

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2016-559

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F02G 1/043

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **13.09.2016**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **21.03.2018**

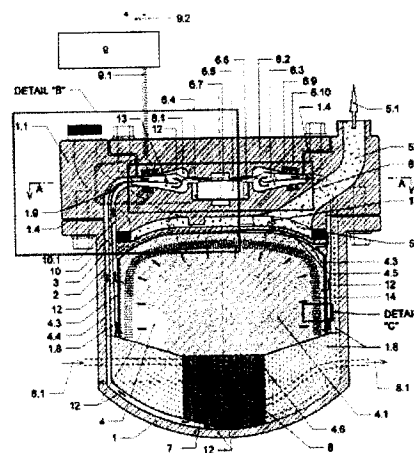
(Věstník č. 12/2018)

- (71) Přihlašovatel:
Jiří Mlček, Zlín - Štípa, CZ
- (72) Původce:
Jiří Mlček, Zlín - Štípa, CZ
- (74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Koliště 13a, 602 00 Brno

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Tepelný motor s dynamicky říditelným
hydraulickým výstupem**

- (57) Anotace:
Tepelný motor s dynamicky říditelným hydraulickým výstupem je poháněn vysokotlakým čerpadlem a plynovou turbínou. Obsahuje tlakovou nádobu (1), víko (1.1), pohyblivou přepážku (2), plynový pracovní prostor (4), kapalinový pracovní prostor (5) a rekuperátor (7). Mezi tlakovou nádobou (1) a víkem (1.1) má uspořádáno těsnění (1.4). Ve vnitřním prostoru tlakové nádoby (1) je suvně uspořádána přepážka (2) upevněná ke skládané membráně (3), jež je upevněna k víku (1.1). Přepážka (2) rozděluje vnitřní prostor tlakové nádoby (1) na plynový pracovní prostor (4) a kapalinový pracovní prostor (5). Plynový pracovní prostor (4) zaujímá jeho větší část, přičemž tento plynový pracovní prostor (4) obklopuje skládaná propustná membrána (4.4). Uvnitř tlakové nádoby jsou uspořádány tvarové díly (1.8), které vymezují vnější plynový kanál (10), jenž je veden mezi pláštěm tlakové nádoby (1) a tvarovými díly (1.8), zatímco obvodový plynový kanál (4.3) je situován mezi tvarovými díly (1.8) a skládanou membránou (3) a dále mezi první propustnou membránou (4.5) a přepážkou (2). Plynový pracovní prostor (4) je vyplněn mikrostrukturou (4.1) z pevného materiálu o porozitě vyšší než 99 % svého objemu a je obklopen druhou propustnou membránou (4.6), na níž navazuje rekuperátor (7),

v jehož prostoru je uspořádán ohřívací výměník (8), který je připojen na vstup-výstup (8.1) teplosměnného média. Rekuperátor (7) dále obklopují tvarové díly (1.8), a je od plynového pracovního prostoru (4) oddělen druhou propustnou membránou (4.6). Do prostoru rekuperátoru (7) je na opačném konci jeho napojení na plynový pracovní prostor (4) zaústěn vnější plynový kanál (10), jenž je napojen na komoru (6.1) pneumatického aktuátoru (6), do níž dále ústí vnitřní plynový kanál (10.1), jenž je napojen na obvodový kanál (4.3).



TEPELNÝ MOTOR S DYNAMICKY ŘÍDITELNÝM HYDRAULICKÝM VÝSTUPEM

Oblast techniky

Vynález se týká tepelného motoru s dynamicky říditelným hydraulickým výstupem, poháněný vysokotlakým čerpadlem a plynovou turbínou určenou pro pracovní činnosti, kde je nutné přímočaré působení velkých sil.

Dosavadní stav techniky

Tepelné motory využívají kruhového děje, kde se přetváří energie dodané látky na kinetickou energii. Momentová charakteristika výstupu energie tepelného motoru nemusí být vždy vhodná pro jeho přímé použití, proto ji upravujeme podle potřeb v praxi. K tomuto účelu nám slouží takzvaný mezičlánek pro přenos výkonu. Pro pohon strojů a pracovní činnosti, kde je nutné přímočaré působení velkých sil se v současnosti běžně používají hydraulické systémy pro přenos výkonu.

Vysokotlaké čerpadla v současné technické praxi používají jako zdroj pohonu nejčastěji běžné točivé stroje jako je elektromotor. Při větších výkonech a speciálních aplikacích nebo bez dostupného zdroje elektrické energie se jako pohon nabízí spalovací motor nebo turbína.

Jeden způsob řešení tepelného motoru, jako zdroje energie pro vysokotlaké čerpadlo, je popsán v patentu č. WO02070887 s názvem HEAT ENGINE WITH HYDRAULIC OUTPUT. Hydraulický systém podle tohoto vynálezu je uspořádán a konstruován tak, aby opakující se tlakové rázy vyvolávané pístem sloužily k čerpání hydraulické tekutiny a k proměně mechanické energie toku hydraulické kapaliny na lineární, nebo rotační pohyb. Tepelná energie pro funkci tohoto motoru je získávána z horkých spalin. V základním provedení slouží pro přenos tepla z horkých spalin do pracovního plynu plášť tepelného motoru. V plášti motoru jsou ze strany horkých spalin i ze strany pracovního plynu uvnitř motoru uspořádány lamelové žebra pro přenos tepla z horkých spalin do pracovního plynu. Pracovní plyn je uvnitř tepelného motoru hermeticky uzavřen v pracovní komoře pružně oddělené od hlavní čerpadlové komory obsahující hydraulickou kapalinu. Pracovní komora je rozdělena přeháněčem na dvě části, horní a spodní. Přeháněč je propojen s hřídelem připojeným na elektromotor ponořený do hydraulické kapaliny v hlavní čerpadlové komoře.

Přeháněč rozděluje pracovní komoru na dvě části, horní a spodní. Vlivem cyklického pohybu přeháněče nahoru a dolů se střídavě mění objem horní a spodní části pracovní komory ideálně tak, že v určité fázi je objem jedné z částí pracovní komory minimální a druhé maximální. Pracovní plyn vstupující a vystupující z horní části pracovní komory uspořádané nad přeháněčem je veden okolo pláště tepelného motoru. Zde horké spaliny předávají tepelnou energii pracovnímu plynu. Ve fázi maximálního objemu pracovního plynu v horní části pracovní komory je objem a tlak v celé pracovní komoře maximální. Expanze pracovního plynu vyvíjí v hlavní čerpadlové komoře tlak na hydraulickou kapalinu, která je následně vytlačována potrubím směrem ven z hlavní čerpadlové komory. Hydraulická kapalina proudí z čerpadlové komory přes potrubí, zpětný ventil, výměník tepla do prvního zásobníku. Z prvního zásobníku do výstupní pracovní jednotky a přes potrubí do druhého zásobníku, odkud přes další zpětný ventil a chladicí část proudí zpátky do hlavní komory čerpadla. Akumulátor udržuje tlak v systému vyšší než je tlak v motoru, aby při pohybu přeháněče směrem nahoru pokles tlaku v čerpadlové komoře nezastavil proudění hydraulické kapaliny přes zpětný ventil. Velikost nádrží a průměr potrubí v celém hydraulickém systému musí být dostatečně velká, aby umožnila potřebný průtok hydraulické kapaliny pro odvádění energie z motoru do výstupní pracovní jednotky. V provedení s hydraulickým čerpadlem využívajícím periodické tlakové rázy hydraulické kapaliny jako zdroj energie je hydraulická kapalina čerpána na přítoku tangenciálně a na odtoku buď tangenciálně, nebo axiálně. V tomto provedení s čerpadlem, vstupuje hydraulická kapalina do čerpadla tangenciálním vstupem a proudí spirálovou dráhou k dolní části čerpadla, kde je výstup z čerpadla. Zpětný ventil, může být použitý při vstupu nebo výstupu kapaliny z čerpadla, pro udržení jednosměrného průtok v čerpadle. V provedení tepelného motoru s hydraulickým čerpadlem s axiálním výstupem vstupuje hydraulická kapalina do čerpadla přes spodní část čerpadla, kde dále proudí do trojrozměrného kolena, který zajišťuje průtok přes spirálovou dráhu do tangenciálního výstupu. Toto řešení má konstrukční omezení v závislosti mezi tlakem a rychlostí proudění kapaliny v motoru. Dynamické řízení výstupu u těchto řešení není možné.

Stirlingův motor, použitelný jako tepelné čerpadlo, je popsán v přihlášce WO8200319. V tomto provedení má pracovní nádobu naplněnou pracovním plynem - heliem, která je ohřívána na spodním konci a ochlazována na horním konci. Nádoba obsahuje přeháněč, který je pružně připojen k pracovní nádobě. Přeháněč přemísťuje pracovní plyn z jedné strany na druhou, uvnitř pracovní nádoby, pro střídavé ohřívání a chlazení pracovního plynu. Nádoba je uzavřena pružnou membránou, která se ohýbá při tlakových vlnách generovaných v nádobě. Když se membrána ohýbá, vytlačuje

hydraulickou kapalinu v hydraulické komoře a pohání servomotor pro řízení lineárního alternátoru a plynového kompresoru.

V patentu č. CN103883425 B je popsán hydraulický převod Stirlingova motoru s tepelným zásobníkem jako zdrojem tepla. Motor obsahuje tepelný zásobník ve vnějším plášti, topný prvek, systém pro výměnu tepla, přívod vzduchu, těleso pro akumulaci tepla, těleso hydraulického převodu Stirlingova motoru, hydraulické potrubí, zásobník kapaliny hydraulického systému, hydraulický motor a potrubí pro horký vzduch. Těleso hydraulického převodu Stirlingova motoru je dvoj krokového typu.

Americká přihláška vynálezu č. US2002073703 A popisuje systém bez pístového motoru, zejména pro motorová vozidla. Systém zahrnuje alespoň jedno hydraulické čerpadlo, z nichž každé je opatřeno prvním a druhým kanálem pro kapalinu. Bez pístový motor s vnitřním spalováním zahrnuje spalovací válec a hydraulický válec. Nízkotlaký akumulátor je prostřednictvím kapaliny spojen s hydraulickým válcem. První řídicí ventil propojuje nízkotlaký akumulátor s hydraulickým válcem. Alespoň jeden vysokotlaký akumulátor je prostřednictvím kapaliny spojený s hydraulickým válcem, přičemž toto spojení je opatřeno alespoň jedním druhým ovládacím ventilem. Třetí řídicí ventil propojuje hydraulický válec s prvním kanálem pro kapalinu každého čerpadla. Čtvrtý řídicí ventil spojuje hydraulický válec s druhým kanálem pro kapalinu každého čerpadla. První pracovní tlaková nádoba je zapojena mezi každé čerpadlo a třetí regulační ventil nebo čtvrtý regulační ventil.

WO8400399 A popisuje tepelný motor, který má pohyblivý přeháněč mezi horkým koncem a studeným konci pracovní komory ve které je umístěn pracovní píst, poháněný pracovní tekutinou. Pracovní pístové čerpadlo hydraulické kapaliny a hydraulický řídicí ventil je spojen hydraulickým výstupním potrubím tak, že průtok hydraulické kapaliny může být tímto ventilem regulován. Pracovní píst je možné ovládat pomocí řídicí jednotky nezávisle na pohybu přeháněče.

