



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203480

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
F 04 B 9/10

/22/ Přihlášeno 26 09 78
/21/ /PV 6225-78/

(40) Zveřejněno 30 06 80

(45) Vydáno 15 12 82

(75)

Autor vynálezu

TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Zařízení pro přenos energie střídavým průtokem tekutiny

1

Vynález se týká zařízení pro přenos energie střídavým průtokem tekutiny. Vynález je určen především pro takové aplikace, kde je energie přenášena za tím účelem, aby na konci přenosu mohl být vyvolán jednosměrný průtok, například cirkulace kapaliny v chladičím oběhu. Jeho použití je účelné zejména v případech, kdy je kladen požadavek co největší spolehlivosti a kdy oběh vyvolaný na konci přenosu má být uzavřený, tedy bez přidávání nebo odbírání tekutiny.

Charakteristickým příkladem je například oběh radioaktivní tekutiny v jaderné technice. Nádoby a potrubí pro průtok této tekutiny jsou zpravidla umístěny za radiační bariérou, jako je třeba silná betonová stěna. K vyvolání oběhu je nutný přívod energie přes tuto bariéru. Je však nežádoucí přestup hmoty, ať již ven z prostoru se zvýšenou radioaktivitou, neboť takový vývod by představoval potenciální nebezpečí úniku radioaktivity, nebo i přidávání nějaké tekutiny do oběhu, kde by tak narůstalo množství radioaktivních látek, jež je pak nakonec nutné nákladně likvidovat. Spolehlivost oběhu je zde prvořadou podmínkou vzhledem k obtížnosti nebo vůbec nemožnosti jakékoliv manipulace za bariérou.

Je-li funkční spolehlivost zvláště kritickým požadavkem, ukazuje se, že hlavním zdrojem potíží jsou mechanické pohyblivé součástky. Jsou totiž vždy vystaveny postupnému opotřebování v místech, kde se při svých pohybech dotýkají, zejména v ložiskách a ucpávkách. Nejsou-li taková místa dokonale mazána, hrozí vždy nebezpečí jejich zadření. Je proto nutná pravidelná údržba (mazání, dotahování ucpávek, výměna opotřebovaných částí) a kontrola. U oběhu za radiační bariérou je však žádoucí, aby zařízení fungovalo naprosto spolehlivě po několik desítek let bez jakéhokoliv dohledu nebo údržby. Nejjednodušším způsobem se energie přenáší bariérou prostřednictvím elektrického vedení. V daném případě je však třeba na konci přenosové cesty vyvolávat pohyb tekutiny elektricky poháněným čerpadlem. Ve všech

běžných čerpadlech, ať objemových (pístových) či lopatkových (odstředivých), se však bez pohyblivých součástí prakticky nelze obejít.

Přenos energie střídavým průtokem je rovněž znám. Pohyb tekutiny je zde vratný, nedochází k jejímu trvalému přenášení a tedy k přestupu hmoty bariérou. Tato zařízení jsou však komplikovaná a z těchto důvodů se nerozšířila.

Uvedený problém řeší podle vynálezu zařízení pro přenos energie střídavým průtokem tekutiny. Jeho podstata spočívá v tom, že je opatřeno generátorem, sestávajícím z nejméně dvou dutin nebo nádob, z nichž horní nádoba je umístěna výše než dolní nádoba a obě jsou propojeny jednak sifonem, jednak ústrojím pro přečerpávání primární kapaliny, tvořeným jedním čerpadlem s příslušným přečerpávacím ústrojím, kde výstup generátoru, například výstupní vývod je vyveden z alespoň jedné z obou dutin nebo nádob a je napojen se spojovacím potrubím, jehož opačný konec je připojen na usměrňovací ústrojí, výhodně bez pohyblivých součástí, například ejektor, kde spojovací potrubí je napojeno na trysku.

Účinek vynálezu spočívá především v tom, že jsou i v něm pohyblivé mechanismy omezeny na minimum. Oscilace jsou generovány hydraulickým efektem, pohyblivé díly jsou zde pouze v přečerpávacím čerpadle, kde konají jednoduchý rotační pohyb. Celý generátor je tak spolehlivější, než při mechanické generaci střídavého průtoku vratným pohybem pístů ve válci nebo postupným otavíráním ventilů a podobně. Použité odstředivé čerpadlo může být dimenzováno na poměrně malé trvale přečerpávané množství namísto nárazového vratného pohybu, při kterém musí být překonávány setrvačné účinky kapaliny. Tekutina je zde totiž postupně akumulována v horní nádobě a nárazový průtok nastane náhlým vyprázdněním nádoby. Čerpadlo tedy může být menší a levnější.

