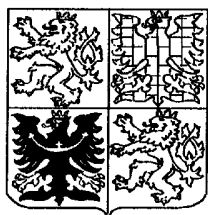


ČESKÁ  
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

# ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 21.10.93  
(32) 05.11.92  
(31) 92/92118954  
(33) EP  
(40) 16.08.95

(21) 1085-95

(13) A3

6(51)

H 02 K 9/26

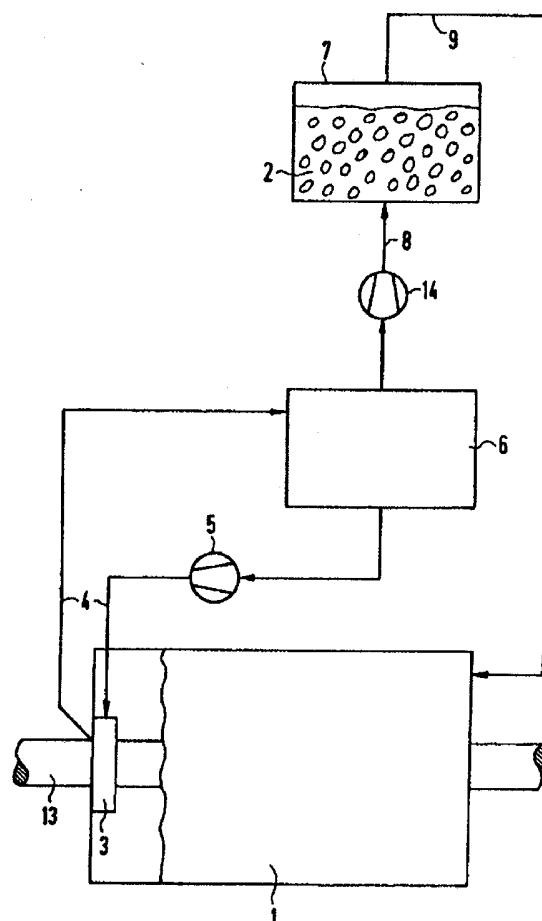
H 02 K 5/124

(71) SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT, München, DE;

(72) Rehm Helmut, Oberhausen, DE;  
Weller Klaus, Voerde, DE;  
Schönfeld Peter, Essen, DE;

(54) Zařízení k odvádění odpadního plynu, který obsahuje vodík a zbytkový plyn, z elektrického stroje, naplněného vodíkem a jeho použití

(57) Vakuovou extrakcí se extrahuje z těsnicího systému elektrického stroje (1) naplněného vodíkem. Přitom se vodík odděluje ve filtračním zařízení (7) od odpadního plynu a přivádí se zpět k elektrickému stroji (1). Pro oddělení vodíku a pro zachycení zbytkového plynu se použije matrice (2) pevných těles, která sestává v podstatě z mědi. Používá se u dynamoelektrických velkостrojů, jako například turbogenerátorů.



Úřad  
Průmyslového  
Vlastnictví

27. IV 95

Došlo

11 25 18 6

Zařízení k odvádění odpadního plynu, který obsahuje vodík a zbytkový plyn, z elektrického stroje, naplněného vodíkem a jeho použití

### Oblast techniky

Vynález se týká zařízení k odvádění odpadního plynu, který obsahuje vodík a zbytkový plyn a extrahuje se vakuovou extrakcí z těsnicího systému elektrického stroje, naplněného vodíkem, s filtračním zařízením pro oddělení zbytkového plynu od vodíku a vedením vodíku zpět ke stroji a s vakuovým čerpadlem, kterým je odpadní plyn z těsnicího systému extrahován a přiváděn filtračnímu zařízení. Kromě toho se vynález vztahuje na použití takového zařízení. V podrobnostech se vynález týká odvádění odpadního plynu, získaného vakuovou extrakcí z dynamoelektrického velkostroje, naplněného vodíkem, zejména z turbogenerátoru. Zejména se vztahuje na dynamoelektrické stroje, které se alespoň částečně chladí vodíkem a mají elektrický zdánlivý výkon mezi 200 MVA a 1500 MVA.

Zařízení uvedeného druhu je známo z JP-A 59-216 441. Vodík je vynikajícím chladičím prostředkem pro dynamoelektrické velkostroje a jako takový je již dlouhou dobu zaveden do provozu. Ovšem proti vynikajícím dopravním vlastnostem tepla vodíku stojí i nevýhodné vlastnosti, zejména vysoký sklon k difuzi do kovů a snadná vznětlivost, což vyžaduje podle příslušných

směrnice zvláštních bezpečnostních opatření. Zejména musí se unikání vodíku z dynamoelektrického velko - stroje omezit na hodnoty, platící jako bezpečné; existují také přísné směrnice pro omezení množství vodíku, která unikají mimo kontrolovaná zařízení z dynamoelektrických strojů.

