

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **07.07.2010**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **23.05.2012**
(Věstník č. 21/2012)

(21) Číslo dokumentu:

2010-537

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/36 (2006.01)
C02F 1/48 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:

Pochylý František Prof. Ing. CSc., Brno, CZ
Maršálek Blahoslav Doc. Ing. CSc., Brno, CZ
Vinklárková Darina Mgr., Brno, CZ
Fialová Simona Ing. Ph.D., Brno, CZ

(74) Zástupce:

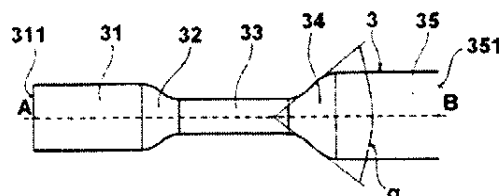
Ing. Petr Soukup, patentový a známkový zástupce,
Vídeňská 8, Olomouc, 77200

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v
tekutinách**

(57) Anotace:

Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách, obsahující vzájemně sériově propojené vtokovou část (1), čerpadlo (2), minimálně jednu kavitační trubici (3) a výtokovou část (5), jehož podstata spočívá v tom, že kavitační trubice (3) je tvořena vzájemně na sebe navazujícími nátokovou komorou (31), alespoň jednou pracovní komorou (33) a výtokovou komorou (35), kde přechod mezi nátokovou komorou (31) a pracovní komorou (33) je pomocí konfuzoru (32) a přechod mezi pracovní komorou (33) a výtokovou komorou (35) pomocí difuzoru (34), přičemž kavitační trubice (3) je řešena tak, že výsledný průtokový součinitel (K_v) kapaliny mezi vstupním průřezem (311) nátokové komory (31) a výstupním průřezem (351) výtokové komory (35) vypočtený ze vztahu $K_v = 36000 Q$ je menší alespoň o 15 % vůči průtokovému součiniteli (K_v) kapaliny v bezkavitačním režimu a hodnota vřehlového úhlu (α) stěn difuzoru (34) odpovídá vztahu $\alpha \geq 7^\circ$.



Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách nechemickou cestou, zejména pro čištění vody v nádržích, a to jak ve velkoplošných přírodních či umělých nádržích, tak v bazénech nebo ve velkokapacitních nádržích pro průmyslové využití, například v potravinářském průmyslu.

Dosavadní stav techniky

V současné době dochází k stále vyššímu stupni znečišťování vodních ploch mikroorganismy. Omezování rozvoje těchto mikroorganismů je realizováno ve většině případů chemickou cestou, a to pomocí biocidů. Tyto biocidy jsou buď širokospektrální, založené na organických antibiotikách, nebo na toxických kovech stříbra, mědi, bromu, nebo na oxidačním potenciálu chloru, bromu, peroxosloučenin či ozonu. Chemické prostředky se vyvíjí tak, aby nezanechávaly rezidua toxická pro člověka nebo vodní a půdní organismy, ale jejich vývoj je finančně náročný a praxe ukazuje, že mikroorganismy jsou schopny získat k biocidům rezistenci.

Z tohoto pohledu mají fyzikální metody omezování rozvoje mikroorganismů podstatnou výhodu v tom, že poškodí buňky mikroorganismů, čímž znemožní jejich fyziologické funkce, růst a rozmnožování. Hlavní výhodou použití fyzikálních metod je, že na ně zatím nebyla nikdy pozorována rezistence, která v principu ani není možná. Z fyzikálních metod jsou pro omezení rozvoje mikroorganismů využívány principy elektroporace a elektromagnetických vln, ultrazvuku, mikrovlnného záření, infračervených vln, gamazáření nebo ultrafialového záření. Čištění vody v nádržích pomocí působení elektromagnetického pole je popsáno například ve spise CZ 14307 U1. Ve spise WO 9714655 je popsáno zařízení, v němž je působeno elektrickým a magnetickým polem na proudící kapalinu, kde zdroj napájení je přizpůsobitelný proměnné délce, průměru a impedanci cívky. Tento systém se používá k odstraňování minerálních usazenin, tj. ke změkčování vody. Jeho nevýhodou je malý rozsah čistících schopností, které jsou závislé na velikosti zařízení. Dalšími příklady použití působení magnetického pole na proud kapaliny jsou zařízení popsaná ve spisech WO 0226637 nebo CZ 13729 U1.

