



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206077

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 19 07 79

(21) (PV 5067-79)

(40) Zveřejněno 29 08 80

(45) Vydáno 02 05 84

(51) Int. Cl.³
F 04 F 1/02

(75)

Autor vynálezu TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Čerpadlo nebo dmychadlo

Vynález se týká čerpadla nebo dmychadla, poháněného elektricky, k přeměně elektrické energie na energii tekutiny — kapaliny nebo plynu — jak na energii kinetickou, projevující se urychlením tekutiny, tak případně na energii tlakovou.

Dosud užívaná čerpadla pro čerpání kapalin nebo dmychadla pro dmychání plynů, například vzduchu, poháněná elektricky, jsou uspořádána s mechanickým přenosem energie. Energie je předávána tekutině mechanickým pohybem nějaké pohyblivé součástky, například pístu u čerpadel pístových nebo oběžného kola u čerpadel odstředivých a podobně, a tento pohyb je vyvozen elektromotorem nebo elektromagnetem. Sestávají tedy v podstatě z převodníku elektromechanického, jehož mechanický výstupní pohyb je přenášen do převodníku mechanicko-fluidického. Mechanický přenos je však spojen s řadou nevýhod. Pohyblivá součástka musí být uložena v ložiskách, která mají omezenou životnost, postupně se opotřebovávají, ob-

vykle vyžadují pravidelnou údržbu. Nikdy nelze vyloučit možnost, že dojde k zadření ložiska a tím k porušení funkce celého čerpadla. Přenos pohybu k pohyblivé součástce, která působí na tekutinu, musí být utěsněn, například ucpávkou, těsnicí manžetou a podobně. Také každé utěsnění se opotřebovuje, má omezenou životnost a není proto spolehlivé. Mnohé druhy utěsnění opět vyžadují alespoň občasnou údržbu, například dotahování ucpávek. Mechanický pohyb je velmi často zdrojem nežádoucího hluku. Protože není možné naprosto dokonalé vyvážení pohyblivých součástek, jsou vždy při chodu generovány vibrace; budou-li tyto vibrace mít větší amplitudy, jsou škodlivé a nebezpečné pro ostatní okolní ústrojí, pro stavbu nebo konstrukci, na níž je čerpadlo uchyceno a podobně.

Je znám návrh čerpadel nebo dmychadel, u nichž není energie předávána mechanickým pohybem pohyblivých součástek. Podle tohoto návrhu je tekutina uváděna do stří-

206 077

davého pohybu tím, že na její hladinu působí střídavým tlakem tekutina v jiné fázi, tedy v případě čerpadla tekutina v plynné fázi, v případě dmyhadla tekutina ve fázi kapalně a tento střídavý pohyb je usměrněn na žádoucí jednosměrný průtok využitím usměrňovacího účinku, k němuž dochází při periodickém vtoku a výtoku z trysky. Střídavý tlak pomocné tekutiny o jiné fázi je vyvozen zase mechanicky (pat. spis GB č. 1 132 442). Nevýhodou je, že zde tedy nemohou být zcela odstraněny výše zmíněné nedostatky spojené s použitím mechanických pohyblivých součástí. Takové uspořádání je také energeticky nevýhodné, neboť čerpání je spojeno s několikanásobnými přeměnami. Pohon bude zpravidla elektrickým proudem, jehož energie je nejprve v elektromotoru převáděna na energii mechanického pohybu. Jím je v mechanicky značně složitém čerpadle vyvozen nejprve střídavý pohyb pomocné tekutiny. Teprve další přeměnou se pak dostává žádaný průtok. Při každé energetické přeměně dochází k nevyhnutelným ztrátám. Kromě toho ústrojí pro každou přeměnu zaujímá určitý prostor a při použití třeba v letadlech nebo vozidlech je i nevýhodou přídavná hmotnost každého ústrojí.

Uvedené nedostatky odstraňuje čerpadlo nebo dmyhadlo s dutinou pro průtok tekutiny, do níž je vyústěn alespoň jeden vývod napojený na zdroj střídavého průtoku podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že zdroj střídavého průtoku obsahuje nejméně jednu vertikální trubici spojenou s nádobou naplněnou magnetickou kapalinou, zejména takovou kapalinou, která obsahuje pevné magnetické částice, v takovém množství, že magnetická kapalina zasahuje až do vertikální trubice, kde je její klidová hladina a vně vertikální trubice je pak proti této poloze klidové hladiny umístěn elektromagnet napojený na zdroj časově proměnného elektrického proudu.