Mezinárodní přihláška vynálezu WO 0004287 A popisuje generátor pohybu, který má skříň a komoru obsahující nestlačitelnou kapalinu. Otvor ve skříni je uzavřen pohyblivým prvkem. V komoře tvoří protilehlé, konvexní, ohebné stěny vnitřní modulační komoru, která obsahuje stlačitelný plyn. Opačné konce stěn se můžou pohybovat směrem k sobě a od sebe pomocí převáděče pohybu, např. keramické piezoelektrické členy, pro tlakování a odtlakování komory, čímž dochází k posunutí pohyblivého prvku a generování výstupního pohybu.

V přihlášce vynálezu č. WO 2006044387 A je popsáno čerpadlo pro čerpání kapaliny z prvního zdroje o nízkém tlaku do druhého zdroje kapaliny o vysokém tlaku, přičemž

obsahuje komoru. Dělicí člen je pohyblivě umístěn v komoře a odděluje komoru na první a druhý dílčí komory o různých objemech; První dílčí komora má otvor regulovatelně propojený buď s druhým zdrojem tekutiny nebo třetím zdrojem tekutiny. Druhá dílčí komora má vstupní a výstupní otvory regulovatelně propojené s prvním a druhým zdrojem tekutiny. Čerpadlo dále zahrnuje chladičí zařízení pro chlazení tekutiny v první dílčí komoře.

Hydraulický přenos výkonu obecně spočívá ve změně mechanické práce motoru na potenciální nebo kinetickou energii kapaliny. Tyto hydraulické systémy jsou tvořeny třemi základními částmi, vysokotlakým čerpadlem, systémem pro řízení hydraulického toku kapaliny a hydraulickým pohonem, nebo motorem. V takto řešeném hydraulickém systému mohou při řízení toku hydraulické kapaliny vlivem její setrvačnosti a praktické nestlačitelnosti vznikat tlakové rázy. Odstranění těchto jevů vyžaduje technicky náročné a drahé řešení. Tlakovými ztrátami vedením potrubím, řízením toku hydraulické kapaliny a tlakovými rázy se snižuje účinnost a životnost celého systému.

Tepelné motory s vnějším zdrojem tepelné energie se již dříve v technické praxi objevovaly. S technickým zdokonalováním spalovacích motorů, výhody tepelných motorů s vnějším zdrojem tepla nepřevážily nad konstrukčními obtížemi s jejich dosavadním řešením. Problémy v technické praxi způsobuje zejména mechanický výstup výkonu ze zařízení s trvalým vnitřním přetlakem a nutnost mechanicky velmi zatížených vnitřních pohyblivých součástí. Nedostatečné zajištění provozní spolehlivosti, hermetičnosti a snadného servisu, brání využívání tohoto typu motorů v technické praxi.

Vynález si klade za cíl navrhnout zařízení s dynamicky říditelným převodem tepelné energie na hydraulický výstup kapaliny o vysokém tlaku. Takovým zařízením je tepelný motor s hydraulickým výstupem, s jednou kapalinovou komorou a jednou pracovní komorou naplněnou plynem, přičemž pohyb plynu v pracovní komoře je možné regulovat za pomoci pneumatického aktuátoru.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny tepelným motorem s dynamicky říditelným výstupem, poháněný vysokotlakým čerpadlem a plynovou turbínou obsahující tlakovou nádobu, víko, pohyblivou přepážku, plynový pracovní prostor, kapalinový pracovní prostor a rekuperátor, jehož podstata spočívá v tom, že zahrnuje tlakovou nádobu s víkem, mezi nimiž je uspořádáno těsnění, kde ve vnitřním prostoru tlakové nádoby je suvně uspořádána přepážka, upevněná k membráně, jež je dále upevněna k víku, přičemž přepážka rozděluje vnitřní prostor tlakové nádoby na plynový pracovní prostor a kapalinový pracovní prostor, kde plynový pracovní prostor zaujímá jeho větší část,

přičemž tento plynový prostor obklopuje v místě přepážky první propustná membrána, po obvodu skládaná propustná membrána, a v místě napojení rekuperátoru druhá propustná membrána a dále jsou uvnitř tlakové nádoby uspořádány tvarové díly, které vymezují vnější plynový kanál, jenž je veden mezi pláštěm tlakové nádoby a tvarovými díly, zatímco obvodové plynové kanály jsou situovány mezi tvarovými díly, a skládanou propustnou membránou a dále mezi přepážkou a první propustnou membránou, přičemž plynový pracovní prostor je vyplněný mikrostrukturou s velkou porozitou, vyztuženou sítí. Takto vyplněný plynový pracovní prostor je napojen přes druhou propustnou membránu, na rekuperátor, v jehož prostoru je uspořádán výměník, který je připojen na zdroj tepelné energie, přičemž rekuperátor dále obklopují tvarové díly, do rekuperátoru je na opačné straně od zaústění do plynového pracovního prostoru zaústěn vnější plynový kanál, jenž je napojen na komoru pneumatického aktuátoru, do níž dále ústí vnitřní plynový kanál, jenž je napojen na obvodové plynové kanály a dále na skládanou propustnou membránu a propustnou membránu obklopující plynový pracovní prostor.

Jedná se o řešení plynového tepelného motoru, kde pracovní plyn je hermeticky uzavřen v plynové pracovní komoře tlakové nádoby. Jeho tepelné/objemové/tlakové změny konají práci.

Podstata řešení podle tohoto vynálezu spočívá v nahrazení mechanického přeháněče pneumatickým aktuátorem a proto není potřebné oddělení horké a chladné části pracovního prostoru. Původně přeháněčem rozdělený pracovní prostor na horkou a chladnou část, tvoří v novém řešení jednu plynovou pracovní komoru. Tento pracovní prostor je vyplněn mikrostrukturou s vysokou porozitou a tím s minimální objemovou vahou. Mikrostruktura musí odolávat mírnému tlaku plynu proudícího skrz takto vyplněný prostor. Pro udržení této mikrostruktury ve větším měřítku je tato po vrstvách proložena sítí spletenými z výztužných vláken v rovině kolmé na směr objemových změn plynového pracovního prostoru. Vzájemné vzdálenosti sítí a vláken sítí budou závislé na požadované dynamice proudění pracovního plynu uvnitř pracovního prostoru. Tyto vzdálenosti se pohybují řádově v 100 až 10 000 násobku střední vzdálenosti prvků mikro-struktury.

Tato mikrostruktura významně snižuje možnosti konvektivního a radičního šíření tepla uvnitř plynového pracovního prostoru. V místech vstupu a výstupu plynu do plynového pracovního prostoru jsou umístěny membrány se ztíženým prostupem pro plyn. Tyto membrány zajišťují rovnoměrné proudění pracovního plynu dovnitř plynového pracovního prostoru a minimalizují spolu s mikrostrukturou uvnitř plynového pracovního prostoru turbulentní míchání chladného a horkého plynu. Mikrostruktura může mít různou objemovou hustotu v různých místech plynového pracovního prostoru. Takto lze místně určovat odpor

pro prostup pracovního plynu touto mikrostrukturou, a určovat směr šíření pracovního plynu v plynovém pracovním prostoru tak, aby se plně využilo maxima jeho objemu pro změny fyzikálních parametrů pracovního plynu. Plynový pracovní prostor je plněn a prázdněn z jedné strany nebo středu plynem o vyšší teplotě a z druhé strany nebo z obvodu je plněn a prázdněn plynem o nižší teplotě. Pohyb plynu uvnitř mikro-struktury tím, že bude vylučovat turbulentní proudění ve větším měřítku, bude zároveň vytvářet na rozhraní mezi pracovním plynem s vyšší teplotou a pracovním plynem s nižší teplotou dynamicky se pohybující zónu s vysokým teplotním gradientem. Tato zóna se bude pohybovat a měnit vlivem změny proudění pracovního plynu řízené pneumatickým aktuátorem. Zregulování proudění v plynovém pracovním prostoru bude mít za cíl co nejméně vystavovat teplotním změnám části plynového pracovního prostoru s vyšší hmotou a tím i tepelnou kapacitou, ideálně pouze mikrostrukturu a vlákna sít. Výhodné je, že absencí hmotného přeháněče v plynovém pracovním prostoru je možná libovolná rychlá změna průměrné teploty a tím i tlaku/objemu pracovního plynu v plynovém pracovním prostoru. Tlakovým provázáním plynového pracovního prostoru s kapalinovým pracovním prostorem se tato změna tlaku/objemu okamžitě projeví v kapalinovém pracovním prostoru. Tato změna průměrné teploty je umožněna plněním a současně prázdněním plynového pracovního prostoru přes chladicí a ohřívací tepelné výměníky a rekuperátor. Dynamika změny je dána rychlostí tohoto proudění, která je dána tlakovým rozdílem vytvářeným pneumatickým aktuátorem. Tento tlakový rozdíl vytvářený pneumatickým aktuátorem je dán nejen jeho otáčkami, ale hlavně nastavením oběžného kola v komoře pneumatického aktuátoru, proti dvojici obousměrných plynových kanálů. Zvyšování nebo snižování průměrné teploty a tím i tlaku a objemu v plynovém pracovním prostoru a tím i tlaku v celém motoru je dáno směrem vnitřního proudění pracovního plynu. Pohyb pracovního plynu v plynovém pracovním prostoru bude možné precizně řídit pomocí pneumatického aktuátoru, je nutné zajistit, aby účinky proudu plynu uvnitř plynového pracovního prostoru nikdy nepřekonalý mez, kdy dojde k nevratnému stlačení nebo zborcení mikrostruktury, případně mechanickému poškození ostatních dílů. Dále je nutné zajistit, aby teplota pracovního plynu uvnitř pracovního prostoru nepřekročila mez teplotní odolnosti mikrostruktury a ostatních dílů zařízení.

Hlavní nedostatky stávajícího stavu techniky jsou řešeny principem sjednocení pohonné a řídicí části hydraulického systému. Takto koncipovaným řešením se výrazně omezí možnost vzniku tlakových rázů v pohonném a řídicím hydraulickém systému. Motor je výrazně konstrukčně jednodušší a neobsahuje v části s trvalým vysokým tlakem výrazně mechanicky zatížené části. V případě použití magnetického ložiska u pneumatického aktuátoru nedochází uvnitř tepelného motoru k žádnému vzájemnému kontaktu pohyblivých

částí, což má zásadní vliv na jeho spolehlivost a životnost. V aplikacích hydrauliky s vysokou dynamikou změn tlaku umožní tento tepelný motor řešení s takovou dynamikou, které stávající systémy neumožňovaly. Další parametry jako poměr váha-výkon, se vlivem nižšího zatížení v tlakových rázech v hydraulickém systému a možnou absencí regulačních prvků výrazně vylepší. Vlivem potenciálně krátkého, ničím neomezovaného spojení s hydraulickým motorem/pohonem lze očekávat výrazné snížení tlakových ztrát v systému a tím i navýšení celkové účinnosti, zejména u hydraulických systémů s vysokou dynamikou změn tlaku. Protože zdrojem energie u tohoto řešení je tepelná energie, je možnost výběru zdroje energie daleko širší než u stávajících hydraulických systémů. Zároveň umožňuje využití i alternativních a obnovitelných zdrojů tepla a energie. Při cyklických změnách v optimálním režimu lze hydraulický výstup zařízení využít přímo jako čerpadlo. Zařízení bude s výhodou pracovat při vysokých tlacích, kdy lze zvýšením tlaku ve stejném pracovním prostoru dosáhnout vyšších výkonů.

