceno a publikováno (Trávníček a kol., Hybrid synthetic jet as the non-zero-net-mass-flux jet, Physics of Fluids, 18 (2006) 081701-1–081701-4; Trávníček a kol., Performance of synthetic jet actuators based on hybrid and double-acting principles, Journal of Visualization, 11 (2008), 221-229). Hodnota objemové účinnosti kvantifikuje tzv. usměrňující efekt: fluidickou diodou proteče během nasávací části periody ve směru z okolního prostředí do pracovní dutiny generátoru větší množství tekutiny, než ve směru opačném během vytlačovací části periody. Dosažení žádoucích vyšších hodnot objemové účinnosti ε_v je spojeno s návrhem lepšího vstupního ústrojí. Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň zmírnit nevýhodu dosavadního stavu techniky, kterým je poměrně malá objemová účinnost generátorů hybridních syntetizovaných proudů.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je jednak způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu, jednak vstupní ústrojí pro provádění tohoto způsobu.

Předmětem vynálezu je zejména způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu prostřednictvím fluidických diod, jehož podstata spočívá v tom, že tekutina z okolí se periodicky nasává ústím fluidických diod změnami tlaku tekutiny v nejméně jedné dutině generátoru, na níž jsou obě fluidické diody připojeny svými vývody, přičemž ústí fluidických diod jsou orientována proti sobě a současné nasávání do obou ústí fluidických diod se periodicky střídá se současným zpětným výtokem z obou ústí fluidických diod, kdy se mezi ústími vytváří kolize protisměrných proudů tekutiny.

Podle vynálezu může také být účelný způsob vstupu tekutiny jehož podstatou je, že vývody fluidických diod jsou napojeny na dvě různé dutiny generátoru, ve kterých se periodicky a synchronně se stejnou frekvencí i stejnou fází mění tlak tekutiny a tak probíhá periodicky a synchronně nasávání a vytlačování tekutiny ústími fluidických diod.

Podstata vstupního ústrojí pro provádění způsobu vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu spočívá v tom, že obsahuje dvojici fluidických diod, které jsou připojeny k jednomu nebo ke dvěma tělesům generátoru prostřednictvím vývodů fluidických diod, přičemž jsou ústí fluidických diod namířena proti sobě.

Zejména účelné může být vstupní ústrojí podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že délka mezery mezi ústími fluidických diod je větší než příčný rozměr těchto ústí.

Také může být účelné provedení vstupního ústrojí podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na ústí fluidických diod jsou připojeny ústupem plynulé konvexní plochy mající každá tvar jedné čtvrtiny povrchu toroidu.

Fluidické diody mají tvar kanálů, které propojují okolní prostředí s dutinou nebo dutinami v tělese generátoru nebo generátorů hybridních syntetizovaných proudů. Podle velikosti příčných rozměrů ústí rozlišujeme fluidické diody v makroměřítku a v mikroměřítku. V provedení odpovídajících makroměřítku jsou typické příčné rozměry řádově $(10^0 \cdot 10^1)$ mm, výhodně $(1 \cdot 20)$ mm. Na materiál fluidické diody nejsou kladeny žádné mimořádné požadavky; musí jen být natolik soudržný a tuhý, aby nedocházelo ke změnám tvaru účinkem proudící tekutiny. Nejčastěji používanými materiály jsou: slitiny barevných kovů, ocel, polymerní materiály, výhodně mosaz, slitiny hliníku a plexisklo. Vyrobeny jsou běžnými produkčními technikami jako například obráběním, tvářením, nebo odléváním. V mikroměřítku jsou typické příčné rozměry řádově $(10^{-2} \cdot 10^0)$ mm, výhodně $(0,02 \cdot 1)$ mm; tyto mikrofluidické diody jsou obvykle vyrobeny z nekovového materiálu, jako například z polymerních materiálů, skla nebo křemíku, a to proto, aby mohly být vyrobeny v mikrofluidice obvyklými způsoby, jako mikroobráběním, leptáním, tvářením, nebo odléváním.

Vymezení se oproti dosavadnímu stavu techniky spočívá v uspořádání dvojice fluidických diod, které svými kanály propojují okolní prostředí každá s jednou obvyklou dutinou v tělese generátoru hybridních syntetizovaných proudů a jsou umístěny tak, aby měly ústí směřována proti sobě. Uvedenými fluidickými diodami je periodicky nasávána a vytlačována pracovní tekutina. Přitom při vytlačování vytéká z každé fluidické diody tekutina do okolního prostředí v podobě zatopeného proudu a uvedené uspořádání dvojice fluidických diod ústími obrácenými proti sobě způsobuje vzájemnou interakci této dvojice protiběžných zatopených proudů v okolím prostředí, tj. mimo kanál.