Dále je účelné, jestliže alespoň po jedné straně ústí vývodu je umístěna vodící stěna, jejíž část bližší vývodu je skloněna ve směru výtoku z vývodu nebo se od směru vývodu neodchyluje o více než 45° , zatímco část vodící stěny od vývodu ve směru výtoku více vzdálená je skloněna do směru průtoku tekutiny dutinou.

Je účelné, jestliže mezi vývodem a vertikální trubicí je spojovací dutina vyplněná plynem.

Podle vynálezu je výhodné, jestliže jádro elektromagnetu má tvar prstence nebo rámečku přerušného mezerou, v níž je umístěna vertikální trubice nebo alespoň její část.

Je výhodné, jestliže část spojovací dutiny u vývodu má tvar difuzoru.

Dále je výhodné, jestliže nádoba je spojena se dvěma druhy vertikálních trubic, a to jednak s primárními vertikálními trubicemi spojených s vývody, jednak se sekundárními vertikálními trubicemi, které jsou naopak vyústěny do společného prostoru odděleného od dutiny.

Je účelné, jestliže elektromagnet je vždy umístěn pouze u primární vertikální trubice nebo pouze u sekundární vertikální trubice.

Dále je podle vynálezu účelné, jestliže vývodů umístěných za sebou v dutině ve směru průtoku tekutiny je více. Vždy dva vývody vedle sebe ležící jsou spojeny, každý prostřednictvím své vertikální trubice s jedinou nádobou.

Dále je účelné, jestliže vinutí elektromagnetu je k přívodním svorkám pro přívod časově proměnného elektrického proudu připojeno přes diodu.

Především se předpokládá, že magnetická kapalina bude obsahovat pevné magnetické částice, například částice ferritu, v koloidní formě, tj. ve formě velmi jemně mletého prášku se submikronovou velikostí zrn. Takto malé částičky již nesedimentují ke dnu nádoby, ale udržují se rozptýleny v kapalině vlivem tepelného pohybu molekul kapaliny. Předpokládá se také, že ve většině případů bude elektromagnet napájen periodickým elektrickým proudem o neměnné amplitudě i frekvenci. Vždy, když protéká vinutím elektromagnetu proud, tedy v každé půlperiódě, bude na magnetické částice v kapalině působit síla, snažící se částice vtáhnout do místa s větší intenzitou magnetického pole. Protože však pohyblivost částiček vůči kapalině je malá, je touto silou uváděna do pohybu kapalina i s částicemi. Je tedy kapalina ve vertikální trubicí periodicky přitahována k elektromagnetu. Přitom uvádí do pohybu i tekutinu nacházející se v prostoru mezi touto magnetickou kapalinou a vývodem. Pokud se přečerpávaná kapalina ne-

bude mísit s použitou magnetickou kapalinou, může v tomto prostoru být přímo přečerpávaná kapalina. V případě obav z jejich mísení však mohou obě kapaliny být odděleny plynovým polštářem, například spojovací dutina mezi vertikální trubicí a vývodem bude mít tvar trubky ohnuté do tvaru písmene „U“, avšak otočené ohybem vzhůru. V tomto ohybu však zůstane zachován plynový, například vzduchový polštář při všech pohybech kapalin.

Vždy, když je magnetická kapalina přitahována k elektromagnetu, vytlačuje z vývodu do dutiny pro průtok přečerpávané tekutiny určité množství této tekutiny, předtím do vývodu nasáté. Tímto výtokem se vytvoří tekutinový proud směřující k výstupu čerpadla. Tento proud s sebou bude ve většině uspořádání strhávat další přečerpávanou tekutinu. Tato pracovní fáze, výtlak, se střídá se sací funkční fází. Při ní intenzita proudu ve vinutí elektromagnetu poklesává až na nulu, magnetická kapalina přestává být k elektromagnetu přitahována a vrací se do své výchozí polohy. Buď přímým kontaktem nebo prostřednictvím plynového polštáře je pak vývodem z dutiny čerpadla odsáváno určité množství tekutiny, které je pak zase ve fázi dále následující vytlačeno vývodem do pracovní dutiny čerpadla.