Nevhodné zajištění provozní spolehlivosti, hermetičnosti a snadné servisovatelnosti, běžné u dosavadních konstrukčních řešení jsou v nově navrženém zařízení vyřešeny. Vysoká spolehlivost je daná tím že konstrukce zařízení umožňuje kompletní zapouzdření bez nutnosti těsnění v místě pohybu. Uvnitř tepelného motoru nejsou vysoce mechanicky zatížené díly a nemusí docházet ke kontaktu pohybujících se částí, proto není nutné mazání, což má zásadní vliv na životnost těchto částí a proto je možné provedení vysoce natlakované části zařízení v trvale hermetickém provedení bez nutnosti pravidelné údržby a výměny vnitřních dílů či kapalin.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude objasněn pomocí přiložených výkresů, kde obr. 1 znázorňuje příkladné provedení s vnitřním výměníkem ve fázi expanze, obr. 2 znázorňuje příkladné provedení s vnitřním výměníkem ve fázi komprese, obr. 3 znázorňuje detail rekuperátoru s elektrickým ohřívacem, obr. 4 znázorňuje příkladné provedení tepelného motoru s výměníkem v plášti ve fázi expanze, obr. 5 znázorňuje příkladné provedení tepelného motoru s výměníkem v plášti ve fázi komprese, obr. 6 je znázorňuje detail "B" provedení plynového aktuátoru, v provedení s valivým ložiskem, obr. 7 znázorňuje řez A-A pneumatickým aktuátorem, obr. 8 znázorňuje detail pneumatického aktuátoru v provedení s magnetickým ložiskem, obr. 9 znázorňuje oběžné kolo aktuátoru, obr. 10 znázorňuje detail "C" provedení výplně pracovního prostoru, obr. 11 znázorňuje příkladné provedení síta, obr. 12 znázorňuje detail

“D” provedení okraje síta upevněného do záhybů skládané propustné membrány.

Popis příkladného provedení

Vynález bude osvětlen v následujícím popisu na příkladném provedení tepelného motoru s dynamicky říditelným hydraulickým výstupem s odkazem na příslušné výkresy. V uvedených výkresech je vynález znázorněn na příkladě provedení tepelného motoru s vnitřním výměníkem tepla a tepelného motoru s ohřívacím výměníkem tepla v plášti tlakové nádoby.

Tepelný motor s vnitřním výměníkem tepla je znázorněn na obr. 1 a obr. 2. V tomto provedení tepelný motor sestává z tlakové nádoby 1 a víka 1.1, mezi nimiž je uspořádáno těsnění 1.4. Tlaková nádoba 1 má tvar válce a je z hlediska kompaktnosti objemu a zatížení vnitřním tlakem optimální, přičemž pro správnou funkci zařízení takový tvar nádoby není podmínkou. Tlaková nádoba 1 je dále rozdělena přepážkou 2 na dva pracovní prostory. A to plynový pracovní prostor 4 a kapalinový pracovní prostor 5, do něhož je zaústěn kapalinový kanál 5.2 ukončený hydraulickým vstupem/výstupem 5.1, sloužícím pro vyvedení mechanické práce z tepelného motoru. Plynový pracovní prostor 4 zaujímá větší část tlakové nádoby 1, jeho optimální tvar je kompaktní, podobný kouli s co nejmenším povrchem vzhledem k objemu, přičemž tento plynový pracovní prostor 4 obklopuje první propustná membrána 4.5 skládanou propustnou membránou 4.4 a druhou propustnou membránou 4.6. Dále jsou uvnitř tlakové nádoby 1 uspořádány tvarové díly 1.8, které vymezují vnější plynový kanál 10, jenž je veden mezi pláštěm tlakové nádoby 1 a tvarovými díly 1.8. Zatímco obvodové plynové kanály 4.3 jsou situovány mezi tvarovými díly 1.8 a první propustnou membránou 4.5, přepážkou 2, skládanou membránou 3 a skládanou propustnou membránou 4.4. Pro zajištění uspořádaného a definovatelného pohybu 12 pracovního plynu a minimalizaci teplotních změn pracovního plynu vlivem chaotického proudění, tepelného záření a vedení uvnitř plynového pracovního prostoru 4 je tento vyplněn mikrostrukturou 4.1. Tato mikrostruktura 4.1 je tvořena materiálem odolávajícím cyklickým teplotním změnám v teplotním rozsahu motoru a má v tomto rozsahu teplot i dostatečnou pružnost a pevnost. Mikrostruktura 4.1 se vyznačuje porozitou vyšší než 99 % vztaženo na svůj celkový objem, hustotou od 1×10^{-4} do $0,03 \text{ g cm}^{-3}$. Rovnoměrnost a způsob spojení prvků v mikrostruktuře 4.1 musí umožnit provádět objemové změny bez trvalé deformace a s vysokou životností. Vhodné materiály pro provedení mikrostruktury 4.1 jsou uhlíková, keramická a kovová mikro a nanovlákná, aerographit, grafitový aerogel nebo další materiály splňující výše uvedené podmínky materiálových vlastností.

Tato mikrostruktura 4.1 může být vyztužena sítí 4.2 uspořádanými v odstupu vůči

sobě, přičemž síta 4.2 jsou orientována kolmo na směr rozměrových změn plynového pracovního prostoru 4 v průběhu pracovních fází. Tyto síta 4.2 jsou tvořena vzájemně spletenými vlákny uvnitř prstence s průřezem tvaru “V” nebo “W” otočeném o 90^0 . Vlákna ve formě pletiva síta mohou být do prstenců připevněna letováním, lepením, zalisováním do okraje jednoho prstence, nebo mezi dva prstence, nebo vložením mezi dva prstence před jejich svařením. Prstence a tím i z nich skládaná propustná membrána 4.4 jsou z tenkého plechu s vysokou pružností a odolností proti únavě, ideálním materiálem je legovaná ocel nebo slitina titanu. Prstence jsou po obvodu opatřeny otvory 4.7, které zajišťují u skládané propustné membrány 4.4 sestavené z těchto prstenců její propustnost pro pracovní plyn viz. obr. 10 a obr. 12. Prostory mezi síty 4.2 jsou vyplněny mikrostrukturou 4.1. Účelem sít 4.2 je zachování rovnoměrné mikrostruktury 4.1 jak při změnách objemu plynového pracovního prostoru 4, tak při vnitřním pohybu 12 pracovního plynu. Uspořádání sít 4.2 a mikrostruktury 4.1 uvnitř plynového pracovního prostoru 4 je znázorněno na obr. 10, obr. 11. Na obr. 12 je znázorněn detail “D” provedení okraje skládané propustné membrány 4.4. Pro vysokoteplotní aplikace by vlákna sít 4.2 mohla být vytvořena z uhlíku, keramiky nebo kovu.

Konstrukce jak plynového pracovního prostoru 4, tak kapalinového pracovního prostoru 5 musí umožňovat pohyb přepážky 2, která je odděluje. Konstrukce přepážky 2 a skládané membrány 3 je koncipována tak, aby odolala tlaku v plynovém pracovním prostoru 4 i po vypuštění média z kapalinového pracovního prostoru 5. Skládaná membrána 3 tvoří současně teplosměnnou plochu mezi pracovním plynem proudícím ve vnitřním plynovém kanále 10.1 a hydraulickou kapalinou uvnitř kapalinového pracovního prostoru 5 a tím tvoří druhý tepelný výměník. V této části obvodového plynového kanálu 4.3 bude pracovní plyn veden tak aby se maximalizovala tepelná výměna mezi pracovním plynem a skládanou membránou 3. Proudění pracovního plynu v jedné fázi (v druhé obráceně) bude vedeno z komory pneumatického aktuátoru 6 do vnitřního plynového kanálu 10.1, dále v této části obvodového plynového kanálu 4.3, poté k propustné membráně 4.5 a skládané propustné membráně 4.4 do plynového pracovního prostoru 4 a rekuperátoru 7, v němž je uspořádán tepelný výměník 8, který je připojen na vstup/výstup 8.1 teplotního média, dále je veden pracovní plyn vnějším plynovým kanálem 10 do komory 6.1, která je součástí pneumatického aktuátoru 6. Konstrukčně je třeba zajistit co nejlepší poměr mezi objemem plynového pracovního prostoru 4 a objemem ostatních částí tepelného motoru, v nichž se pracovní plyn nachází.

Na obr. 3 je znázorněna varianta provedení rekuperátoru 7 s elektrickým topným tělesem 8.2. V tomto provedení je mezi rekuperátor 7 a plynový pracovní prostor přiřazeno elektrické topné těleso 8.2, které je elektricky připojeno pomocí elektrických vodičů 9.1 k

řídící jednotce 9, která je napojená na zdroj 9.2 elektrického napětí. K rekuperátoru 7 dále přiléhají tvarové díly 1.8 a tento je ze strany plynového pracovního prostoru 4 oddělen druhou propustnou membránou 4.6, přičemž druhý konec rekuperátoru 7 je napojen na vnější plynový kanál 10.

Funkce tepelného motoru v tomto provedení je následující. Pohyb pracovního plynu uvnitř plynového pracovního prostoru 4 probíhá od středu plynového pracovního prostoru 4 k vnitřnímu plášti tlakové nádoby 1 a obráceně. Vyplnění plynového pracovního prostoru 4 slouží pro zajištění rovnoměrného proudění pracovního plynu uvnitř pracovního prostoru a současně vlivem střídání směru proudění pracovního plynu i vytvoření oblasti 14 s vysokým teplotním gradientem pohybujícím se v průběhu pracovních fází téměř v celém objemu plynového pracovního prostoru 4. Směr a rychlost proudění pracovního plynu se mění ve všech částech tepelného motoru. Při požadavku na zvýšení tlaku a kompresi v kapalinovém pracovním prostoru 5 proudí pracovní plyn od pneumatického aktuátoru 6 vnějším plynovým kanálem 10 přes rekuperátor 7 a tepelný výměník 8 vnitřním objemem plynového pracovního prostoru 4, do obvodových plynových kanálů 4.3. Tímto se průměrná teplota pracovního plynu uvnitř zařízení zvyšuje a v plynovém pracovním prostoru 4 dochází ke zvyšování tlaku a k expanzi, a zároveň v kapalinovém pracovním prostoru ke kompresi. Při požadavku na snížení tlaku a expanzi v kapalinovém pracovním prostoru je pracovní plyn veden od pneumatického aktuátoru 6 vnitřním plynovým kanálem 10.1 do obvodových plynových kanálů 4.3 uspořádaných při stěnách plynového pracovního prostoru 4, dále vnitřním objemem plynového pracovního prostoru 4 a po té přes tepelný výměník 8 a rekuperátor 7. Tímto se průměrná teplota pracovního plynu uvnitř zařízení snižuje a v plynovém pracovním prostoru 4 dochází ke snížení tlaku a kompresi, a zároveň v kapalinovém pracovním prostoru k expanzi. Na expanzi a kompresi plynového pracovního prostoru 4 reaguje při prakticky stejném tlaku kapalinový pracovní prostor 5, při expanzi plynového pracovního prostoru 4 se stejným poměrem kapalinový pracovní prostor 5 zmenšuje a při kompresi plynového pracovního prostoru 4 se kapalinový pracovní prostor 5 stejným poměrem zvětšuje. Změnou tlaku a objemu v kapalinovém pracovním prostoru 5 koná motor práci. Součet objemů obou pracovních prostorů 4 a 5 je ve všech pracovních fázích vždy prakticky stejný. Motor v různých pracovních fázích je znázorněný na obr. 1 a obr. 2. V případě že bude motor pracovat na vstupu/výstupu teplotnosného média 8.1 s teplotami nižšími než v kapalinovém pracovním prostoru, a teplotnosné médium bude teplo z motoru odebírat, budou vzhledem k směru vnitřního proudění pracovního plynu fáze expanze a komprese obráceny.