Některé doposud známé fluidické diody používají rovněž rozdělení toku tekutiny na dvě větve a vzájemnou interakci rozděleného toku pro naplnění své funkce (např. Tesla, US patent 1,329,559), a některé doposud známé fluidické ventily používají protiběžně orientované proudění dvěma kanály pro řízení průtoku (Tesař, Pressure-Driven Microfluidics, Artech House, Boston, London, 2007). Ovšem ani v jednom případě se doposud nejednalo o současný výtok dvojice protiběžných zatopených proudů do okolního prostředí mimo jakýkoliv kanál a o jejich vzájemnou srážku v okolním prostředí bez ovlivnění pevnými stěnami.

Hlavními přínosy vynálezu oproti dosavadnímu stavu techniky je zvýšení objemové účinnosti celého generátoru hybridního syntetizovaného proudu. Další výhodou je možnost dosáhnout vyšších frekvencí než při použití běžných fluidických diod. Běžné fluidické diody dosahují nižších frekvencí, neboť jejich usměrňující efekt je závislý na vývinu proudění v celé diodě, který trvá po určitý časový úsek. Vstupní ústrojí podle tohoto vynálezu má ovšem významnou část usměrňujícího efektu spojenou se srážkou dvou protiběžných zatopených proudů v okolním prostředí bez ovlivnění pevnými stěnami aniž by docházelo k vývojové změně charakteru proudění, což umožňuje dosáhnout rychlejší funkce a vyšších frekvencí.

Vstupní ústrojí podle tohoto vynálezu možno použít ve všech známých aplikacích generátoru hybridního syntetizovaného proudu, jako je řízení proudového pole a/nebo teplotního pole ve vnější nebo vnitřní aerodynamice (např. směřování proudu tekutiny nebo řízení mezní vrstvy při obtékání těles), intenzifikace směšování, zvyšování přestupu tepla (např. chlazení vysoce zatížených součástí v elektronice nebo chlazení lopatek spalovacích turbin). Ve všech aplikacích dosahuje hybridní syntetizovaný proud se vstupním ústrojím podle tohoto vynálezu lepších výsledků oproti dosavadnímu stavu techniky, neboť jeho objemová účinnost je vyšší.

Hlavní výhodou vynálezu oproti dosavadnímu stavu techniky je vyšší objemová účinnost, která dosahuje hodnot $\varepsilon_v = 0,2$ až $0,9$. Další výhodou je možnost dosáhnout vyšších frekvencí, které mohou dosáhnout hodnot řádově až 10^1 kHz. Běžné fluidické diody nevyhnutelně pracují při nižších frekvencích, neboť jejich usměrňující efekt je opožděn a nastává až po vývinu proudění v celé jejich dutině. Vstupní ústrojí podle tohoto vynálezu má ovšem významnou část usměrňujícího efektu spojenou se srážkou dvou protiběžných zatopených proudů. Přitom vzájemná vzdálenost obou ústí G je menší než délka kanálu L . Po výtoku tekutiny z kanálů podle tohoto vynálezu dojde ke srážce proudů po uplynutí dráhy $G/2$, tedy po uplynutí časové odezvy $\Delta t \sim 0,5 G/U$, kde U je střední rychlost proudu v ústí. V případě kanálů, rozšiřujících se směrem do dutiny v tělese generátoru, odpovídá časová odezva vstupního ústrojí době, za kterou tekutina proteče celým kanálem, tj. $\Delta t_L \sim cL/U$, kde c je součinitel zahrnující změnu průřezu kanálu. Pro fluidickou diodu typu kanálu rozšiřujícího se směrem do dutiny v tělese generátoru platí $c > 1$. Poměr časové odezvy obou případů je tedy $\Delta t/\Delta t_L = (0,5/c)(G/L)$. Jelikož $c > 1$ a $G < L$, platí pro poměr $\Delta t/\Delta t_L < 1$. A jelikož frekvence je nepřímo úměrná časové odezvě Δt , může vstupní ústrojí podle tohoto vynálezu pracovat při vyšších frekvencích, než je tomu u doposud běžných fluidických diod.