Zařízení pracující na principu působení magnetického pole na vodní proud je předmětem řešení dle spisu WO 9506007, kde je využito pole vznikající ve specifickém pyramidovém prostoru. Jeho nevýhodou je závislost účinnosti na fyzikálních a chemických vlastnostech vody a omezená rychlost průtoku čištěné vody. Zařízení dle spisu DE 19704747 pak využívá specificky usměrněných magnetických a elektrických polí v kruhovém průtočném válci, jímž protéká voda, na kterou se přímo působí pomocí soustavy cívek. Je zřejmé, že toto zařízení je pouze předstupeň skutečného čistícího modulu, ve kterém dochází k oddělování nečistot. Jedná se tedy o nekomplexní technické řešení s omezeným použitím.

Složitě uzpůsobenými elektrickými a magnetickými poli působí na vodu rovněž zařízení dle spisu US 4238326, které je však technicky komplikované, a tím výrobně náročné, přičemž jeho konstrukce vyžaduje pevné usazení a stabilitu. Jeho další nevýhodou je větší hydrodynamický odpor bránící průtoku vody, a s tím související usazování nečistot na dně nádoby. Zařízení tedy částečně odděluje nečistoty pocházející ze sedimentace, ale pomíjí látky flokulující do vrchní části nádoby, odkud jsou tyto vyplavovány s upravenou vodou.

K fyzikálním metodám omezování rozvoje mikroorganismů v současné době rovněž patří i kavitace nebo její extrémní forma, tzv. superkavitace. Při kavitaci dochází ke vzniku dutin v kapalině při lokálním poklesu tlaku. Zařízení pro čištění kapalin jsou popsána například ve spisech JP 2002233895, US 6200486, CZ 296073, CZ 2005-454 A1, CZ 2005-592 A1 a CZ 2005-746 A1. Tato zařízení využívají principu kavitace v kombinaci s ejektorem, kterým je zajištěno dávkování přídavných korekčních přípravků do oblasti vzniku kavitačních bublin. Dle spisu CZ 300592 je známo zařízení založené na ejektorovém efektu, kde kavitační trysky jsou umístěny na člunu či jiném plavidle. Nevýhoda zmíněných řešení spočívá v tom, že přisávání dalšího média, například korekčních přípravků, do oblasti kavitace má za následek nižší účinnost čistícího procesu. Dle spisů DE 102007063062, EP 1975130 a JP 2008055369 jsou známá zařízení, ve kterých je vznik kavitace podmíněn rotačním pohybem mechanických částí, například disků, nebo lokálními víry vznikajícími ve složitě tvarovaných komorách. Další příklady konstrukcí kavitačních trysek jsou popsány například ve spisech TW 255796 a JP 2002165549. Nevýhodou těchto řešení je absence využití ultrazvukové modulace v závislosti na průtoku kapaliny kavitační tryskou.

Konečně je známé řešení zařízení odstraňující sedimenty z kapaliny, které je popsáno ve spise JP 2004049938. Zařízení nepracuje s ultrazvukovou modulací a nemůže v něm tak vzniknout superkavitace. Ve spisech JP 2002126729, JP 2002126730, JP 2003126849 a JP 2003126850 jsou popsána řešení využívající kavitační trysky k likvidaci mikroorganismů v různých prostředích. V těchto spisech nejsou podrobně komentovány konstrukce kavitačních trysek a nevýhoda jejich provedení spočívá v tom, že zařízení nejsou koncipována jako mobilní. Konstrukce kavitační trysky je v neposlední řadě známa ze spisu JP 2004057936, kde kavitační zóna vzniká v oblasti prostého lokálního zúžení průřezu trysky. Nevýhodou tohoto řešení je krátká kavitační zóna trysky a její malá účinnost. Neuvažuje se zde ani o ultrazvukové modulaci a ani o superkavitaci. Využití jevu superkavitace v kavitační trysce je popsáno ve spise US 2008029462, kde je kavitace dosaženo složitě tvarovanou komorou trysky opatřenou žebry, kterými je zajištěna rotace kapaliny v této trysce. Nevýhoda popsaného zařízení spočívá ve velmi krátké oblasti superkavitace a ve vysoké tvarové složitosti vnitřních prostor kavitační trysky.

Snahou předkládaného řešení je navrhnout takové zařízení, které by odstraňovalo nedostatky známých zařízení, využívalo všech výhod superkavitace a elektromagnetického pole a zároveň by umožňovalo efektivně likvidovat nežádoucí mikroorganismy v tekutinách, zejména ve vodách nádrží či jiných objektů, a to bez nepříznivého ovlivnění prostředí v okolí vodních ploch z ekologického hlediska. Rovněž je snahou umožnit využití zařízení v potravinářském průmyslu k zamezení růstu nežádoucích mikroorganismů v tekutinách, například v mléce, moštech a jiných tekutých nápojích či potravinách, kde není vhodné používat chemickou sterilaci nebo termickou cestu.