Důležité je, že celý proces se děje v dutinách, jejichž stěny jsou pevné, nepohyblivé. Mohou být například spolu všechny části čerpadla pevně svařeny nebo jinak nerozebíratelně spojeny. Čerpadlo je velice mechanicky odolné, může eventuálně být provedeno jako zcela uzavřené a může pracovat ve velmi nepříznivém prostředí, například s vysokou prašností, vysokou úrovní vibrací, vysokou úrovní radioaktivity a podobně. Neobsahuje žádné ucpávky nebo těsnění, které by mohly být potenciálním zdrojem poruch po delší době provozu. Jediné možné omezení životnosti může být důsledkem abrase částicemi unášenými v kapalinách nebo plynech. Pokud částice nebudou mít abrasivní vlastnosti, může čerpadlo či dmychadlo podle vynálezu pracovat několik desetiletí bez jakékoliv údržby. Čerpadlo také může být provedeno jako velmi jednoduché a tedy neobyčejně levné. Lze jej zkonstruovat tak, že při jeho výrobě vůbec není nutné obrábění součástí; to ovšem může být dalším důvo-

dem k tomu, aby čerpadlo bylo obzvláště levné.

Vynález a jeho výhody jsou blíže objasněny na příkladech provedení pomocí připojených výkresů, na nichž

obr. 1. znázorňuje čerpadlo podle vynálezu a obr. 2. dmychadlo podle vynálezu.

Účelem obr. 1 je současně názorné vysvětlení principu funkce. Proto je zachyceno — částečně schematicky — jedno z nejjednodušších uspořádání čerpadla podle tohoto vynálezu. S ohledem na zvláště jednoduché tvarování a jednoduchou funkci nelze očekávat, že by takto provedené čerpadlo mělo nějak dobrou účinnost. Nicméně i tak by mohlo být takové uspořádání prakticky použitelné, například v laboratorním provozu pro čerpání malých množství, například nebezpečných kapalin nebo v jiných podobných aplikacích, kde nízká cena a spolehlivost funkce jsou důležitější faktory než účinnost.

Jak je z obr. 1 patrné, je čerpadlo zhotovené z jediné kovové trubky, vhodně tvarované a upevněné přivařením do potrubí pro průtok přečerpávané kapaliny, jehož znázorněná část tedy současně představuje dutinu 1. Část trubky upevněná tak, že se nachází uvnitř dutiny 1, končí vývodem 2, směřovaným do směru průtoku přečerpávané kapaliny v dutině 1; tento směr zleva doprava je na obr. 1 znázorněn zakreslenými šipkami. Vnější část je vedena nejprve vzhůru, pak se ohýbá dolů a dole opět je zahrnuta vzhůru. Dolní ohyb představuje nádobu 4. Z ní vedou vzhůru dvě vertikální trubice 3, a sice primární vertikální trubice 3a a sekundární vertikální trubice 3b. Toto uspořádání bylo voleno s ohledem na jednoduchost a nízkou výrobní cenu. Jinak je ovšem možné, aby nádoba 4 byla rozměrnější a vertikální trubice 3 byly do ní zasazeny jako samostatné součástky a případně k ní rovněž byly přivařeny. V tomto dolním ohybu je magnetická kapalina 5, která zůstává od přečerpávané kapaliny oddělena plynovým polštářem v horním ohybu, který představuje spojovací dutinu 13.

Důležité je, že trubka s popsánými dvěma ohyby je zhotovena z nemagnetického kovu: z duraluminia, z mosazi nebo z nerezavějící oceli. V případě, že by nešlo o čerpadlo zhotovené z kovu, mohlo by jako materiál po-

sloužit sklo, umělé hmoty a podobně. Po bližší konce volné části trubky, u sekundární vertikální trubici **3b** je upevněn elektromagnet **6**. Ten je tvořen jednak jádrem **7**, jehož pólové nástavce dosahují až těsně k vertikální trubici a jsou zde od sebe odděleny jen poměrně malou mezerou, jednak vinutím, které je připojeno svorkami **9** na zdroj buď harmonického střídavého elektrického proudu, nebo proudu periodicky spínaného. Nejde přitom v tomto případě o proud se síťovou frekvencí 50 Hz, ale s frekvencí mnohem nižší, okolo 1 Hz. Tato frekvence je volena tak, že je identická s vlastní frekvencí kmitání magnetické kapaliny **5** v dolním ohybu trubky — jak známo, při zanedbání tření o stěny je tato frekvence kmitání kapaliny v U-trubici dána vztahem