Přehled obrázků na výkresech

Na obr. 1a je znázorněno schéma vstupního ústrojí do generátoru hybridního syntetizovaného proudu podle vynálezu s dvojicí fluidických diod a s jednou dutinou v tělese generátoru, kde obě fluidické diody jsou napojeny svými vývody na toto těleso.

Na obr. 1b je znázorněn směr proudění a srážka dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny v okolím prostředí, tj. mimo kanál.

Na obr. 1c je znázorněn směr proudění v následující části periody, kdy je tekutina nasávána do dutiny z okolí.

Na obr. 2a je znázorněna dvojice fluidických diod v provedení, kde generátor má dvě dutiny ve dvou různých tělesech a fluidické diody jsou svými vývody napojeny každá na jinou dutinu, směr proudění a srážka dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny v okolím prostředí.

Na obr. 2b je znázorněn směr proudění v následující části periody, kdy je tekutina nasávána do dutin z okolí.

Na obr. 2c je znázorněna závislost objemové účinnosti na velikosti mezery G mezi ústími diod.

Na obr. 3a je znázorněno provedení, kdy na ústí fluidických diod navazují ústupem plynulé konvexní plochy, směr proudění a srážka dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny v okolím prostředí, tj. mimo kanál.

Na obr. 3b je znázorněn směr proudění v následující části periody, kdy je tekutina nasávána z okolí do ústí a obtéká přitom konvexní plochy.

Příklady provedení vynálezu

Předmět vynálezu, způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu, prostřednictvím fluidických diod, probíhá tak, že tekutina z okolí se periodicky nasává ústím fluidických diod účinkem změn tlaku tekutiny v nejméně jedné dutině generátoru, na níž jsou obě fluidické diody připojeny svými vývody, přičemž ústí fluidických diod jsou orientována proti sobě a současné nasávání do obou ústí fluidických diod se periodicky střídá se současným zpětným výtokem z obou ústí fluidických diod, kdy se mezi ústími vytváří kolize protisměrných proudů tekutiny.

Podle vynálezu může také být účelný způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu prostřednictvím fluidických diod probíhající tak, že vývody fluidických diod jsou napojeny na dvě různé dutiny generátoru, ve kterých se periodicky a synchronně se stejnou frekvencí i stejnou fází mění tlak tekutiny a tak probíhá periodicky a synchronně nasávání a vytlačování tekutiny ústími fluidických diod.

Příklad 1

Schéma vstupního ústrojí do generátoru hybridního syntetizovaného proudu pro provádění způsobu podle vynálezu v prvním příkladu provedení je naznačeno na obr. 1(a). Toto vstupní ústrojí obsahuje dvojici fluidických diod 5,6, majících tvar kanálů, které propojují okolní prostředí s dutinou 1 generátoru, a které se směrem do této dutiny rozšiřují. Jde o příklad provedený v makroměřítku, kdy příčné rozměry ústí 7,8 fluidických diod mají rozměry 5 mm. Použitý materiál je plexisklo na těleso generátoru 3 a mosaz na fluidické diody 5,6. Ústí 7,8 fluidických diod jsou směřována proti sobě. Uvedenými fluidickými diodami 5,6 je periodicky nasávána a vytlačována pracovní tekutina mezi okolním prostředím a dutinou generátoru 1. Použití dvojice fluidických diod způsobuje rozdělení toku tekutiny na dvě paralelní větve. Přitom při vytlačování vytéká z každé fluidické diody tekutina do okolního prostředí v podobě zatopeného proudu, přičemž uspořádání dvojice fluidických diod ústími proti sobě způsobuje vzájemnou srážku dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny 9 v okolím prostředí, tj. mimo kanál, jak znázorňuje obr. 1(b). Tato srážka způsobuje zvýšení tlakové ztráty při výtoku. Přitom je obzvlášť výhodné je-li mezera G mezi ústími fluidických diod 1,5x větší než rozměry ústí 7,8 fluidických diod, neboť to zvyšuje uvedenou tlakovou ztrátu při výtoku. Obr. 1(c) schematicky znázorňuje následující část periody, kdy je tekutina nasávána do dutiny 1 z okolí.