Podstata vynálezu

Stanoveného cíle je do značné míry dosaženo vynálezem, kterým je zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách, obsahující vzájemně sériově propojené vtokovou část, čerpadlo, minimálně jednu kavitační trubici a výtokovou část, jehož podstata spočívá v tom, že kavitační trubice je tvořena vzájemně na sebe navazujícími nátokovou komorou, alespoň jednou pracovní komorou a výtokovou komorou, kde přechod mezi nátokovou komorou a pracovní komorou je pomocí konfuzoru a přechod mezi pracovní komorou a

výtokovou komorou pomocí difuzoru, přičemž kavitační trubice je řešena tak, že výsledný průtokový součinitel (K_v) kapaliny mezi vstupním průřezem nátokové komory a výstupním průřezem výtokové komory vypočtený ze vztahu

$$K_v = 36000 Q \sqrt{\frac{1}{p_A - p_B}}$$

je menší alespoň o 15% vůči průtokovému součiniteli (K_v) kapaliny v bezkavitačním režimu a hodnota vrcholového úhlu (α) stěn difuzoru (34) odpovídá vztahu

$$\alpha \geq 7^\circ.$$

Ve výhodném provedení zařízení jsou tvary průřezů konstrukčních prvků kavitační trubice kruhové nebo čtvercové nebo obdélníkové či mnohoúhelníkové, přičemž v jedné kavitační trubici mohou být průřezy vzájemně kombinovány. Rovněž je výhodné, když kavitační trubice obsahují více pracovních komor řazených v sérii a když průřezy pracovních komor, stejně tak jako parametry navazujících konfuzorů a difuzorů nejsou shodné. Konečně je výhodné, když zařízení obsahuje dvě a více kavitačních trubíc zapojených na spojovací potrubí paralelně nebo když kavitační trubice obsahuje vložku zařazenou do nátokové komory a opatřenou tvarovanými žebry.

Přehled

Popis obrázků na připojených výkresech

Konkrétní příklady provedení vynálezu jsou schematicky znázorněny na připojených výkresech, kde

obr. 1 je základní blokové konstrukční schéma zařízení,

obr. 2 je detailní boční pohled na kavitační trubici ze zařízení z obr. 1,

obr. 3 je boční pohled na možné provedení sériově řazených kavitačních trubíc,

obr. 4 je boční pohled na možné provedení paralelně řazených kavitačních trubíc,

obr. 5a je boční pohled na alternativní provedení kavitační trubice opatřené vložkou,

obr. 5b je příčný řez vložkou kavitační trubice z obr. 5a,

obr. 6 je boční pohled na alternativní provedení kavitační trubice doplněné o magnet,

obr. 7a je půdorysný pohled na plavidlo opatřené zařízením pro likvidaci mikroorganismů,

obr. 7b je bokorysný pohled na plavidlo z obr. 7a.

Výkresy, které znázorňují vynález, a následně popsané příklady konkrétních provedení, v žádném případě neomezují rozsah ochrany uvedený v definici, ale jen objasňují podstatu vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách sestává v základním provedení znázorněném na obr. 1 ze vzájemně sériově propojených vtokové části 1, čerpadla 2, kavitační trubice 3, filtru 4 a výtokové části 5, kde tyto konstrukční členy mohou dle typu zařízení propojeny přímo anebo pomocí spojovacích potrubí 6. Kavitační trubice 3 je tvořena vzájemně na sebe navazujícími válcovou nátokovou komorou 31, konfuzorem 32 ve tvaru komolého kužele, válcovou pracovní komorou 33, difuzorem 34 ve tvaru komolého kužele a válcovou výtokovou komorou 35, jak je patrné z obr. 2.

Kavitační trubice 3 je konstruována tak, aby výsledný průtokový součinitel K_v kapaliny mezi vstupním průřezem 311 nátokové komory 31 a výstupním průřezem 351 výtokové komory 35, tedy mezi body A a B na obr. 2, vypočtený ze vztahu

$$K_v = 36000 Q \sqrt{\frac{1}{p_A - p_B}}$$

- kde
- Q je průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 - p_A je tlak kapaliny v bodě A (kPa)
 - p_B je tlak kapaliny v bodě B (kPa)
 - ρ je hustota kapaliny ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

je menší alespoň o 15% vůči průtokovému součiniteli K_v kapaliny v bezkavitačním režimu, přičemž hodnota vrcholového úhlu α stěn difuzoru 34 odpovídá vztahu