Příklad uspořádání zařízení podle vynálezu je schematicky znázorněn na připojeném výkresu. Generátor střídavého průtoku A leží vně radiační bariéry 200, která uzavírá izolovaný oběh 300 radioaktivní nebo jinak nebezpečné kapaliny 309. Energie, potřebná k udržení oběhu, je dodávána střídavým průtokem plynu ve spojovacím potrubí 100, jehož vnější větve 100a vede mezi generátorem střídavého průtoku A a radiační bariérou 200, vnitřní větve 100b pak pokračuje od radiační bariéry 200 k usměrňovacímu ústrojí. Obě větve jsou odděleny bariérovou nádobou 220, v níž izolační kapalina 209 zachytí i eventuální kapičky nebo aerosolové částice nebezpečné kapaliny 309, které by z nebezpečného prostoru mohl případně vynášet střídavě protékající plyn ve spojovacím potrubí 100.

Generátor střídavého průtoku A je tvořen dvěma nad sebou umístěnými nádobami, a to horní nádobou 21 a dolní nádobou 22. Obě nádoby 21, 22 jsou propojeny sifonem 25. Je-li sifon 25 naplněn primární kapalinou, pracuje násoska a kapalina jím přetéká z horní nádoby 21 do dolní nádoby 22. Na obrázku je naznačen stav, kdy primární kapalina 19 přetéká a její hladina v horní nádobě 21 již poklesla na výši ústí sifonu 25. Jakmile hladina poklesne ještě níže, průtok sifonem 25 se zastaví. Obě nádoby 21, 22 jsou dále propojeny přečerpávacím potrubím 12, připojeným na výstup dvou čerpadel 11a, 11b. Dvě čerpadla zapojená paralelně jsou použita z důvodu dosažení maximální spolehlivosti, tvoří totiž jediné ústrojí s pohyblivými součástmi a počítá se u nich tedy s možností poruchy. Generátor střídavého průtoku A je mimo nebezpečnou zónu, je tedy přístupný k opravám.

Čerpadla 11a a 11b běží trvale a po vyprázdnění horní nádoby 21 postupně přečerpávají primární kapalinu 19 tak, že její hladina v horní nádobě 21 pomalu vzrůstá. Sifon 25 v této fázi kapalinu neobsahuje a nijak nepracuje. Když hladina v horní nádobě dostoupí hladiny a, začne primární kapalina 19 sifonem 25 protékat, strhne sebou ještě zbývající plyn v kolenně sifonu 25 a nastane rychlé vyprázdnění horní nádoby 21. Dolní nádoba 22 je uzavřena, pouze z jejího víka vychází výstupní vývod 101. Při náhlém vzrůstu hladiny v dolní nádobě 22 je z ní vytlačen plyn tímto výstupním vývodem 101 do spojovacího potrubí 100. Pak zase nastává pokles hladiny v dolní nádobě 22 a plyn je mnohem menší rychlostí odsáván přes spojovací potrubí 100 z usměrňovacího ústrojí.

Usměrňovací ústrojí je velmi jednoduché a levné a přitom poměrně účinné. Je uspořádáno jako běžný ejektor. V této části zařízení je prováděn převod pohybu plynu, přenášejícího energii přes radiální bariéru 200, na pohyb vlastní nebezpečné kapaliny 309. Vnitřní větev 100b spojovacího potrubí 100 je zavedena do pracovního válce 302, v němž plyn působí střídavě větším a poté menším tlakem na hladinu nebezpečné kapaliny 309 a tím ji přivádí do střídavého pohybu.

Ve fázi s vyšším tlakem v pracovním válci 302 je z něj nebezpečná kapalina 309 vytlačována, pak vytéká tryskou 301, čímž se vytváří zatopený kapalinový proud, strhávající nebezpečnou kapalinu 309 z izolovaného oběhu 300. Protože tato fáze probíhá, vlivem rychlého průtoku primární kapaliny 19 sifonem 25, velmi prudce, udělí se tak nebezpečné kapalině 309 značný impuls.