Příklad 2

Schéma jiného výhodného uspořádání vstupního ústrojí pro provádění způsobu podle tohoto vynálezu je na obr. 2a, 2b a 2c. Podle tohoto příkladu má generátor ~~má~~ dvě dutiny 1,2 ve dvou tělesech 3,4 generátoru a vstupní ústrojí obsahuje dvě vstupní fluidické diody 5,6. Obě mají tvar kanálů, které propojují okolní prostředí s dutinami 1,2 generátoru v tělesech generátoru 3,4, které se směrem do těchto dutin rozšiřují. Také tento příklad je proveden v makro měřítku, kdy příčné rozměry ústí 7,8 fluidických diod mají rozměry 5 mm. Použitý materiál je plexisklo na tělesa 3,4 generátoru a mosaz na fluidické diody 5,6. Ústí 7,8

fluidických diod jsou směřována proti sobě, což způsobuje vzájemnou srážku dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny 9 v okolím prostředí, tj. mimo kanál, jak znázorňuje obr. 2a. Tato srážka způsobuje zvýšení tlakové ztráty při výtoku. Přitom je obzvlášť výhodné je-li mezeru G mezi ústími fluidických diod 1,5x větší než rozměry ústí 7,8 fluidických diod, neboť to zvyšuje uvedenou tlakovou ztrátu při výtoku. Obr. 2b schematicky znázorňuje následující část periody, kdy je tekutina nasávána do dutin 1,2 generátoru z okolí. Obr. 2c ukazuje závislost objemové účinnosti na mezeře G mezi ústími diod, naměřenou při budicí frekvenci 355 Hz, kdy nejvyšší účinnosti 17% je dosaženo pro mezeru $G = 7,5$ mm, tj. pro 1,5-ti násobek příčného rozměru ústí 7,8 fluidických diod.

Příklad 3

Schéma jiného výhodného uspořádání vstupního ústrojí podle tohoto vynálezu je na obr. 3a a 3b. Podle tohoto příkladu jsou ústí 7,8 fluidických diod opatřeny ústupy 12,13 fluidických diod, které náhle rozšiřují příčné průřezy kanálu fluidických diod 5,6. Na tyto ústupy 12,13 fluidických diod navazují plynulé konvexní plochy 14,15 fluidických diod, které jsou pokračováním a pevnou součástí fluidických diod 5,6. Každá z těchto plynulých konvexních ploch 14,15 má tvar jedné čtvrtiny povrchu toroidu nebo se od takového tvaru jen mírně odlišuje, přičemž toroid o nějž se zde jedná je prostorový útvar, který vznikne myšlenou rotací menší kružnice - s malým hlavním průměrem - kolem osy ležící ve stejné rovině jako tato kružnice, takže bod menší kružnice nejvíce vzdálený od této osy se při takové myšlené rotaci pohybuje po velkém hlavním průměru. Toroid je tedy definován svými dvěma hlavními průměry. Malý hlavní průměr toroidu je průměr nejmenší kružnice (tedy rovinné čáry o všude stejném poloměru zakřivení), jakou lze sestavit na povrchu toroidu, kdežto velký hlavní průměr je naopak průměr největší kružnice jakou na tomto povrchu vůbec lze sestavit. Samozřejmě se vynález vztahuje i na toroidální povrchy, mající tvar plynulé konvexní plochy 14,15 kdy se namísto kružnic jedná o příbuzné od kružnice se jen málo lišící uzavřené rovinné čáry, jako jsou například elipsy. Tento příklad je proveden v makro měřítku, kdy příčné rozměry ústí fluidických diod 7,8 mají obě rozměry 5 mm. Použitý materiál je libovolný dostatečně mechanicky pevný, například plexisklo na tělesa 3,4 generátoru a mosaz na fluidické diody 5,6. Ústí 7,8 fluidických diod jsou směřována proti sobě, což způsobuje vzájemnou srážku dvojice protiběžných zatopených proudů tekutiny 9 vytvářených v okolím prostředí, tj. mimo kanál, výtokem z fluidických diod, jak znázorňuje obr. 3a. Tato srážka způsobuje zvýšení tlakové ztráty při výtoku. Přitom dvojice protiběžných zatopených proudů

tekutiny je formována na hraně ústupu a neobtéká konvexní plochy 14, 15 fluidických diod. Obr. 3b schematicky znázorňuje následující část periody, kdy je tekutina nasávána z okolí do ústí 7,8 fluidických diod a obtéká přitom konvexní plochy 14, 15 fluidických diod, což snižuje tlakové ztráty při nasávání.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle vynálezu je ~~je~~ využitelné zejména pro účely chlazení a/ nebo řízení teplotních a proudových polí ve strojírenském, elektrotechnickém, chemickém a biochemickém průmyslu.