$$\alpha \geq 7^\circ.$$

Čistící proces u zařízení v základním provedení probíhá tak, že vtoková část 1 zařízení, například sací hubice, se ponoří do neznázorněné nádrže, odkud je čerpadlem 2 kapalina vháněna do kavitační trubice 3, u níž je nátoková komora 31 navržena tak, aby v ní neklesl tlak pod hodnotu tlaku nasycených par. Z nátokové komory 31 je kapalina vedena do konfuzoru 32, kde dochází k podstatnému zvýšení její rychlosti a současně k poklesu tlaku, a to pod tlak nasycených par. V tomto okamžiku se začínají v konfuzoru 32

objevovat první kavitační bublinky, které postupují vysokou rychlostí pracovní komorou 33 do difuzoru 34. V difuzoru 34 dojde v důsledku odtržení mezní vrstvy k dalšímu snížení tlaku a podstatnému rozšíření kavitační zóny, která vyplní v podstatě celý prostor difuzoru 34. V tomto prostoru dochází ke vzniku kavitačního mraku ke vzniku tzv. superkavitace, která způsobí kolaps kavitačních bublin na ultrazvukové frekvenci řádově 20 kHz, pokud je splněna podmínka pro hodnotu průtokového součinitele K_v kapaliny a podmínka pro odtržení mezní vrstvy, tedy kdy vrcholový úhel α stěn difuzoru 34 má hodnotu $\alpha \geq 7^\circ$. V důsledku prudkých stavových změn kapaliny jsou v pracovní komoře 33 a v difuzoru 34 vytvořeny podmínky pro dezintegraci buněčných stěn a organel mikroorganismů, což neumožní jejich další přežití. Ve filtru 4 jsou pak zachytávány mrtvé mikroorganismy a z výtokové části 5 zařízení proudí vyčištěná kapalina. Při hodnotách poklesu průtokového součinitele K_v méně než o 15% oproti hodnotám v bezkavitačním režimu nedochází k odtržení mezní vrstvy, nedosáhne se ultrazvukové modulace a kolaps kavitačních bublin nastane na výrazně nižších frekvencích a amplitudách zrychlení, což má za následek značné snížení účinnosti celého zařízení.

Popsaná konstrukce není jediným možným provedením zařízení podle vynálezu, ale bez vlivu na jeho podstatu mohou být tvary průřezů prvků 31, 32, 33, 34, 35 kavitační trubice 3 v podstatě libovolné, například kruhové, čtvercové, obdélníkové či mnohoúhelníkové. V jedné kavitační trubici 3 mohou být rovněž vzájemně kombinovány kruhové a obdélníkové průřezy za podmínek zachování minimálních hydraulických ztrát a podmínek vzniku superkavitace na ultrazvukové frekvenci a odtržení mezní vrstvy. Pro zajištění vyšších účinků likvidace mikroorganismů mohou být vytvářeny kavitační trubice 3 s více pracovními komorami 33 řazenými v sérii, přičemž průřezy těchto pracovních komor 33, stejně tak parametry navazujících konfuzorů 32 a difuzorů 34 nemusí být shodné, jak je znázorněno na obr. 3. Do zařízení je rovněž možno zařadit více kavitačních trubic 3, spojených na spojovací potrubí 6 paralelně, jak je naznačeno na obr. 4, přičemž počet takto spojených kavitačních trubic 3 není limitován.

Účinek kavitace v zařízení je možno ještě zesílit vložkou 36 zařazenou do nátokové komory 31 a opatřenou tvarovanými žebry 36a, převádějícími axiální pohyb kapaliny na částečně rotační, jak je patrné z obr. 5a a obr. 5b. U tohoto provedení dojde k poklesu tlaku pod tlak nasycených par při nižší střední rychlosti kapaliny než u základních provedení kavitačních trubic 3, samozřejmě pak při zachování podmínek vzniku

superkavitace na ultrazvukové frekvenci a odtržení mezní vrstvy.

Intenzitu účinku kavitace na mikroorganismy je možno ^uzasílit současným využitím magnetickým ^{chr}prstencem ^{chr}7, tvořeným buď permanentním magnetem, nebo elektromagnetem, umístěným nad výtokovou komorou 35 kavitační trubice 3, jak je znázorněno na obr. 6. Zde je využito faktu, že kapalina proudící kavitační trubicí 3 je nositelem elektrického náboje, tedy vodičem pohybujícím se v magnetickém poli. Velikost elektromagnetické indukce je ovlivněna rychlostí pohybu kapaliny a při kolapsu kavitačních bublin na frekvenci 20 kHz dojde ke skokové změně této indukce a nárůstu elektromotorického napětí v kavitační zóně, které zesiluje negativní vliv na mikroorganismy.

Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách může být s výhodou využito i pro čištění vody na velkoplošných nádržích. V tomto případě je zařízení umístěno na plavidle 8, jak je znázorněno na obr. 7a) a 7b). Vtokové části 1 ve formě sacích trubic jsou zaústěny těsně po hladinou vody a pomocí čerpadla 2 je nasávána směs mikroorganismů, například sinic, a tato je pomocí spojovacích potrubí 6 ve formě hadic vedena do neznázorněných kavitačních trubic 3, v nichž jsou mikroorganismy likvidovány, a z nich do výtokových částí 5. Směs vytékající z výtokových částí 5 pak působí reaktivním účinkem na plavidlo 8 a uvádí jej do pohybu. Pomocí natáčení vtokových částí 1 a výtokových částí 5 lze pak korigovat rychlost pohybu plavidla 8.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách dle předkládaného vynálezu je využitelné především pro kontrolu rozvoje bakterií, sinic, řas, mikromycét, aktinomycét ^a rovněž zooplanktonu v otevřených nádržích nebo přírodních plochách. Také není vyloučeno jeho použití k čištění bazénů, úpravě pitné vody nebo v potravinářském průmyslu k zamezení růstu nežádoucích mikroorganismů v moštech, mléce a v dalších tekutých nápojích či tekutých potravinách, kde není vhodné použít sterilaci chemickou nebo termickou cestou.

PATENTOVÉ NÁROKY

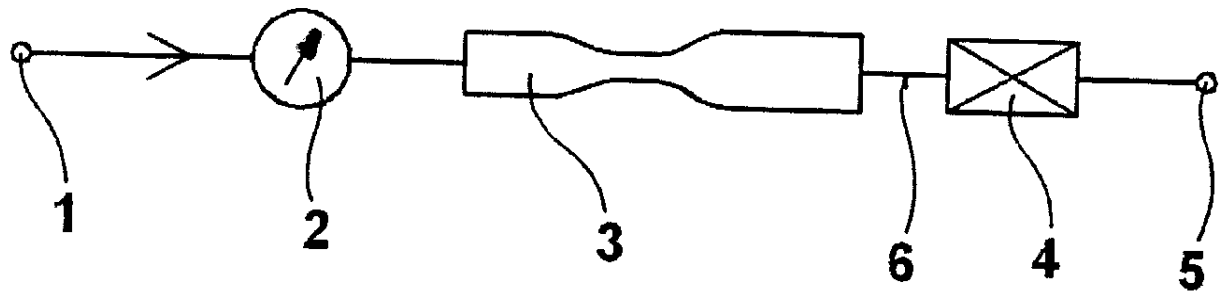
1. Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách, obsahující vzájemně sériově propojené vtokovou část (1), čerpadlo (2), minimálně jednu kavitační trubici (3) a výtokovou část (5), **vyznačující se tím**, že kavitační trubice (3) je tvořena vzájemně na sebe navazujícími nátokovou komorou (31), alespoň jednou pracovní komorou (33) a výtokovou komorou (35), kde přechod mezi nátokovou komorou (31) a pracovní komorou (33) je pomocí konfuzoru (32) a přechod mezi pracovní komorou (33) a výtokovou komorou (35) pomocí difuzoru (34), přičemž kavitační trubice (3) je řešena tak, že výsledný průtokový součinitel (K_v) kapaliny mezi vstupním průřezem (311) nátokové komory (31) a výstupním průřezem (351) výtokové komory (35) vypočtený ze vztahu

$$K_v = 36000 Q \sqrt{\frac{1}{P_A - P_B}}$$

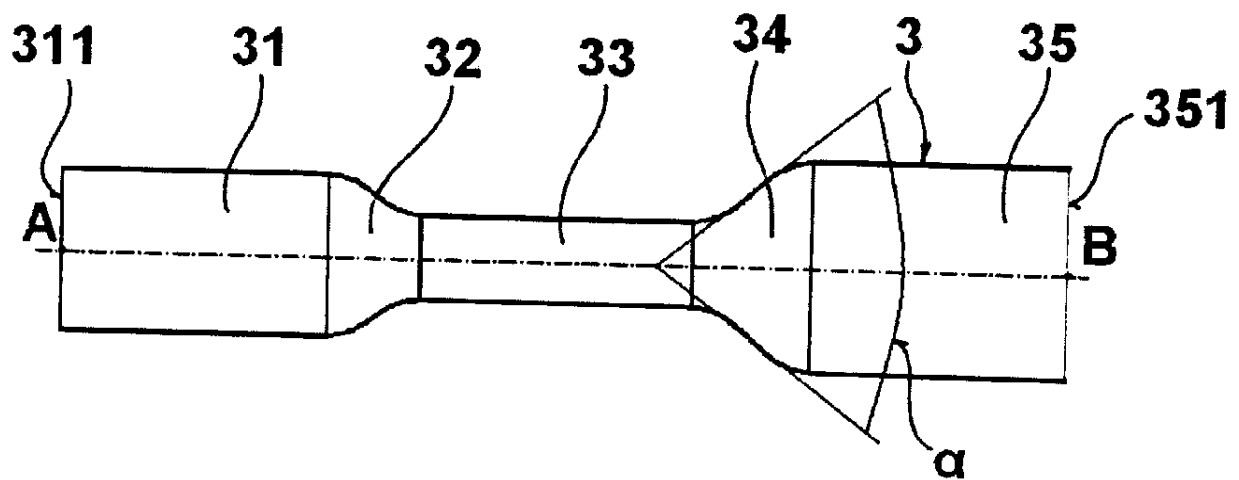
je menší alespoň o 15% vůči průtokovému součiniteli (K_v) kapaliny v bezkavitačním režimu a hodnota vrcholového úhlu (α) stěn difuzoru (34) odpovídá vztahu