kde $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ je gravitační zrychlení a l je celková délka sloupce kapaliny v trubici. Z uvedeného vztahu právě vyplývá, že síťová frekvence by vyžadovala nerealizovatelně krátkou délku l , zvláště s přihlédnutím k faktu, že elektromagnet přitahuje magnetickou kapalinu **5** dvakrát za periodu, takže frekvence napájecího elektrického proudu musí být poloviční oproti hodnotě udané uvedeným vzorcem.

Při každém průtoku elektrického proudu vinutím elektromagnetu **6** jsou magnetické částice v magnetické kapalině **5** — a s nimi, jak bylo uvedeno, i tato kapalina — přitahovány do mezery mezi pólovými nástavci jádra **7**. Jak je patrné z obr. 1, který zachycuje právě tuto fázi, vystoupení hladina magnetické kapaliny **5** v sekundární vertikální trubici **3b** a současně musí poklesnout v primární vertikální trubici **3b**. Tento pokles se uplatní přes plynový sloupec ve spojovací dutině **13** tak, že jisté množství přečerpávané nebezpečné kapaliny je vývodem **2** nasáto do vzhůru stoupající části trubky. Aby byly hydraulické ztráty při tomto nasávání co nejmenší, je účelné tvarovat část trubky u vývodu jako difuzor **12**; v daném případě toho bylo dosaženo jednoduše sploštěním konce trubky.

Jakmile v následující části periody elektrického proudu přiváděného svorkami **9** dochází k poklesu magnetické přitažlivé síly až na nulu, klesá magnetická kapalina účinkem tí-

hového zrychlení v sekundární vertikální trubici **3b** a stoupá ovšem naopak v primární vertikální trubici **3a**. Tím je — přes sloupec plynu ve spojovací dutině **13** — předtím nasátá kapalina zase z vývodu **2** vytlačována: výtokem se vytváří proud, směřující vpravo na obrázku, tedy k výstupu čerpadla. Proud s sebou strhává další tekutinu a tak tedy v dutině **1** nastává proudění zleva doprava. Předpokládá se, že setrvačnost takto vyvozeného proudění je taková, že pohyb od vstupního přívodu čerpadla k výstupu pokračuje i poté, když zase v následující fázi funkční periody je kapalina naopak do vývodu **2** z dutiny nasávána. Využívá se totiž známého usměrňovacího účinku střídavého výtoku a vtoku tekutiny: pole rychlostí v tekutině při nasávání je jiné, než při výtoku, a to tak, že při nasávání je tekutina vtahována skoro rovnoměrně ze všech směrů, zatímco při výtoku vede jednou tekutině udělená hybnost k tomu, že tekutina proudí převážně ve směru ústí vývodu **2**.

Účinnost takového čerpadla lze podstatně zlepšit za cenu nevelké konstrukční komplikace, a sice takové, že do vývodů **2** uvnitř dutiny **1** jsou vyústěny oba konce trubky — zatímco v případě obr. 1 je jeden z konců trubky, představující sekundární vertikální trubici **3b**, volně otevřen do atmosféry.

Elektromagnet **6** také nemusí pohybovat magnetickou kapalinou **5** v sekundární vertikální trubici **3b**, ale naopak v primární vertikální trubici **3a** — a obzvlášť účelné může být uspořádání se dvěma elektromagnety **6**, z nichž každý pohybuje magnetickou kapalinou v jedné z obou vertikálních trubic **3**. Elektromagnety **6** musí být napájeny tak, aby pracovaly v navzájem opačných fázích: při přitahu magnetické kapaliny **5** k jednomu z nich musí přitažlivá síla na magnetickou kapalinu **5** u druhého elektromagnetu **6** klesat nebo vůbec být nulová.