Tlaková nádoba 1 v řešení s vnitřním tepelným výměníkem musí odolávat pouze v

technické praxi běžným teplotám v místě výstupu pracovního plynu z rekuperátoru 7 do vnějšího plynového kanálu 10.

Další varianta tepelného motoru s výměníkem tepla při plášti tlakové nádoby 1 je znázorněna na obr. 4 obr. 5. Toto provedení tepelného motoru je odlišné oproti řešení znázorněnému na obr. 1 a obr. 2. Řešení se liší konstrukcí tlakové nádoby 1, která zde musí odolávat vysokým teplotám. Tlaková nádoba 1 sestává s následujícími částmi. Středního dílu 1.2, který je uspořádán mezi víkem 1.1 a prstencem 1.5. K střednímu dílu 1.2 přiléhá dno 1.3, jež je uloženo na prstenci 1.5, přičemž tento je s víkem 1.1 spojen prostřednictvím svorníků 1.7, které procházejí roznášecí deskou 1.6. Dále je mezi víkem 1.1 a středním dílem 1.2 a také dnem 1.3 tlakové nádoby 1 uspořádáno těsnění 1.4.

Z hlediska účinnosti tepelného motoru je nutné, aby výše uvedené díly tlakové nádoby 1 byly vytvořeny z materiálu s co nejvyšší tepelnou odolností a současně mechanickou pevností, který je schopen vydržet měnící se vnitřní přetlak. Běžné materiály, které snášejí vysoké teploty, mají pevné krystalické atomové vazby, avšak obtížně snášejí cyklické působení stavu napětí a relaxace. Toto zatížení může v místech přirozených vad způsobovat jejich zvětšování a tím i postupné snižování pevnosti takového materiálu. Tyto zatížení vznikají i při nerovnoměrném ohřívání dílů. Optimální konstrukce dílu zatíženého vysokými teplotami, zajistí, aby byl v trvalém tlakovém napětí a nevznikaly v něm relaxační stavy s vnitřními tahovými napětími. Toho zde dosáhnout pouze vnesením dodatečného tlaku do dílu jeho předpětím. Toto předpětí by mělo být vneseno do těchto dílů tlakové nádoby 1 a to do středního dílu 1.2, do prstence 1.5 a do dna 1.3. Ideálním materiálem pro předpětí je uhlíkové vlákno, které dokáže přenést vysoké tahové napětí i při vysokých teplotách. V navrhovaném provedení jsou díly tlakové nádoby 1, jako jsou dno 1.3 tlakové nádoby a střední díl 1.2 tlakové nádoby 2 řešeny jako kompozit krystalického materiálu s vysokou pevností v tlaku při vysokých teplotách a předpjatých uhlíkových vláken jako materiálu s vysokou pevností v tahu při vysokých teplotách. Na materiál dna 1.3 tlakové nádoby 1 je navíc kladen také požadavek co nejvyšší tepelné vodivosti, případně energetické prostupnosti, zejména pro elektromagnetické záření a to vzhledem k funkci jeho vnitřního líce jako tepelného výměníku. Ideálním materiálem pro dno 1.3 tlakové nádoby je z hlediska tepelné vodivosti například krystalický karbid křemíku (SiC), případně jeho modifikace. Z hlediska energetické prostupnosti je ideálním materiálem pro dno tlakové nádoby safírové sklo (Al₂O₃).

Plášť tlakové nádoby 1 navazující na vnější plynový kanál 10 může ve variantě dle obr. 1 a obr. 2 i ve variantě dle obr. 4 a obr. 5 sloužit zároveň jako výměník i rekuperátor tepla a tím doplňovat funkci skládané membrány 3 jako tepelného výměníku.

Jak je patrné z přiložených výkresů, jsou jednotlivé spojované součásti tepelného motoru utěsněny těsněním 1.4. Víko 1.1 tlakové nádoby 1 je opatřeno přístupem k pneumatickému aktuátoru 6 v podobě servisního víka 6.2. V případě bezúdržbového provedení pneumatického aktuátoru 6 s magnetickými ložisky 6.8 je možné provedení spojů na servisním víku 6.2 i trvalým spojem při výrobě s vyšší těsností.

Pro zajištění co nejnižších hydraulických ztrát a rychlé reakce motoru jsou vhodné velké průřezy kapalinových kanálů 5.2. Kapalina v kapalinovém pracovním prostoru 5 slouží zároveň jako chladicí médium. S rostoucím výkonem roste výměna kapaliny v kapalinovém pracovním prostoru 5 a tím i odvod tepla z tepelného motoru. V konstrukci napojení kapalinových kanálů 5.2 do kapalinového pracovního prostoru 5 je vhodné zajistit podporu jednosměrného cirkulačního vnitřního proudění kapaliny uvnitř kapalinového pracovního prostoru 5, tak aby byla maximálně podporována výměna kapaliny a přenos tepla na nebo ze skládané membrány 3 v kapalinovém pracovním prostoru 5.

Největší plochu pro chlazení pracovního plynu představuje skládaná membrána 3, kromě její plochy je výhodou i její malá tloušťka. U takto konstruovaného výměníku se zmenšuje objem pracovního plynu vázaného v jeho prostoru při dokončování fáze expanze, což pomáhá zvyšovat účinnost minimálním objemem pracovního plynu mimo plynový pracovní prostor. Skládaná membrána 3 může být doplněna o další teplosměnné plochy a prvky zajišťující výraznější proudění okolo celého jejího povrchu.

Zařízení může být modifikováno s ohledem na přesné zadání potřeb dynamiky výstupu, průměrného výkonu a špičkového výkonu. Vhodným dimenzováním jednotlivých částí systému lze výrazně posílit požadované charakteristiky hydraulického výstupu 5.1. Při požadavku na vysokou dynamiku a účinnost lze zařízení konstruovat s tepelnými výměníky s velkou teplosměnnou plochou, optimální kapacitou akumulace tepelné energie v rekuperátoru 7. Rekuperátor 7 a tepelné výměníky by měly mít co nejlepší poměr mezi tlakovou ztrátou a účinností. Větším výkonem pneumatického aktuátoru 6 a průřezy vnitřních a vnějších plynových kanálů 10.1 a 10, lze zajistit vyšší dynamiku motoru. Pro vysokou dynamiku je také vhodným pracovním plynem hélium.

Jak je patrné z obr. 1, obr. 2, obr. 4 a obr. 5 je víko 1.1 tlakové nádoby u obou popisovaných variant tepelného motoru řešeno shodně. Detaily provedení pneumatického aktuátoru 6 ve variantách s rozdílnými ložisky jsou patrné z obr. 6 a obr. 8. Při tomto uspořádání pneumatického aktuátoru 6 je ve víku 1.1 vytvořen prostor pro jejich uložení. Tento prostor je krytý servisním víkem 6.2. V mezeře mezi servisním víkem 6.2 a víkem 1.1 je uspořádáno těsnění 1.4. V tomto prostoru je uspořádán stator 6.6 a rotor 6.5 elektromotoru a oběžné kolo 6.3. Rotor 6.5 elektromotoru je uložen v magnetickém ložisku

6.8 a/nebo kuličkovém ložisku 6.7. Pneumatický aktuátor 6 tvoří komora 6.1 a oběžné kolo 6.3. Oběžné kolo 6.3 je prostřednictvím ploché pružiny 6.4 upevněno k hřídeli rotoru 6.5 elektromotoru. Příklad oběžného kola 6.3 je patrný z obr. 9. Oběžné kolo 6.3 v tomto provedení tvoří plochá pružina 6.4 upevněná na rotoru 6.5, která je spojena s lopatkami 6.11, a které jsou oboustranně kryty usměrňovači plynu 6.12.

Na obr. 7 je znázorněn řez A-A víkem 1.1 tlakové nádoby 1, v němž je uspořádán pneumatický aktuátor 6. Z řezu A-A je patrné, že ve víku 1.1 jsou vytvořeny kapalinové kanály 5.2, mezi kterými vedou vnitřní plynové kanály 10.1 a vnější plynové kanály 10 vzájemně oddělené přepážkou 1.9. Uvnitř prostoru víka 1.1 tlakové nádoby 1 je vytvořena komora 6.1 pneumatického aktuátoru 6, ve které je uspořádané oběžné kolo 6.3. V prostoru víka 1.1 jsou v místě nad lopatkami oběžného kola 6.3 umístěné elektromagnety 6.10, které vychylují oběžné kolo 6.3. Uprostřed víka 1.1 tlakové nádoby 1 je v jeho ose umístěn rotor 6.5 elektromotoru, který tvoří osu oběžného kola 6.3.

Pneumatický aktuátor 6 pohání a řídí pohyb pracovního plynu. Tento je poháněn rotorem 6.5 elektromotoru. Otáčky rotoru 6.5 elektromotoru určují rychlost pohybu pracovního plynu. Směr pohybu 12 pracovního plynu určuje nastavení oběžného kola 6.3 proti dvojici vnitřního plynového kanálu 10.1 a vnějšího plynového kanálu 10. Změna nastavení oběžného kola 6.3 je umožněna jeho pružným upevněním k rotoru 6.5 elektromotorů. Toto pružné uložení umožňuje vychýlení oběžného kola 6.3 ve směru rovnoběžném s osou otáčení. Toto vychýlení ideálně, ne však nutně umožňuje plochá pružina 6.4. Vychýlení oběžného kola 6.3 ve směrech osy rotace rotoru 6.5 lze docílit jednak pomocí elektromagnetů 6.10, ale může být prováděn i elektronicky řízenými magnetickými ložisky 6.8 při pevném spojení oběžného kola 6.3 s rotorem 6.5 elektromotoru. Polohový senzor 6.9 odměřuje aktuální polohu oběžného kola 6.3 a slouží elektronické řídicí jednotce 9 jako zpětná vazba pro řízení pohybu oběžného kola 6.3, přičemž elektronická jednotka 9 je s elektromagnety 6.10 i magnetickými ložisky 6.8 a statorem 6.6 elektromotoru spojena prostřednictvím elektrických vodičů 9.2. V příkladném provedení tepelného motoru s výměníkem v plášti dle obr. 4 a obr. 5 je pro řízení pohybu oběžného kola a tepelnou ochranu zařízení nutný teplotní senzor/senzory 9.3 umístěné nejlépe v obvodových plynových kanálech 4.3 na vstupu do plynového pracovního prostoru 4.