$$\alpha \geq 7^\circ.$$

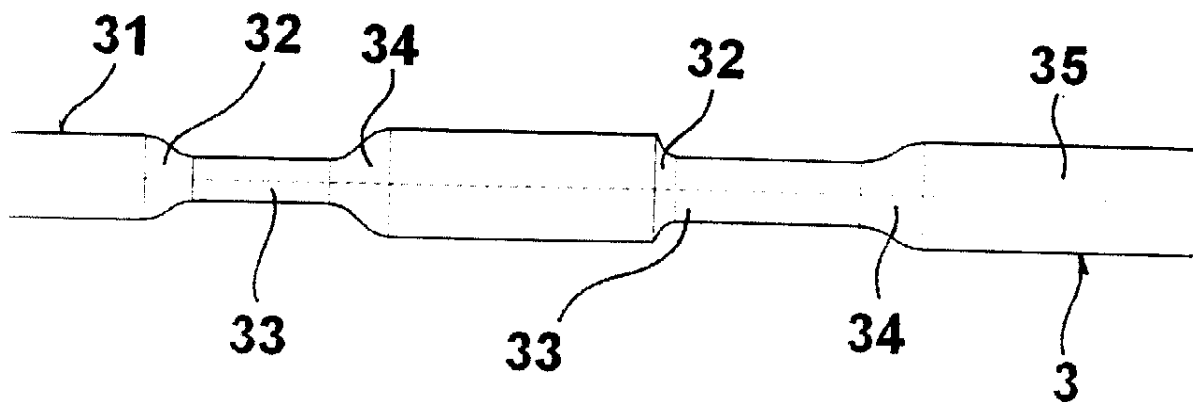
2. Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že tvary průřezů konstrukčních prvků (31, 32, 33, 34, 35) kavitační trubice (3) jsou kruhové nebo čtvercové nebo obdélníkové či mnohoúhelníkové, přičemž v jedné kavitační trubici (3) mohou být průřezy vzájemně kombinovány.
3. Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že kavitační trubice (3) obsahují více pracovních komor (33) řazených v sérii.
4. Zařízení pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že průřezy pracovních komor (33), stejně tak jako parametry navazujících konfuzorů (32) a difuzorů (34) nejsou shodné.