Takový případ je znázorněn u dmychadla na obr. 2. V tomto případě jde o dmýhání plynu, takže není nebezpečí mísení přepravované tekutiny s magnetickou kapalinou **5** a oddělovací plynový polštář ovšem odpadá. Jde zde o uspořádání s vodicími stěnami **21**, k nimž přilne tekutinový proud vytékající z vývodů **2** tak, že sleduje zakřivení vodicí stěny **21** a je jí veden do žádoucího směru průtoku v dutině **1** (opět směru zleva dopra-

va). Naopak při nasávání dmýchaného plynu ve vývodu 2 se žádný proud nevytváří a tekutina by se nasávala rovnoměrně z obou stran resp., jak je žádoucí, by převládalo nasávání spíše z levé strany. V daném případě se však zvyrazňuje ještě navíc tento usměrňovací charakter nasávání a výtoku, a to tím, že je použit větší počet vývodů 2 umístěných za sebou ve směru proudění dmýchaného plynu dutinou 1 tak, že střídajícím se výtokem se z nich vytváří postupná průtoková vlna. Ta postupuje dutinou 1 zleva doprava a strhává s sebou i tekutinu, která do vývodu 2 vůbec nevstupuje. Nádoba 4 s magnetickou kapalinou 5 zde má tvar trubky z nemagnetického materiálu, ohnuté do tvaru písmene „U“. Svislá ramena představují pak vertikální trubice 3. Vždy dvě za sebou následující vertikální trubice 3 patří k jedné U trubce. Elektromagnety 6 jsou zde umístěny u obou vertikálních trubic 3 každé U-trubky. V nakresleném uspořádání jsou elektromagnety uspořádány tak, že cívky vinutí obemykají příslušnou vertikální trubici 3. Jádru 7 je pak zase tvarováno tak, aby jím procházel magnetický tok vyvolaný elektrickým proudem ve vinutí, až na mezeru, kterou je jádro 4 přerušeno. Toto místo přerušení je umístěno tak, aby magnetický tok vystupující z jádra 4 musel procházet vertikální trubicí 3. Ve směru osy vertikální trubice 3 ovšem od tohoto místa intenzita magnetického pole ubývá. Je tedy magnetická kapalina 5, nacházející se v klidovém stavu, v poněkud nižší výšce, než je toto místo mezery v jádru 4, při průtoku elektrického proudu vinutím elektromagnetu 6 přitahována vzhůru. Elektromagnety 6 jsou spolu elektricky propojeny tak, že při průchodu elektrického proudu vinutím elektromagnetu 6 ve větvi A je proud elektromagnetem 6 ve větvi B přerušen. Současně prochází proud elektromagnetem 6 ve větvi C a dále zas je přerušen proud elektromagnetem 6 ve větvi D. Znamená to, že v takovém stavu vytéká proud dmýchaného plynu z prvního a třetího vývodu 2 (větve A a B) a ve druhém a čtvrtém vývodu 2 je dmýchaný plyn nasáván do vertikální trubice 3. Naopak v následující funkční fázi je vyfukován předtím nasátý plyn z větví B a D, kdežto v A a C dochází k nasávání. Nasávání je vždy usnadněno tím, že prostor mezi vývodem 2 a příslušnou k němu vertikální trubicí 3 je tva-

rován jako difuzor 12. V tomto případě jde o radiální difuzor 12 mezi šterbinovým vývodem 2 a prstencovou rozváděcí komůrkou 23.

Současné působení elektrického proudu ve větvích A a C na jedné straně a B a D na druhé straně je umožněno tím, že odpovídající dvojice elektromagnetů 6 jsou spojeny spolu paralelně. Je zřejmé, že dmychadlo lze uzpůsobovat pro požadované větší překonávané tlakové spády tím, že se za sebe montuje větší počet shodných sekcí, jako jsou sekce nakreslené na obr. 2. Například při šesti větvích, A, B, C, D, E, a F by byly obdobně spolu spojeny elektromagnety 6 větví A, C a E na jedné a B, D a F na druhé straně atd. Na přívodní svorky 9 je v tomto případě přiváděn střídavý elektrický proud, opět o nižší než síťové frekvenci. Aby byla frekvence přitažlivého působení v elektromagnetech 6 snížena na polovinu (a frekvence budícího proudu tedy nemusela být tak nízká) a současně aby bylo dosaženo přerušení přitažlivého působení v sudých větvích při přitahování magnetické kapaliny 5 do lichých větví a naopak, jsou do přívodu proudu zapojeny diody 8a a 8b. První dioda 8a je zapojena do obvodu elektromagnetů 6 ve větvích A a C, druhá dioda 8b je zapojena do obvodu větví B a D.