Průmyslová využitelnost

Zařízení má využití jako dynamicky říditelný zdroj hydraulického tlaku/objemu pro hydraulické aktuátory s tepelným zdrojem energie a bez potřeby hydraulických čerpadel a ventilů. Využití se nabízí všude tam, kde jsou dnes používány hydraulické pohony, a je

výhodné, aby pracovaly rychleji a efektivněji s využitím dostupnějšího tepelného zdroje.

V pravidelném cyklickém režimu střídání fází, při doplnění hydraulického výstupu dvěma jednosměrnými ventily může zařízení sloužit jako vysokotlaké čerpadlo. Zařízení může být využito pro získání mechanické práce v případě dostatku tepelné energie anebo nemožnosti použití běžného zdroje pohybové energie jako je elektromotor, spalovací motor apod. Velká možnosti nabízí se například přímý převod sluneční energie na mechanickou práci. V technické praxi se nabízí široce využitelné využití tohoto řešení jako zdroje energie v odsolování mořské vody metodou reverzní osmózy.

Seznam vztahových značek

- 1. tlaková nádoba
- 1.1 víko tlakové nádoby
- 1.2 střední díl tlakové nádoby
- 1.3 dno tlakové nádoby
- 1.4 těsnění
- 1.5 prstenec
- 1.6 roznášecí deska
- 1.7 předpjaté svorníky
- 1.8 tvarové díly
- 1.9 přepážka kanálů
- 2. přepážka
- 3. skládaná membrána
- 4. plynový pracovní prostor
- 4.1 mikrostruktura
- 4.2 síto
- 4.3 obvodové plynové kanály
- 4.4 skládaná prostupná membrána
- 4.5 první prostupná membrána
- 4.6 druhá prostupná membrána
- 4.7 otvor
- 5. kapalinový pracovní prostor
- 5.1 hydraulický vstup/výstup
- 5.2 kapalinový kanál
- 6. pneumatický aktuátor
- 6.1 komora
- 6.2 servisní víko
- 6.3 oběžné kolo
- 6.4 plochá pružina
- 6.5 rotor elektromotoru
- 6.6 stator elektromotoru
- 6.7 ložisko

- 6.8 magnetické ložisko
- 6.9 polohový senzor
- 6.10 elektromagnet
- 6.11 lopatky
- 6.12 usměrňovač plynu
- 7. rekuperátor
- 8. tepelný výměník
- 8.1 vstup/výstup teplotního média
- 8.2 elektrické topné těleso
- 9. elektronická řídicí jednotka
- 9.1 elektrické vodiče
- 9.2 zdroj elektrického napětí
- 9.3 teplotní senzor
- 10. vnější plynový kanál
- 10.1 vnitřní plynový kanál
- 11. zdroj zářivé energie
- 12. směr pohybu pracovního plynu
- 13. směr pohybu vnitřních dílů
- 14. oblast vysokého tepelného gradientu

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Tepelný motor s dynamicky říditelným hydraulickým výstupem, poháněný vysokotlakým čerpadlem a plynovou turbínou obsahující tlakovou nádobu (1), víko (1.1), pohyblivou přepážku (2), plynový pracovní prostor (4), kapalinový pracovní prostor (5) a rekuperátor (7) **vyznačující se tím**, že má mezi tlakovou nádobou (1) a víkem (1.1) uspořádáno těsnění (1.4), kde ve vnitřním prostoru tlakové nádoby (1) je suvně uspořádána přepážka (2), upevněná k skládané membráně (3), jež je upevněna k víku (1.1), přičemž přepážka (2) rozděluje vnitřní prostor tlakové nádoby (1) na plynový pracovní prostor (4) a kapalinový pracovní prostor (5) kde plynový pracovní prostor (4) zaujímá jeho větší část, přičemž tento plynový pracovní prostor (4) obklopuje skládaná propustná membrána (4.4) a dále jsou uvnitř tlakové nádoby uspořádány tvarové díly (1.8), které vymezují vnější plynový kanál (10), jenž je veden mezi pláštěm tlakové nádoby (1) a tvarovými díly (1.8), zatímco obvodový plynový kanál (4.3) je situován mezi tvarovými díly (1.8) a skládanou membránou (3) a dále první propustnou membránou (4.5) a přepážkou (2), přičemž plynový pracovní prostor (4) je vyplněn mikrostrukturou (4.1) z pevného materiálu o porositě vyšší než 99 % svého objemu a je obklopen druhou propustnou membránou (4.6), na níž navazuje rekuperátor (7), v jehož prostoru je uspořádán ohřívací výměník (8), který je připojen na vstup-výstup (8.1) teplosměnného média, přičemž rekuperátor (7) dále obklopují tvarové díly (1.8), a je od plynového pracovního prostoru (4) oddělen druhou propustnou membránou (4.6) do prostoru rekuperátoru (7) je na opačném konci jeho napojení na plynový pracovní prostor (4) zaústěn vnější plynový kanál (10), jenž je napojen na komoru (6.1) pneumatického aktuátoru (6), do níž dále ústí vnitřní plynový kanál (10.1), jenž je napojen na obvodový kanál (4.3).

2. Tepelný motor, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pneumatický aktuátor (6) zahrnuje stator (6.6) a rotor (6.5) elektromotoru a komoru (6.1), v níž je uspořádáno oběžné kolo (6.3), opatřené lopatkami (6.11) a usměrňovači plynu (6.12), přičemž oběžné kolo (6.3) je prostřednictvím ploché pružiny (6.4) upevněno k hřídeli rotoru (6.5) elektromotoru, kde rotor (6.5) elektromotoru je uložen v magnetickém ložisku (6.8) nebo ložisku (6.7).

3. Tepelný motor, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že plášť tlakové nádoby (1)

tvoří střední díl (1.2), který je uspořádán mezi víkem (1.1) a dnem (1.3), přičemž k dnu (1.3) přiléhá prstenec (1.5), jež je uložen na roznášecí desce (1.6), kde roznášecí deska (1.6) je s víkem (1.1) spojena prostřednictvím svorníků (1.7) a dále je mezi víkem (1.1) a středním dílem (1.2) a také dnem (1.3) je uspořádáno těsnění (1.4).

4. Tepelný motor, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mikrostruktura (4.1) je tvořena materiálem s porozitou vyšší než 99 % vztaženo na svůj celkový objem a hustotou 1×10^{-4} do $0,03 \text{ g cm}^{-3}$.

5. Tepelný motor, podle nároku 1 a 4 **vyznačující se tím**, že mikrostruktura (4.1) je tvořena uhlíkovými, keramickými a kovovými mikro vlákny a nanovlákný, aerographitem nebo grafitovým aerogelem.

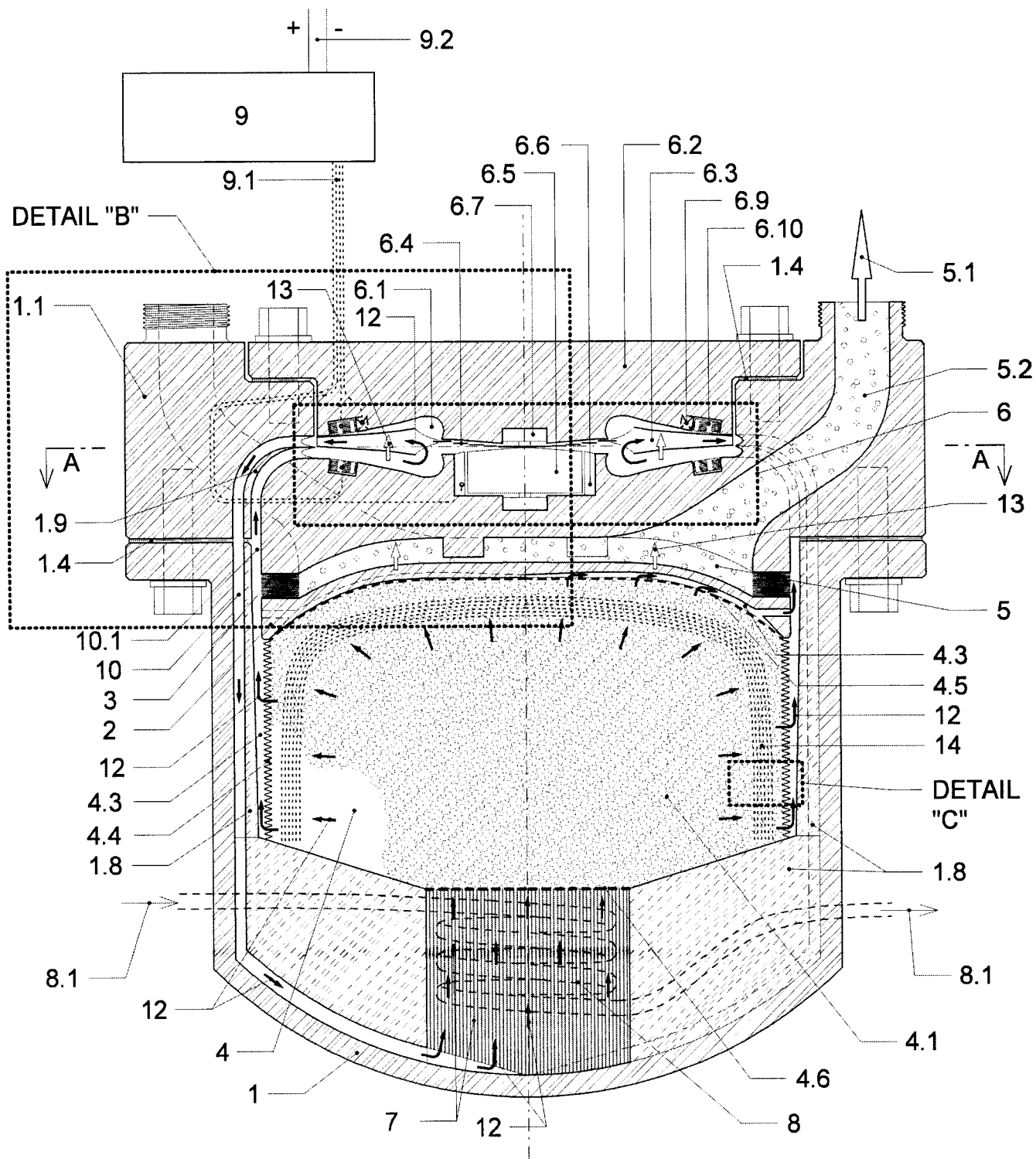
6. Tepelný motor, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že skládaná membrána (3) je nepropustná pro plyn.

7. Tepelný motor, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mikrostruktura (4.1) uložena mezi síta (4.2) uspořádanými v odstupu vůči sobě a rovinách kolmých na vektor pohybu přepážky, které jsou připevněny k záhybům skládané membrány (4.4).

8. Tepelný motor, podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že síta (4.2) jsou tvořena uhlíkovými, keramickými nebo kovovými vlákny, přičemž vzájemná vzdálenost sít a vláken síta v jeho rovině se pohybuje v intervalu 100 až 10 000 násobku střední vzdálenosti prvků mikrostruktury (4.1).