Seznam vztahových značek:

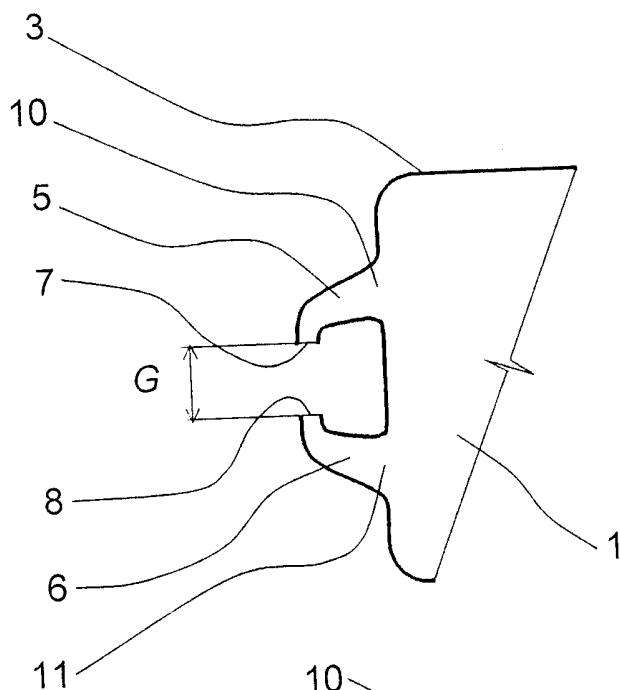
- 1,2 - dutiny generátoru
- 3,4 – tělesa generátoru
- 5,6 – fluidické diody
- 7,8 – ústí fluidických diod
- 9 – kolize protisměrných proudů
- 10,11 – vývody fluidických diod
- 12, 13 – ústupy fluidických diod
- 14,15 - konvexní plochy fluidických diod
- G - mezera mezi ústími fluidických diod

PATENTOVÉ NÁROKY

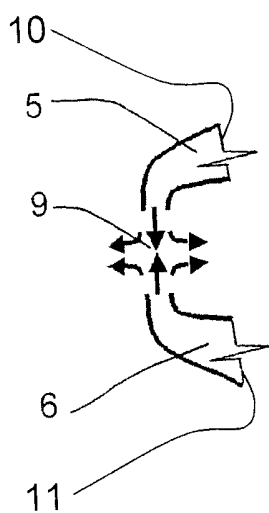
1. Způsob vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu, prostřednictvím fluidických diod (5,6), **vyznačující se tím, že** tekutina z okolí se periodicky nasává ústím (7, 8) fluidických diod změnami tlaku tekutiny v nejméně jedné dutině (1, 2) generátoru, na níž jsou obě fluidické diody (5, 6) připojeny vývody (10, 11) fluidických diod, přičemž ústí (7, 8) fluidických diod jsou orientována proti sobě a současné nasávání do obou ústí (7, 8) se střídá periodicky se současným zpětným výtokem z obou ústí (7, 8) fluidických diod, kdy se mezi ústími (7, 8) vytváří kolize (9) protisměrných proudů tekutiny.
2. Způsob vstupu tekutiny podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** vývody (10, 11) fluidických diod jsou napojeny na dvě různé dutiny (1, 2) generátoru, ve kterých se periodicky a synchronně se stejnou frekvencí i stejnou fází mění tlak tekutiny a tak probíhá periodicky a synchronně nasávání a vytlačování tekutiny ústími (7, 8) fluidických diod.
3. Vstupní ústrojí pro provádění způsobu vstupu tekutiny do generátoru hybridního syntetizovaného proudu podle nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** obsahuje dvojici fluidických diod (5,6), které jsou připojeny vývody (10, 11) fluidických diod k jednomu nebo ke dvěma tělesům (3,4) generátoru, přičemž jsou ústí (7,8) fluidických diod namířena proti sobě.
4. Vstupní ústrojí podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** délka mezery mezi ústími (7, 8) fluidických diod je větší než příčný rozměr těchto ústí (7, 8).
5. Vstupní ústrojí podle nároků 3 nebo 4, **vyznačující se tím, že** na ústí (7, 8) fluidických diod jsou připojeny ústupem (12, 13) plynulé konvexní plochy (14, 15) mající každá tvar jedné čtvrtiny povrchu toroidu.