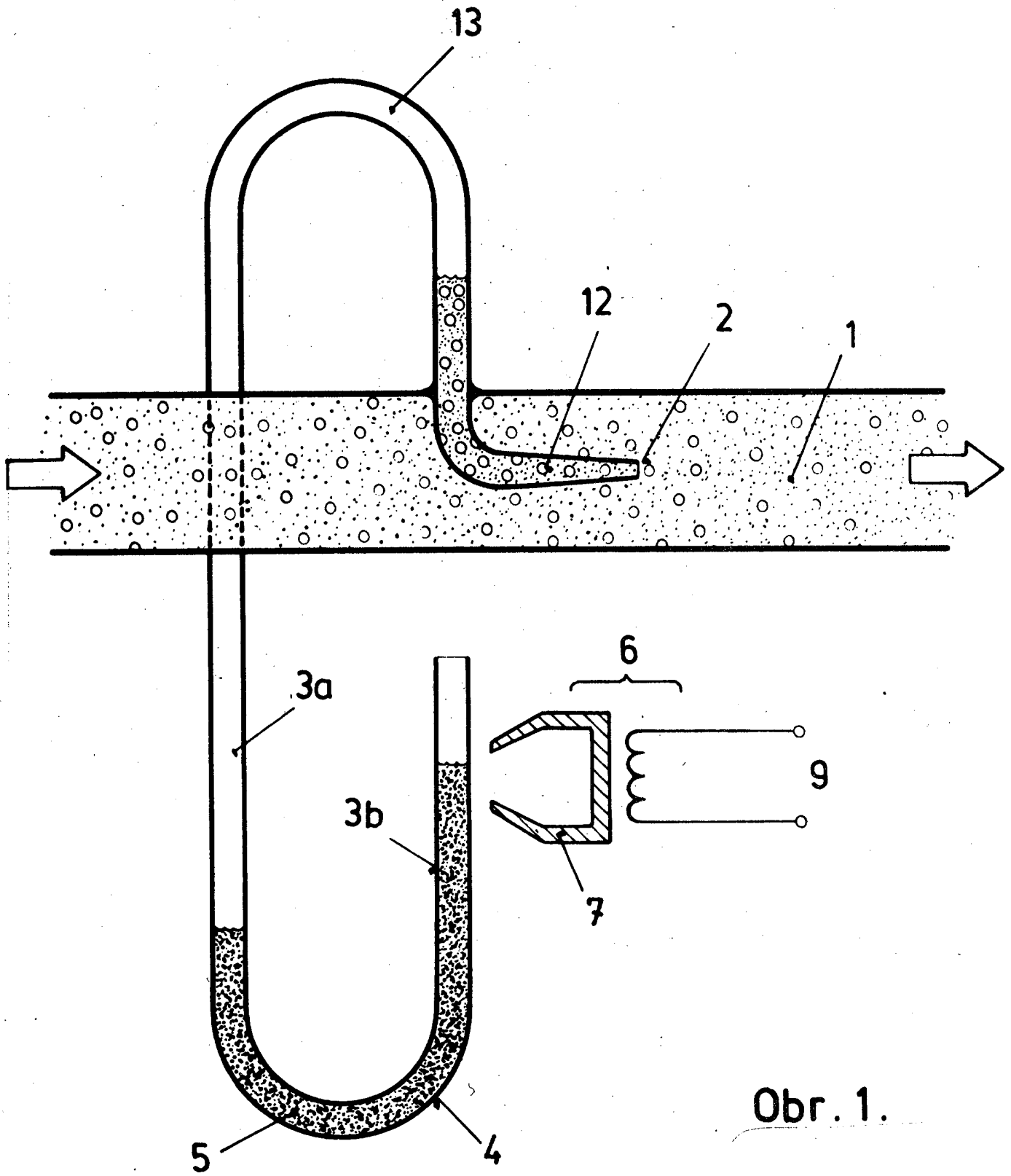
Namísto U-trubek se dvěma vertikálními trubicemi 3 a dvojfázové funkce dmychadla je také možné na nádoby 4 napojit vždy tři vertikální trubice 3 a pracovat s třífázovým napájecím elektrickým proudem. Pak je možné na nádoby 4 napojit vždy tři vertikální trubice 3 a pracovat s třífázovým napájecím elektrickým proudem. Pak je možné zvláště úspěšně generovat postupné průtokové vlny, neboť celé uspořádání odpovídá v zásadě generaci postupné vlny například v lineárních elektromotorech — ovšem s tím, že zde je přímo prováděna u každého vinutí přeměna na žádoucí pohyb kapaliny. I v tomto případě trojfázového proudu se ukazuje nutné pracovat s nižší napájecí frekvencí než je běžná síťová frekvence. Potřebný proud s nižší frekvencí je možné generovat řadou způsobů, například střídači nebo cyklokonvertory a podobně. Podobně je možné namísto diod 8 použít spínacích polovodičových prvků spínaných v potřebném rytmu. Ovšemže není nutné pracovat se střídavým