1/12

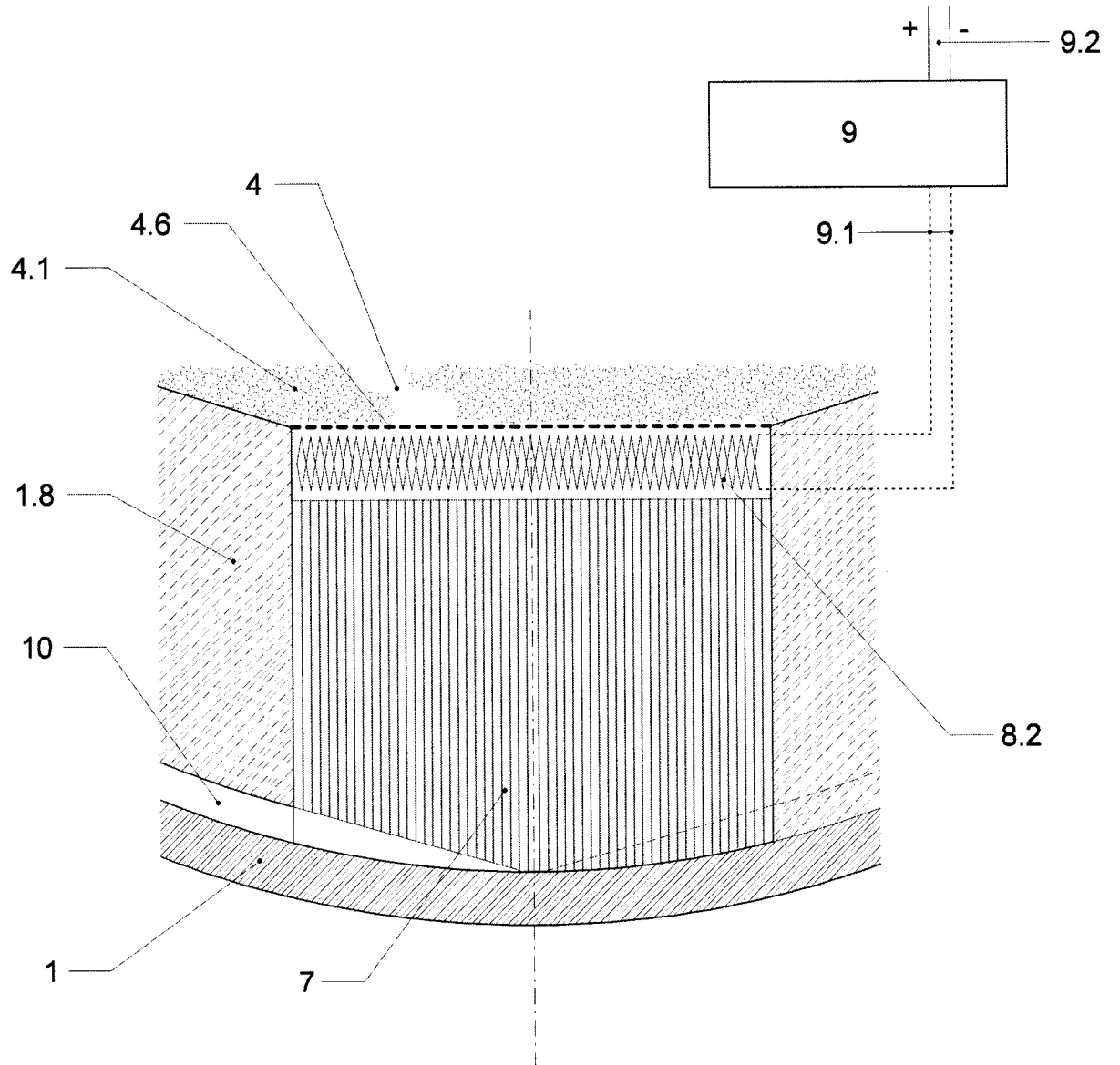
30.01.17 2016-559



Obr.1

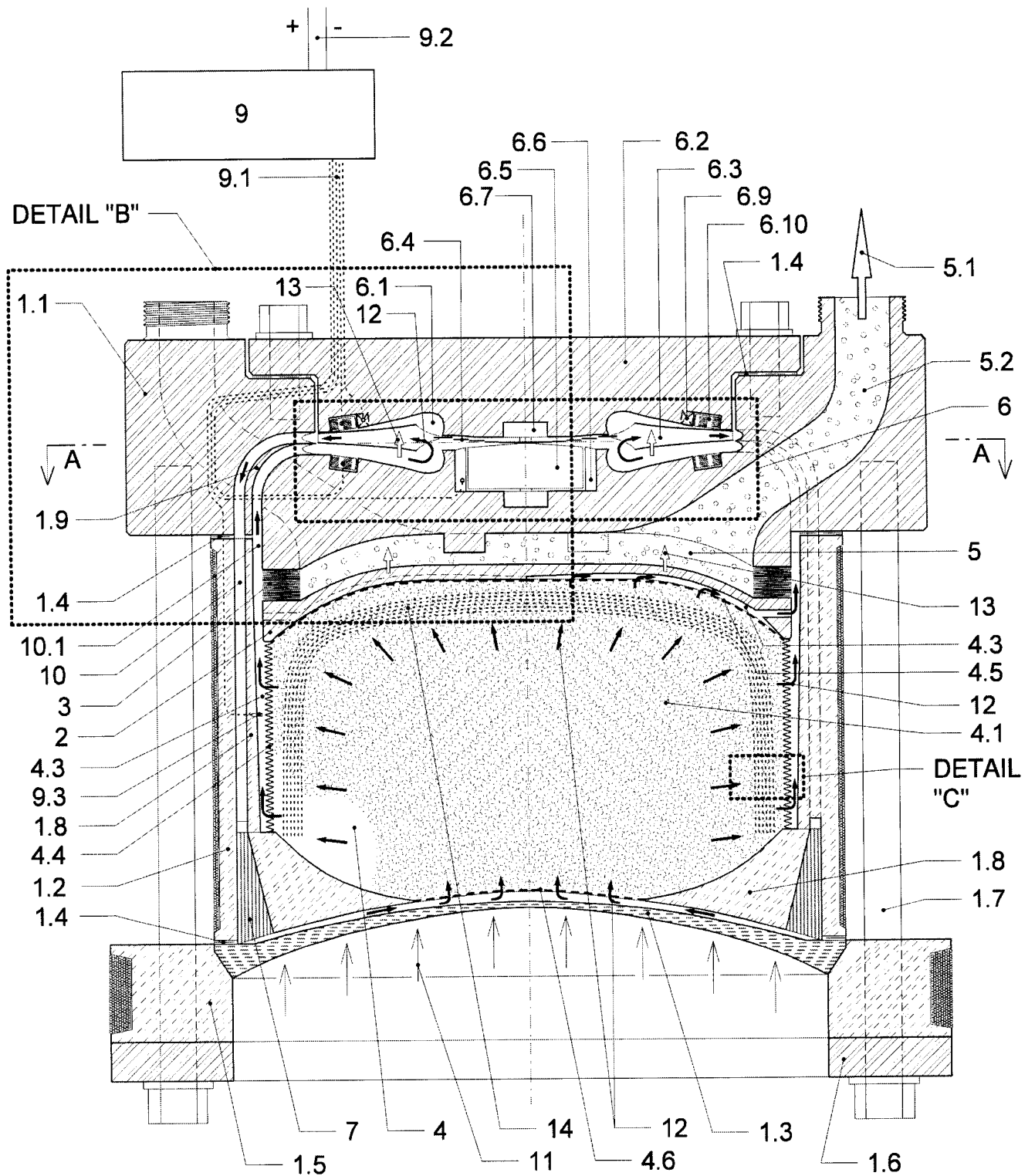


3/12 30.01.17



Obr.3

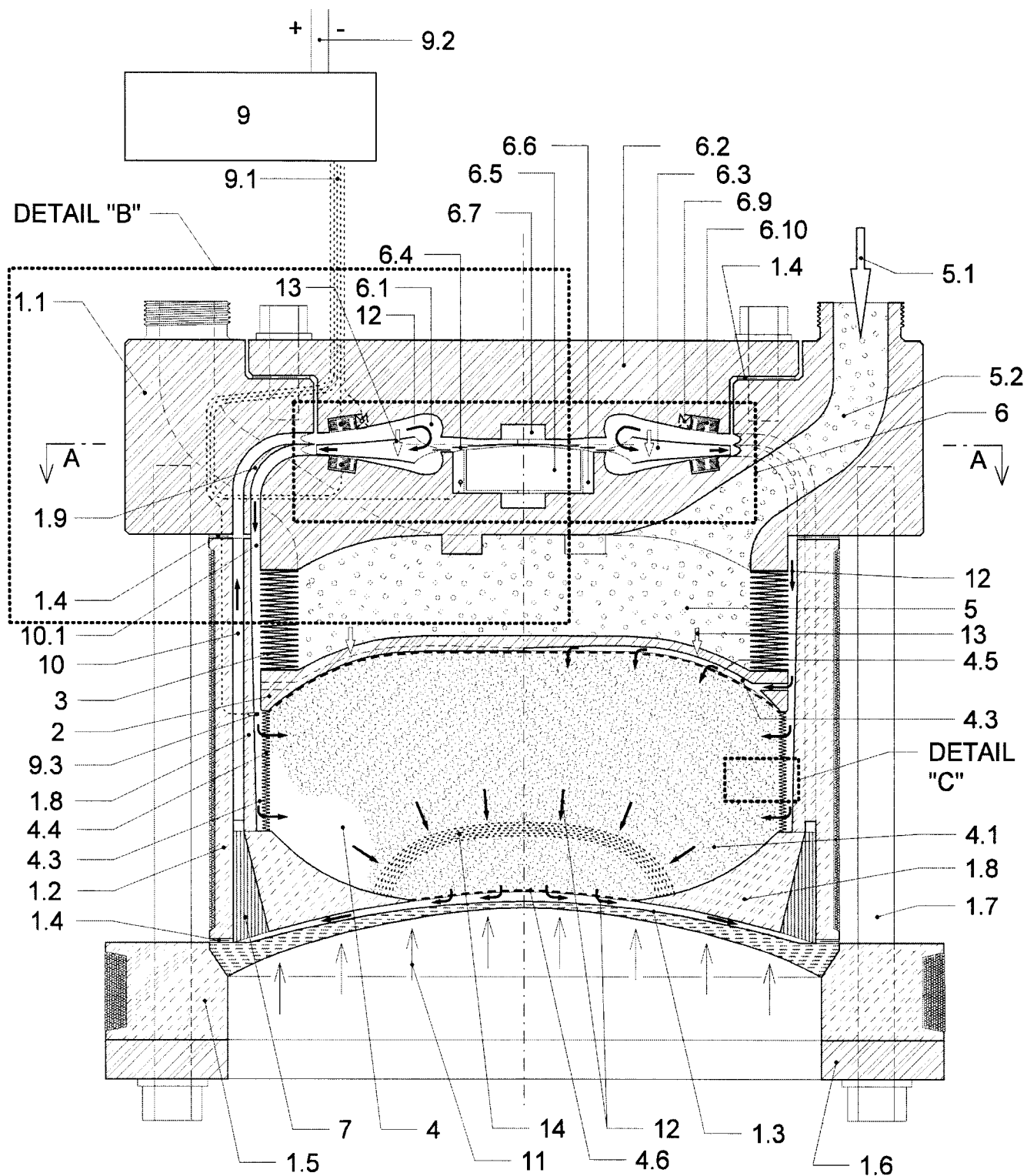
4/12 30.01.17



Obr.4