V následující části funkčního cyklu se pak spoléhá na setrvačnost takto vyvozeného pohybu. Zatímco nebezpečná kapalina 309 setrvačností ještě obíhá izolovaným oběhem 300, část nebezpečné kapaliny 309 je z oběhu pomalu odebírána přes trysku 301 do pracovního válce 302. Jde o fázi, kdy hladina primární kapaliny 19 v dolní nádobě 22 pomalu klesá a v pracovním válci 302 tlak poklesl. Spodní část pracovního válce 302 je vytvořena jako kuželový difusor. Jím se kinetická energie nebezpečné kapaliny 309, odebírané malým průřezem ústí trysky 301 a tedy proudící poměrně velkou rychlostí, přeměňuje v tlakovou energii. Má to tu výhodu, že podtlak v pracovním válci 302 nemusí být tak velký, jako kdyby nebezpečná kapalina 309 procházela náhlým rozšířením a její energie se měřila.

Poměrně velký průřez a tedy malá rychlost pohybu tekutin v místech hladiny v pracovním válci 302 vede k tomu, že je velmi nepravděpodobné, že by se zde mohly vytvářet kapičky nebezpečné kapaliny 309. I kdyby zde vznikly, je dosti nepravděpodobné, že by střídavý pohyb plynu ve spojovacím potrubí 100 mohl vyvolat transport takových kapek směrem ke generátoru. Protože při střídavém pohybu lze libovolně přenášet energii přes hladiny kapalin, je možno zařadit do přenosové cesty izolační kapalinu 209. U provedení znázorněného na připojeném obrázku je izolační kapalina 209 umístěna v bariérové nádobě 220, vestavěné uvnitř radiální bariéry 200. Vnější větev 100b spojovacího potrubí 100 je zavedena do víka této bariérové nádoby 220.

V tomto víku je uchycen zvon 221, zasahující dovnitř bariérové nádoby 220, a to tak, že jeho spodní okraj zasahuje pod hladinu izolační kapaliny 209. Vnitřní větev 100b spojovacího potrubí 100 je pak vyvedena z prostoru tohoto zvonu 221. Tak je vnitřní prostor bariérové nádoby 220 rozdělen stěnou zvonu 221 na dvě části: vnitřní část uvnitř zvonu 221 a vnější mezikruhový prostor mezi zvonek 221 a vlastní stěnou bariérové nádoby 220. Vzroste-li náhle vlivem průtoku přes sifon 25 hladina primární kapaliny 19 v dolní nádobě 22, je plyn vytlačen spojovacím potrubím 100 nikoliv až do usměrňovacího ústrojí, ale jen do zmíněného vnějšího mezikruhového prostoru v bariérové nádobě 220. V tomto prostoru tedy poklesne hladina izolační kapaliny 209.

Na druhé straně ovšem zase vzroste hladina této kapaliny ve zvonu 221. Plyn ze zvonu je pak vytlačen do vnitřní větve 100b spojovacího potrubí 100. Opakný postup nastává při poklesu hladiny v dolní nádobě 22.

Popsané uspořádání je vhodné pro vyvození oběhu nebezpečné kapaliny 309 v obvodu s nízkým "hydraulickým odporem" neboli s nízkou disipací. Tam výrazný průtokový impuls tekutiny z trysky 301 může vyvolat intenzivní proudění, jehož rychlost jen pomalu klesá během následující funkční fáze, kdy je nebezpečná kapalina 309 pomalu odsávána. Pak je účelné, aby odsávání bylo pomalé, neboť strhává nebezpečnou kapalinu 309 v okolí trysky 301 vlastně proti směru jejího žádoucího pohybu. Mohou se ovšem vyskytovat situace, kdy je disipace oběhu nebezpečné kapaliny 309 velká. Nebezpečnou kapalinu 309 pak není možné urychlit na takovou rychlost, aby bylo poté možné spoléhat na vliv setrvačnosti. Extrémní případ nekonečně velké disipace představuje uzavřené potrubí, nebo potrubí, v němž je tlakovým účinkem udržován

v určité poloze sloupec kapaliny. Takový případ se vyskytuje i v situacích, kdy je zapotřebí přivádět energii přes radiační bariéru. Typický příklad může být bezpečnostní obvod jaderného reaktoru, který se v případě poruchy zastavuje tím, že do jeho aktivní zóny vteče kapalina - například kyselina boritá - zastavující jadernou reakci. Za normálního chodu je sloupec takové kapaliny udržován v potrubí nad aktivní zónou (anebo je pod ní a potrubí je uspořádáno jako V-trubice); při poruše vtéká do zóny účinkem gravitace. Potřebný přetlak udržující sloupec mimo aktivní zónu může být též vyvozován čerpadlem ejektorového typu napájeným střídavým průtokem: takové uspořádání se v podstatě neliší od usměrňovací části na pravé straně připojeného obrázku.