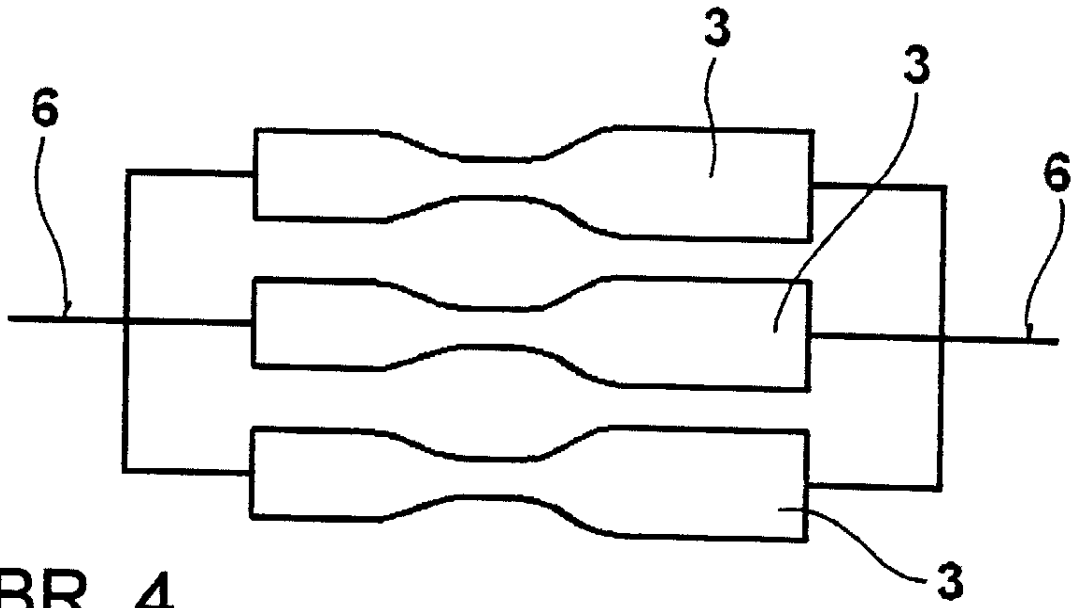
OBR. 1



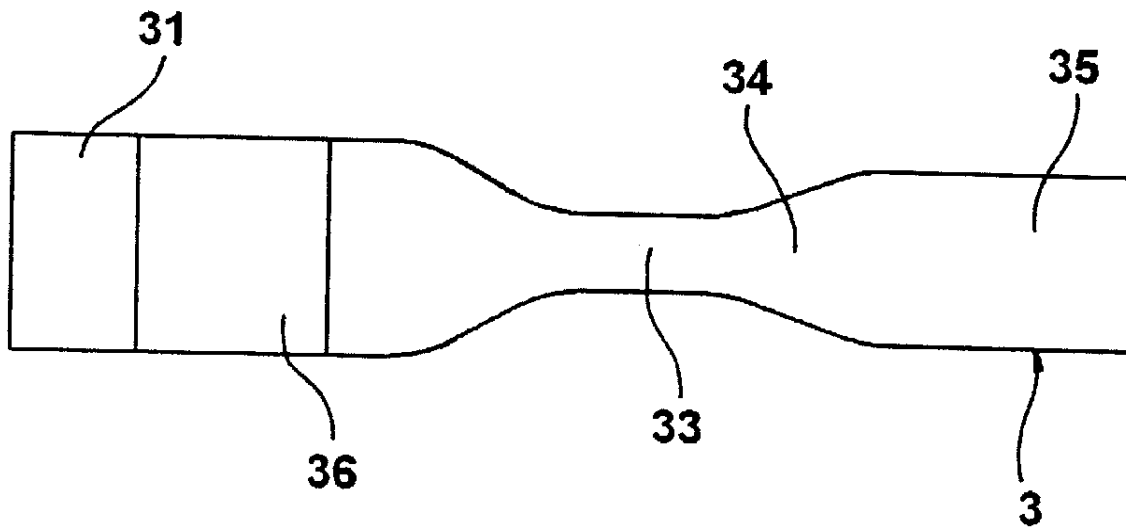
OBR. 2



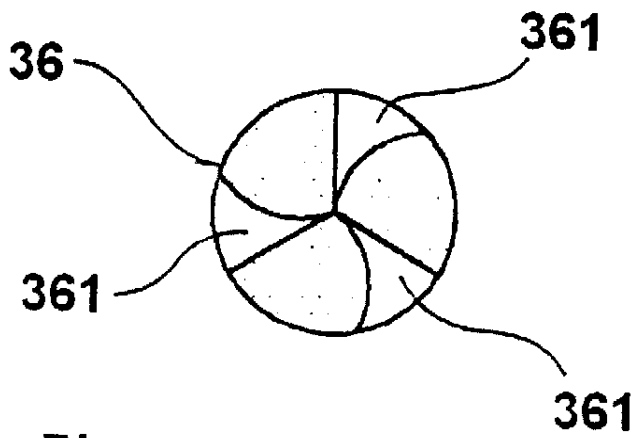
OBR. 3