5/12

30.01.17

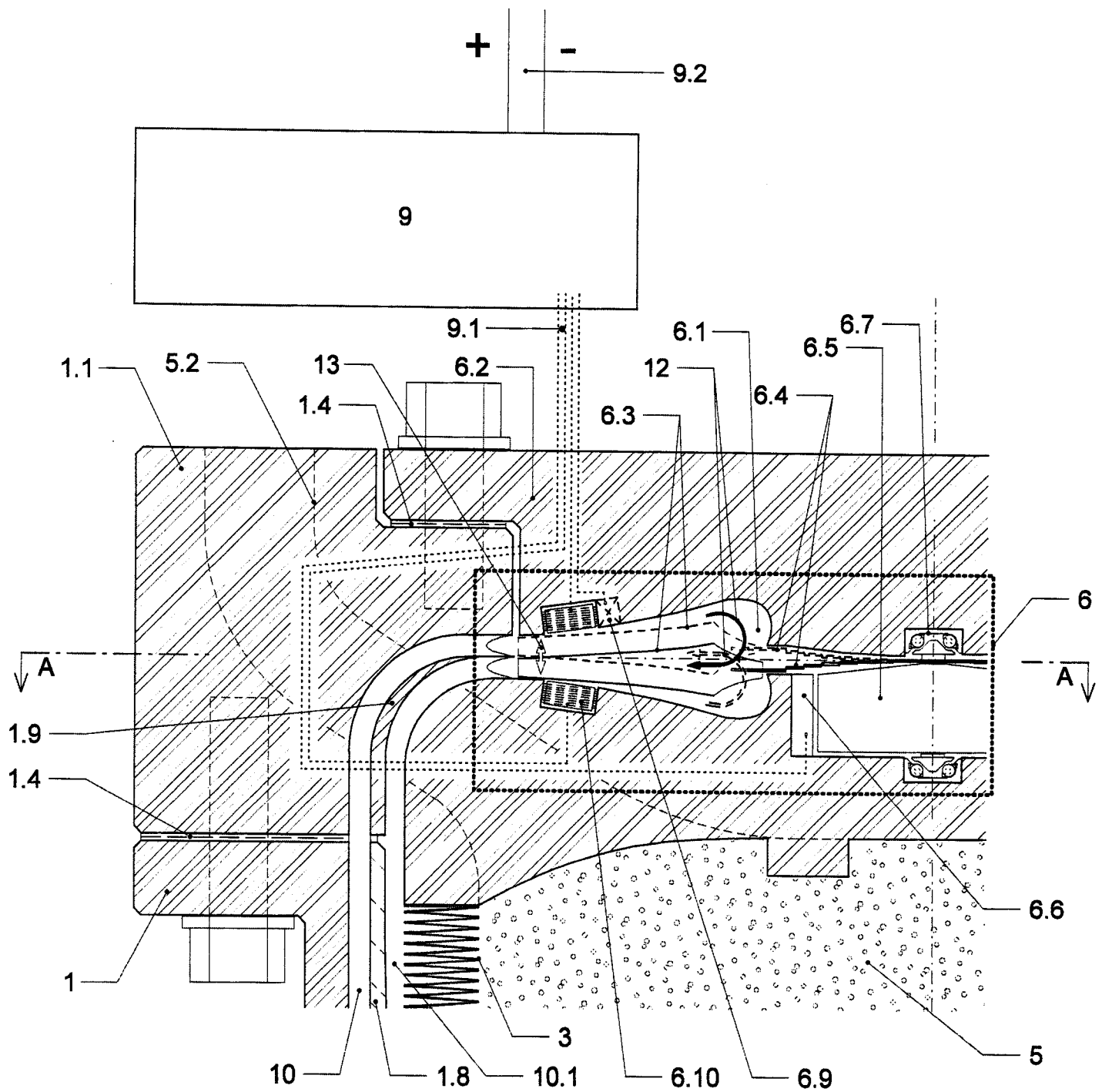


Obr.5

6/12

30-01-17

DETAIL "B"

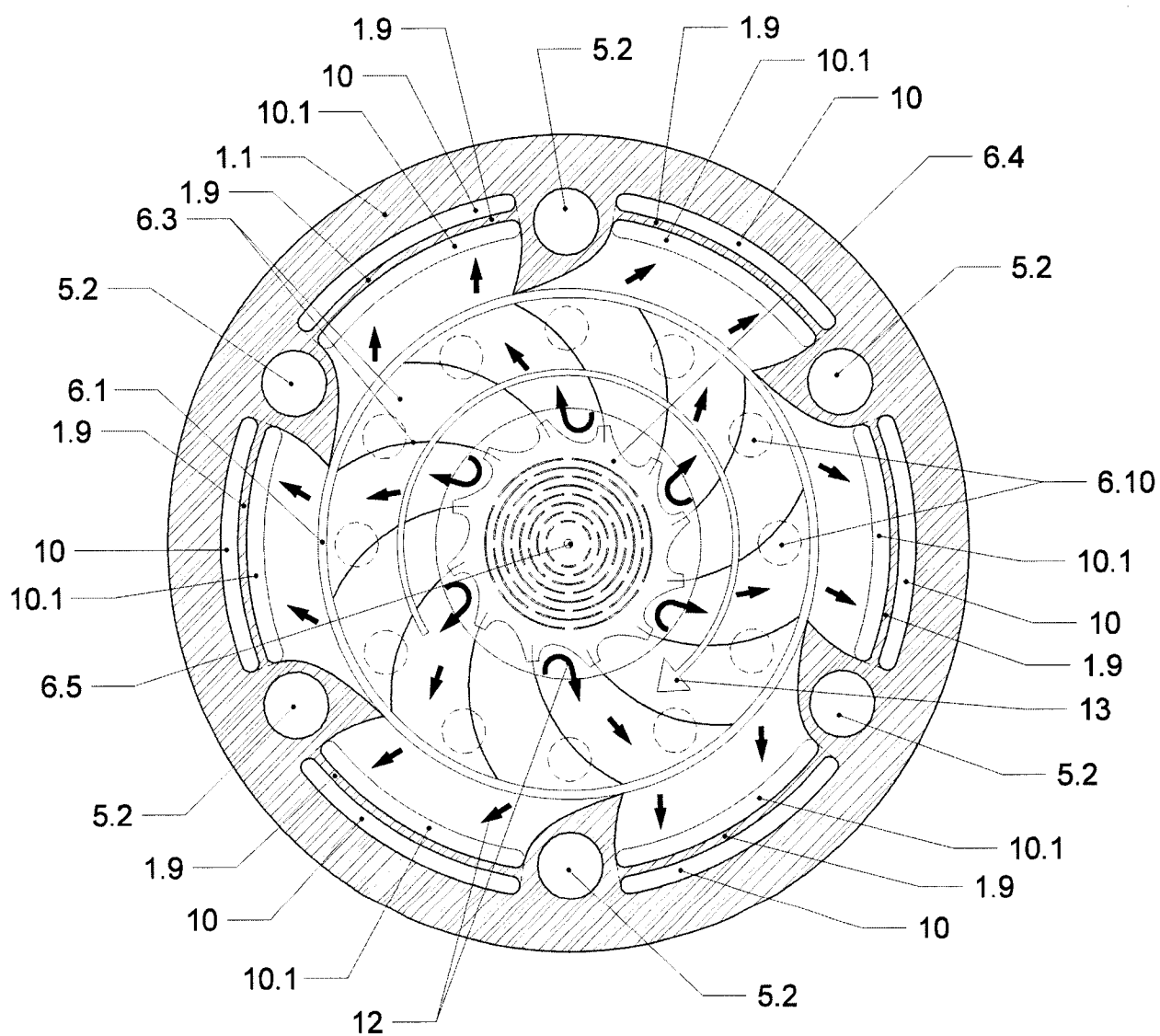


Obr.6

7/12

30.01.17

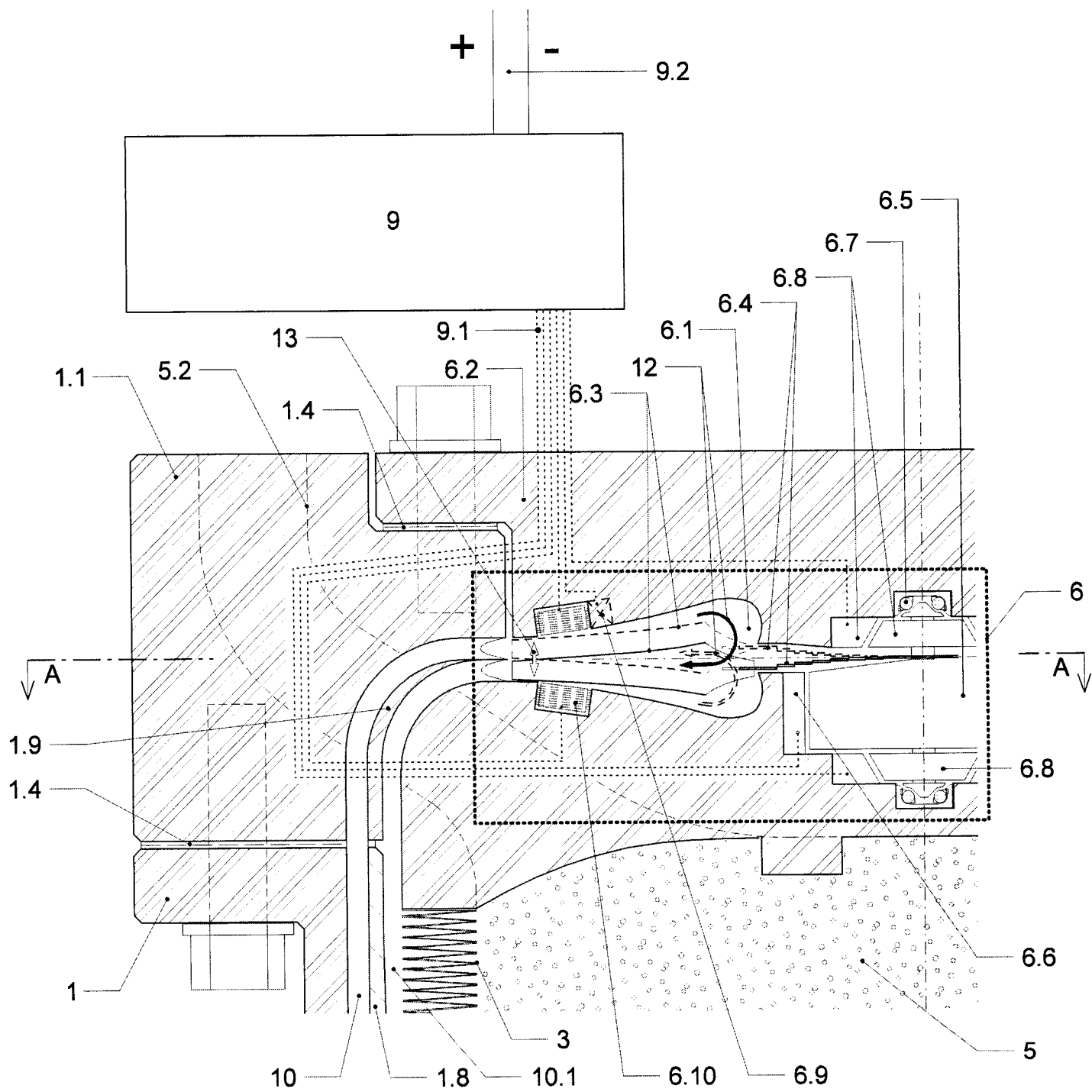
"A - A"