proudem, ale může jít o jiný druh časově proměnného proudu, například vytvářeného ze stejnosměrného napájecího proudu rela-
xačním oscilátorem s tyristorem nebo po-
dobně pracujícím polovodičovým prvkem. Je
také nutné zdůraznit, že i obr. 2 je nakreslen
v první řadě s ohledem na názornost výkladu
funkce dmyhadla resp. čerpadla podle toho-
to vynálezu. Prakticky lze celé dmyhadlo
uspořádat mnohem kompaktněji, například
namísto U-trubek vyčnívajících pod vlastní
dutinou 1 pro průtok přečerpávané tekutiny
může být magnetická kapalina 5 ve vývrtech
tělesa čerpadla, uspořádaných paralelně s du-
tinou 5, apod.

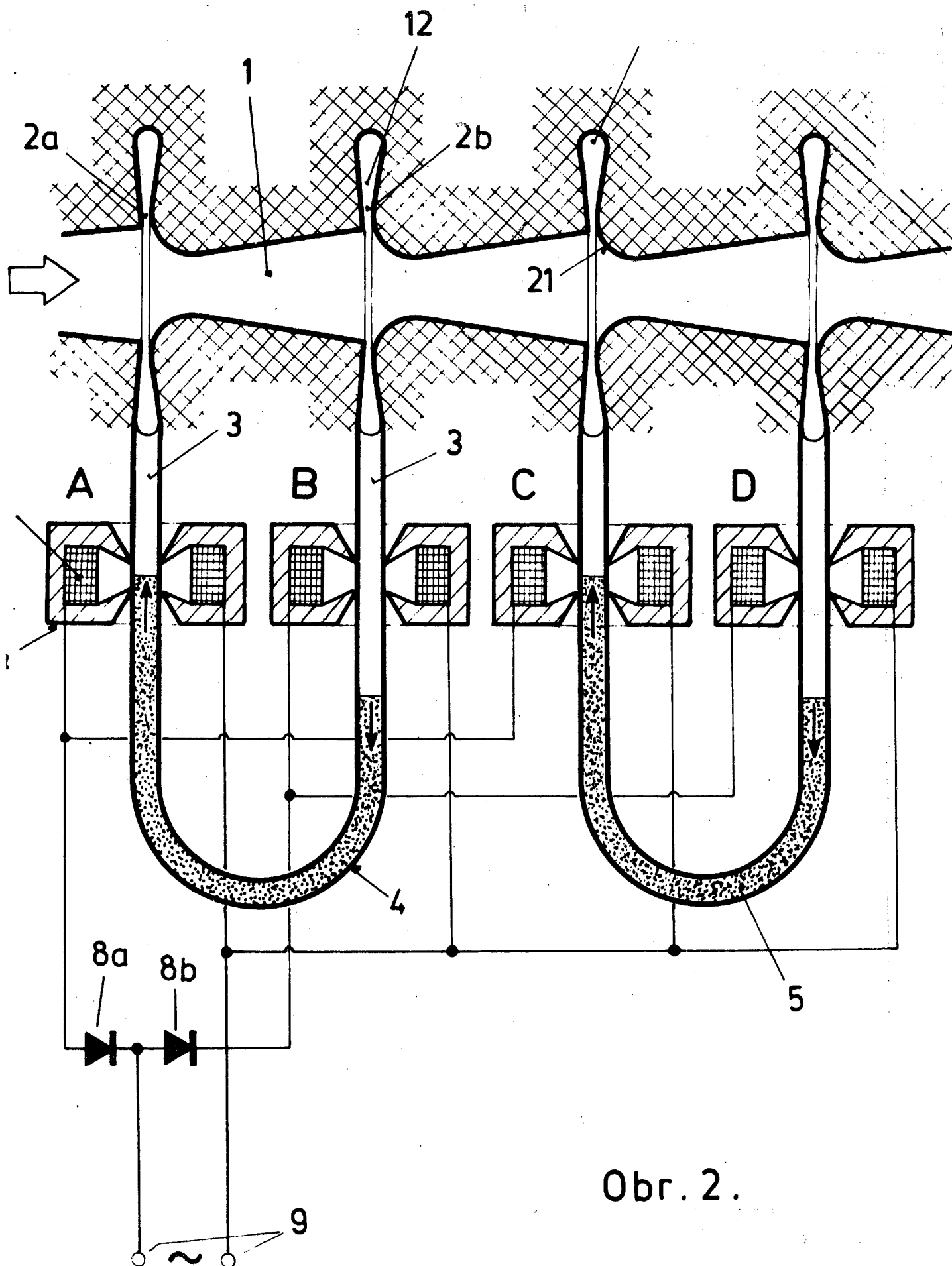
Čerpadla nebo dmyhadla podle tohoto
vynálezu jsou určena především pro takové
aplikace, kde je primárním požadavkem spo-
lehlivost a životnost. Jako typický příklad je
možné uvést přečerpávání nebezpečných te-
kutin, například toxických nebo radioaktiv-
ních, například u různých oběhů v jaderné
energetice, kde je obtížný přístup k čerpad-
lům a jejich údržba nebo opravy jsou proto
spojeny s komplikacemi a nesnáze.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Čerpadlo nebo dmyhadlo s dutinou pro průtok tekutiny, do níž je vyústěn alespoň jeden vývod napojený na zdroj střídavého průtoku, vyznačující se tím, že zdroj střídavého průtoku obsahuje nejméně jednu vertikální trubici (3) spojenou s nádobou (4) naplněnou magnetickou kapalinou, která obsahuje pevné magnetické částice, v takovém množství, že magnetická kapalina (5) zasahuje až do vertikální trubice (3), kde je její klidová hladina a vně vertikální trubice (3) je pak proti této poloze klidové hladiny umístěn elektromagnet (6) napojený na zdroj časově proměnného elektrického proudu.
2. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že alespoň po jedné straně ústí vývodu (2) je umístěna vodící stěna (21), jejíž část bližší vývodu (2) je skloněna ve směru výtoku z vývodu (2) nebo se od směru vývodu (2) neodchyluje o více než 45° , zatímco část vodící stěny (21) od vývodu (2) ve směru výtoku více vzdálená je skloněna do směru průtoku tekutiny dutinou (1).