1/3

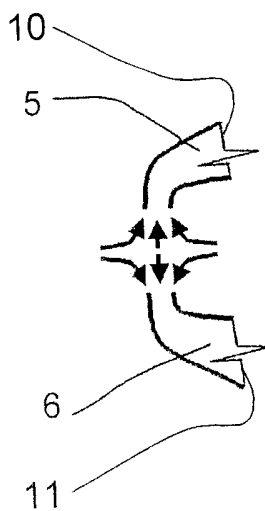
22-000-101
PV 2012-423



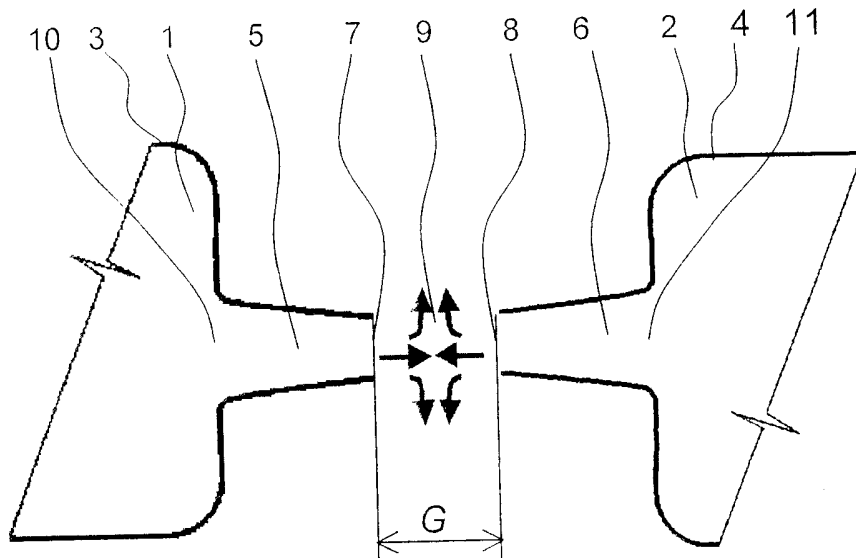
Obr. 1 a



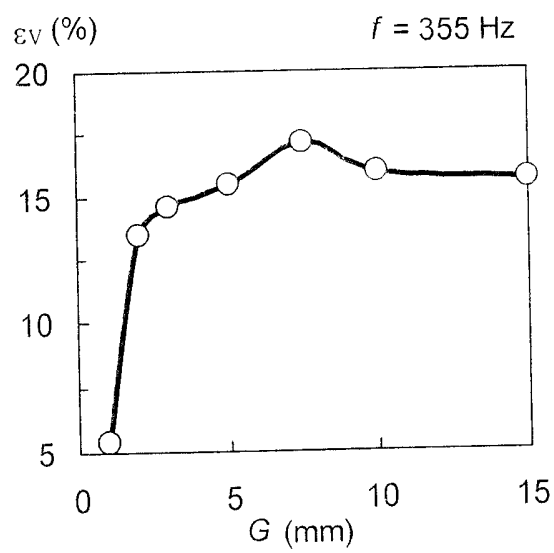
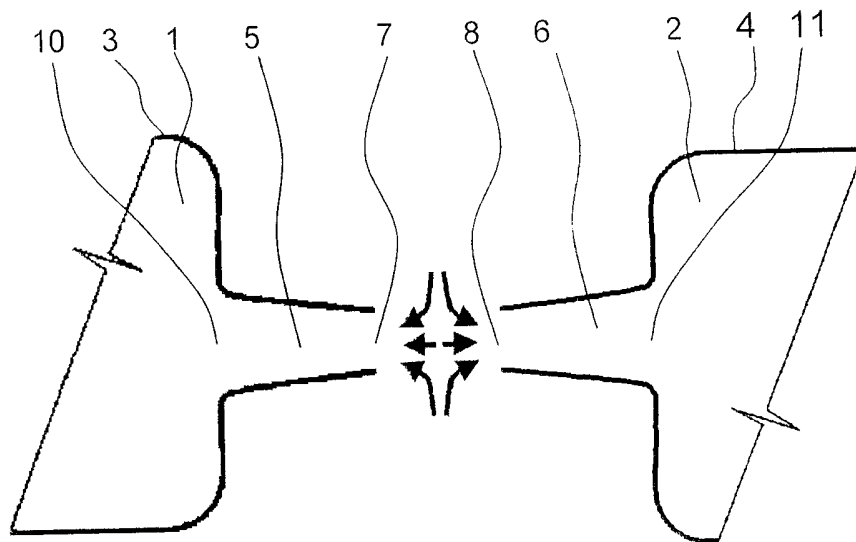
Obr. 1 b



Obr. 1 c



Obr. 2 b



Obr. 2 c