Обр.7

8/12

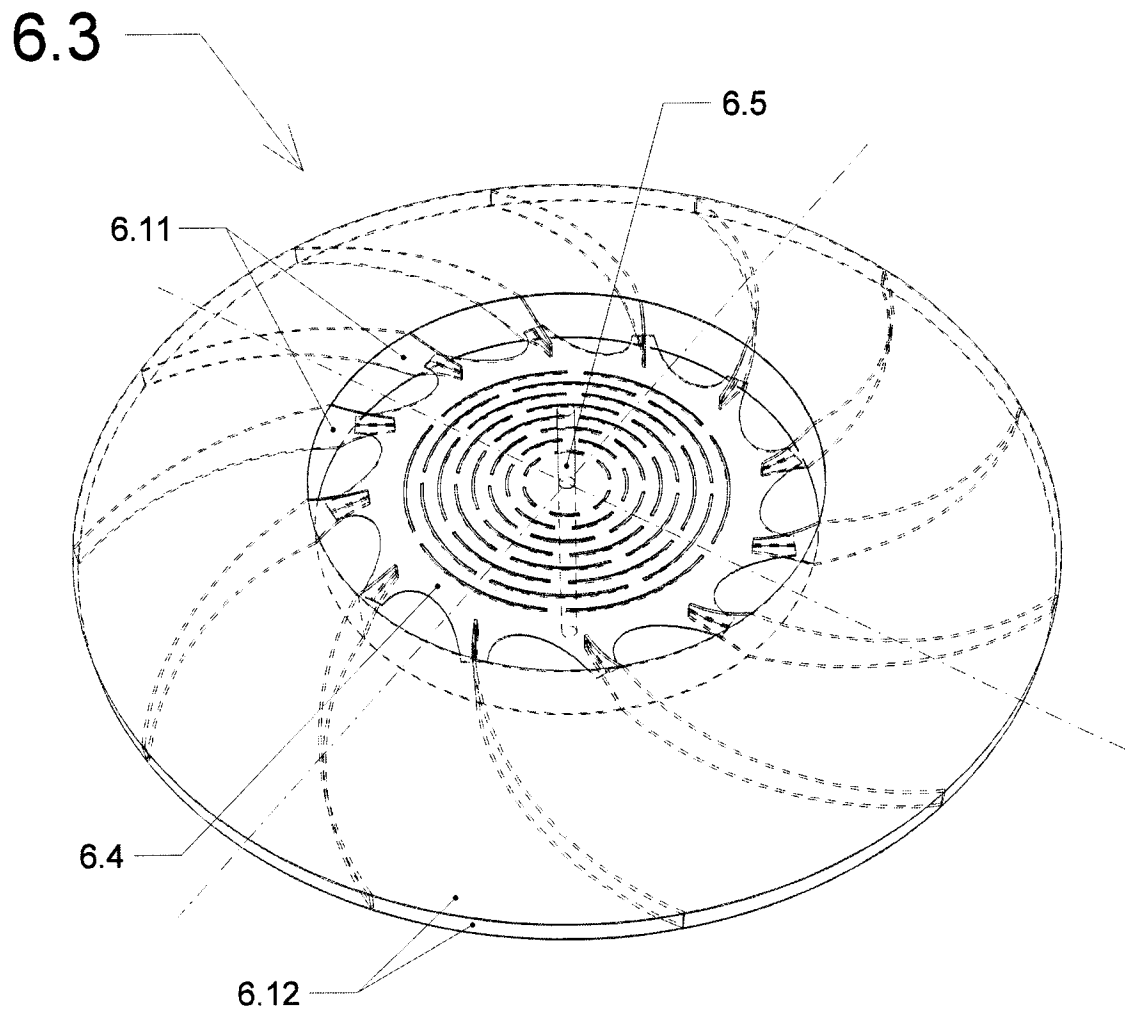
30.01.17



Обр.8

9/12

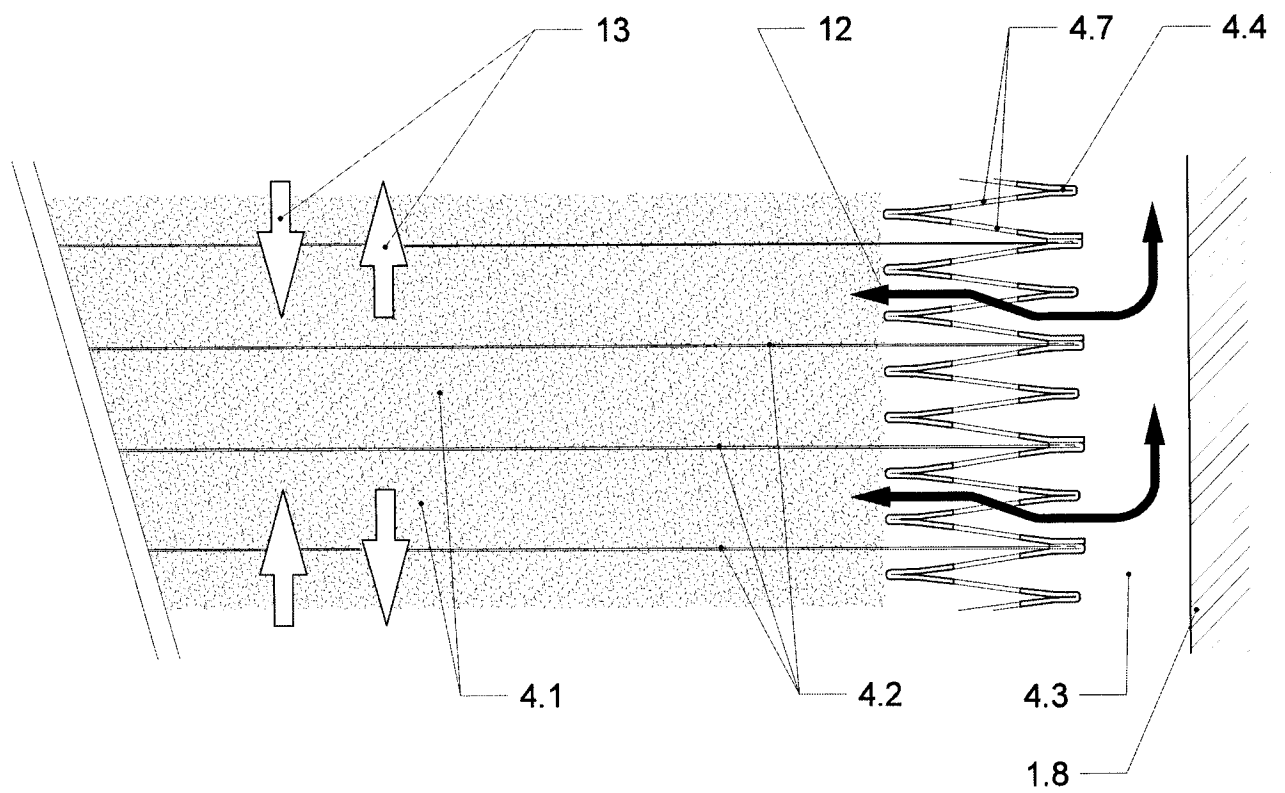
30.01.17



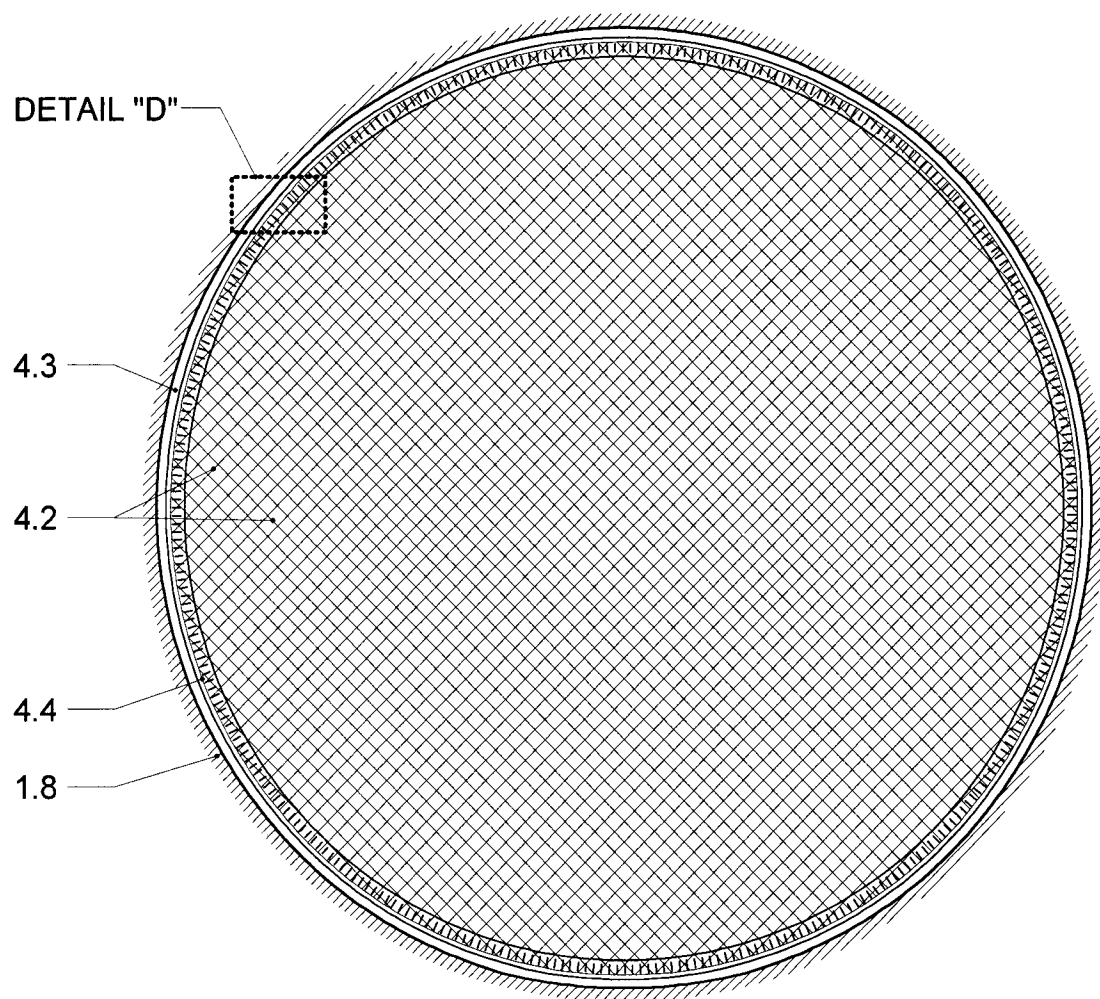
Obr.9

10/12 30.01.17

DETAIL "C"



11/12 30.01.17



Obr.11

12/12 30.01.17

DETAIL "D"