3. Čerpadlo podle bodu 1 vyznačující se tím, že mezi vývodem (2) a vertikální trubicí (3) je spojovací dutina (13) vyplněná plynem.
4. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že jádro (7) elektromagnetu (6) má tvar prstence nebo rámečku přerušeného mezerou, v níž je umístěna vertikální trubice (3) nebo alespoň její část.
5. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že vinutí elektromagnetu (6) je tvořeno cívkou, která obklopuje vertikální trubici (3) nebo alespoň její část.
6. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 3 vyznačující se tím, že část spojovací dutiny (13) u vývodu (2) má tvar difuzoru (12).
7. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že nádoba (4) je spojena se dvěma druhy vertikálních trubí (3), a to jednak s primárními vertikálními trubicemi (3a) spojených s vývodem (2), jednak se sekundárními vertikálními trubicemi (3b), které jsou naopak vyústěny do společného prostoru odděleného od dutiny (1).
8. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 7, vyznačující se tím, že elektromagnet (6) je vždy umístěn pouze u primární vertikální trubice (3a).
9. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 7, vyznačující se tím, že elektromagnet (6) je vždy umístěn u sekundární vertikální trubice (3b).
10. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se větším počtem vývodů (2) umístěných za sebou v dutině (1) ve směru průtoku tekutiny, přičemž vždy dva vývody (2) vedle sebe ležící jsou spojeny, každým prostřednictvím své vertikální trubice (3) s jedinou nádobou.
11. Čerpadlo nebo dmyhadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že vinutí elektromagnetu (6) je k přívodním svorkám (9) pro přívod časově proměnného elektrického proudu připojeno přes diodu (8).



Obr. 1.



Obr. 2.