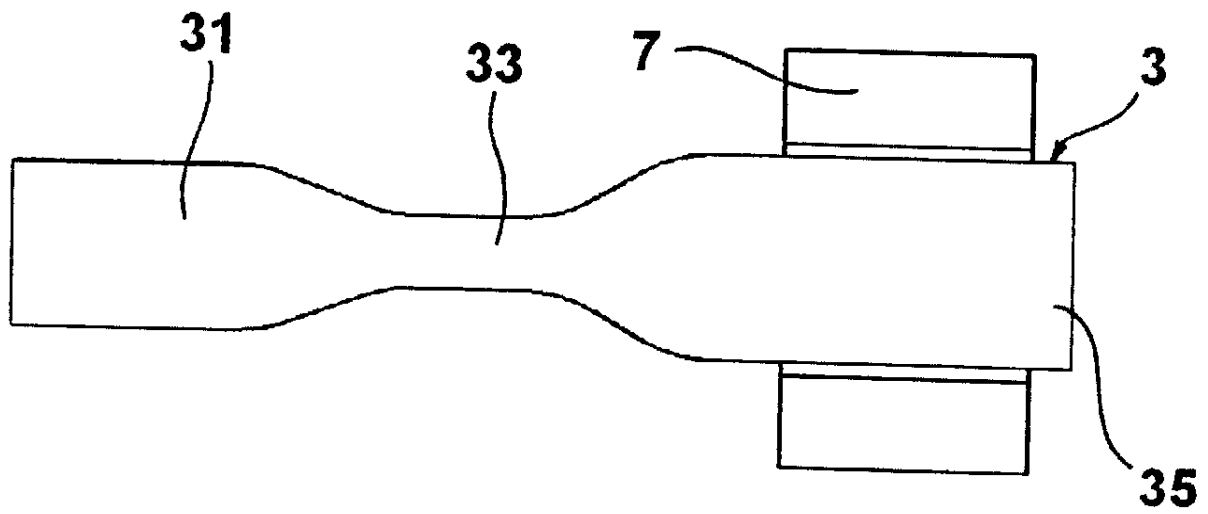
OBR. 4



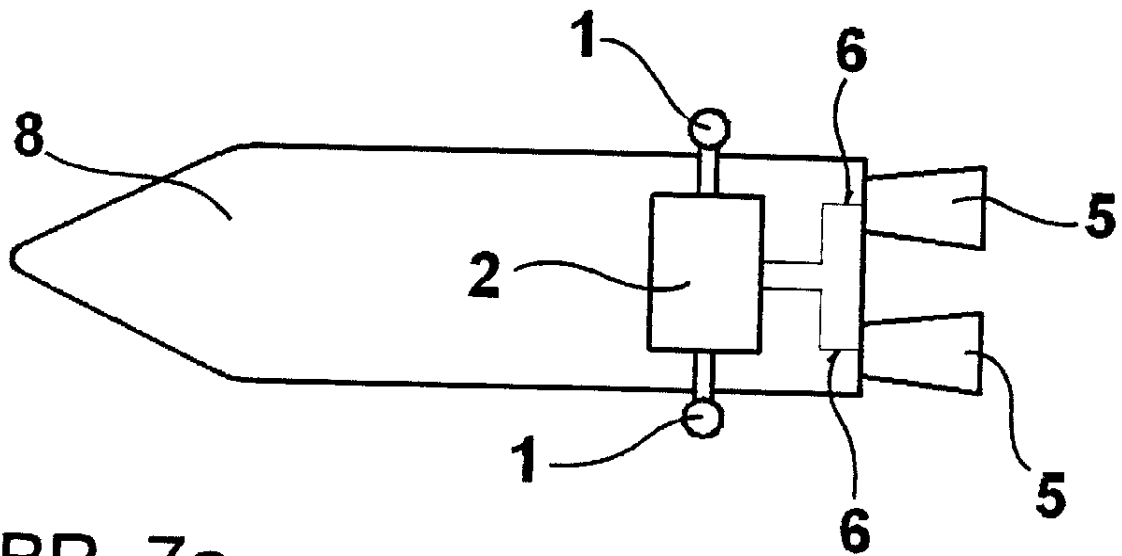
OBR. 5a



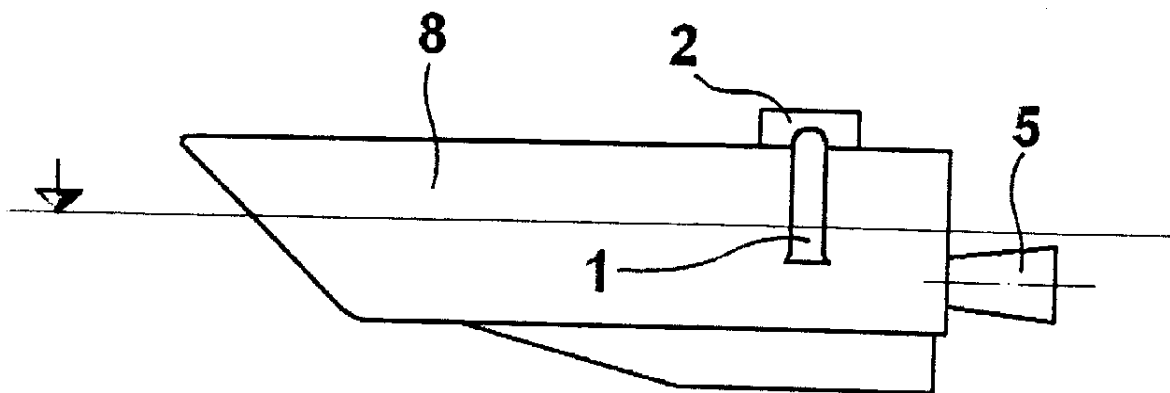
OBR. 5b



OBR. 6



OBR. 7a



OBR. 7b