V tomto případě je žádoucí, aby nesymetrie oscilací měla právě opačný charakter: potřebujeme, aby po co nejdelší dobu trval tlakový účinek výtoku z trysky 301 a jen po co nejkratší dobu proběhlo nasátí tekutiny do pracovního válce 302. I takovéto oscilace je možné generovat generátorem, znázorněným na připojeném obrázku. Je však třeba vyvést vnější větev 100a spojovacího potrubí 100 z prostoru nad hladinou v horní nádobě 21. V takovém případě si zamění své úlohy výstupní vývod 101 a vedlejší vývod generátoru 111, který nemá jiný účel, než že umožňuje přívod vzduchu nad hladinu zvenčí a tím usnadňuje pokles hladiny, resp. vzrůst hladiny vyváděním vzduchu z nádoby.

Z dalších alternativ je účelné se výslovně zmínit ještě alespoň o dvou. V prvé řadě si uveďme, že není nijak nutné, aby v izolovaném oběhu 300 za radiační bariérou 200 obíhala kapalina, zejména nebezpečná kapalina 309. Může zde také obíhat plyn. V tom případě ovšem odpadá přenos tlaku přes hladinu v pracovním válci 302. V tomto případě bude pravděpodobně zařazení bariérové nádoby 220 nezbytné, půjde-li o plyn nebezpečný, např. jedovatý, neboť odpadá oddělovací účinek hladiny jako fázového rozhraní. Není jisté třeba zdůrazňovat, že v případech zvláště přísných nároků na izolaci mohou být použity beze všeho dvě bariérové nádoby 220 s izolační kapalinou 209 v sérii za sebou. Uspořádáním podle tohoto vynálezu lze ovšem také snadno vyvozovat oběh dvou- nebo vícefázové směsi, například kapaliny s bublinkami vzduchu nebo s unášenými pevnými částicemi.

Jinou alternativou může být dvoučinné nebo vícečinné neboli vícefázové uspořádání s větším počtem ejektorů v izolovaném oběhu 300, ať již umístěných paralelně vedle sebe, nebo za sebou. Tyto ejektory pak budou pracovat ve vzájemně posunutém režimu: např. vždy jeden bude výtokem z trysky 301 udržovat nebezpečnou tekutinu 309 v oběhu, zatímco druhý právě nasává nebezpečnou kapalinu do svého pracovního válce 302. Pohyb tekutiny je pak rovnoměrnější a lze dosáhnout i vyšší účinnosti. Je však zapotřebí použít pro každý ejektor samostatné spojovací potrubí 100 s eventuelními bariérovými nádobami 220 a nejpravděpodobněji i většího počtu vzájemně vázaných generátorů střídavého průtoku A. U nakresleného provedení je možné vystačit s jediným generátorem, připojí-li se jeden z ejektorů usměrňovacího ústrojí na výstupní vývod 101 podle obrázku a druhý současně na vedlejší vývod generátoru 111. Není to však uspořádání výhodné, neboť u jednoho usměrňovacího ústrojí je pak obtížné využít nesymetrického charakteru generovaných oscilací.

Tohoto vynálezu lze využít především v nukleární technice a v chemickém průmyslu tam, kde se pracuje s nebezpečnými, například radioaktivními, toxickými a podobnými tekutinami.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení pro přenos energie střídavým průtokem tekutiny vyznačené tím, že je opatřeno generátorem, sestávajícím z nejméně dvou dutin nebo nádob, z nichž horní nádoba (21) je umístěna výše než dolní nádoba (22), a obě jsou propojeny jednak sifonem (25), jednak ústrojím pro přečerpávání primární kapaliny (19), například tvořeným nejméně jedním čerpadlem (11) s příslušným přečerpávacím potrubím (12), a že výstupní vývod (101) generátoru je vyveden z alespoň jedné z obou dutin nebo nádob a je spojen se spojovacím potrubím (100) pro přenos energie, jehož opačný konec je připojen na usměrňovací ústrojí, zejména na ejektor, u něhož je spojovací potrubí (100) napojeno na trysku (301).

1 list výkresů