K bezprostředně kontrolovaným únikům vodíku z dynamoelektrických velkstrojů dochází na nutně existujících těsněních v dílčích spárách a na průchodkách rotujících hřídelů v krytech stroje. V důsledku vysokého sklonu vodíku k difuzi nedá se prakticky zabránit tomu, aby se těsnicí olej, kterým se těsnění, zejména hřídele, v elektrickém stroji realizuje, neobohatil vodíkem. Tento vodík se pro omezení hmotového obsahu vodíku z těsnicího oleje bezprostředně po odvedení od těsnění odlučuje. Toto se provádí obvykle vakuovou extrakcí v odplynovací nádrži, která je částečně naplněná těsnicím olejem a evakuje se odpovídajícím vakuovým čerpadlem. Za vakuovým čerpadlem vyskytující se odpadní plyn, který obsahuje vodík a jiné zbytkové plyny, zejména vzduch, odvede podle dosavadní praxe do okolí. S odpadním plynem ztracený vodík přispívá ovšem k bezprostředně kontrolovatelným množstvím unikajícího vodíku. Kontrola hmotového podílu vodíku v odpadním plynu je sotva možná ekonomicky smysluplným způsobem, neboť odpadní plyn obsahuje jiný zbytkový plyn, zejména vzduch a snadno odpařitelné složky těsnicího oleje, ve značném množství. Kromě toho může být znečištěn olejovými zbytky. Tím se stává jednoduchý a nenákladný způsob měření neschůdným.

Těsnicí systémy pro elektrické stroje, zejména pro

elektrické stroje, které jsou naplněny vodíkem, vycházejí z GB-A 0 760 781, DE-A 37 23 729 a WO 92/02747 A1. Z těchto dokumentů vyplývají mimo jiného některé možnosti pro další rozvinutí těsnících systémů; zejména jsou popsány těsnící systémy, které obsahují dva zcela navzájem od sebe oddělené oběhy pro těsnící olej, přičemž různé oběhy tvoří uspořádání těsnění, která jsou mezi vnitřkem krytu a okolím řazena navzájem za sebou a těsnící olej, který je nasycen vodíkem, udržují nezávisle od těsnícího oleje, který je nasycen vzduchem. Pro odvádění odpadního plynu, který se obdrží z okruhu těsnícího oleje, nejsou uvedeny ovšem žádné pokyny.

Jiné návody pro zacházení s vodíkem v elektrickém stroji, naplněném vodíkem, zejména pro vodík, který se vyskytne v těsnícím systému, vyplývají z US-patentu 4,531.070, GB-PS 255.848 a JP-A 56-91645. Prvně uvedený doklad se týká zacházení s vodíkem, který se objeví v chladičím systému. Weni uveden ovšem žádný způsob použití vakuové extrakce u těsnícího systému, jak jej od tohoto odpadního plynu, který je složen z vodíku a jiných zbytkových plynů, oprostit. Oba posledně uvedené doklady netýkají se odvádění odpadního plynu z těsnícího systému, ale týkají se udržování čistoty vodíku v elektrickém stroji tím způsobem, že se tento vodík vede stále nebo v určitých časových intervalech přes odlučovač nečistot.

Pojmy "vakuová extrakce" a "vakuové čerpadlo" nemusí nutně znamenat, že pro provedení vakuové extrakce se musí vytvořit vakuum na způsob vysokého vakua nebo ultravysokého vakua; nejčastěji je pro obvyklé účely dostačující vakuum, které odpovídá hrubému vakuu ne-

bo jemnému vakuu v obvyklém smyslu slova. Tlak ve vakuu může dosáhnout hodnoty o řádové velikosti 100 HPa; v případě, ve kterém se vakuová extrakce provádí hlavně u těsnicího oleje, řídí se tlak ve vakuu podle podílu vodíku, který má zbyť v odplyněném těsnicím oleji. Z toho vyplývá, že vakuovou extrakci je třeba přizpůsobit požadavkům každého jednotlivého případu. Nadále je třeba konstatovat, že z pravidla jako vakuové čerpadlo vystačí mechanické čerpadlo. U elektrického stroje, naplněného vodíkem, který je utěsněn obvyklým těsnicím olejem, se vakuum pro vakuovou extrakci zpravidla nastaví na tlak mezi 500 a 600 HPa, a to v neposlední řadě proto, aby se vyloučilo, že těsnicí olej při vakuové extrakci nezačne pěniti. Aby se toto vyloučilo, je ve všech případech výhodné, udržovat tlak nad 200 HPa.

Uspořádání filtračního zařízení pro odloučení zbytkového plynu z odpadního plynu umožňuje konstrukci takového oběhu u elektrického stroje, ve kterém obíhá vodík. Do tohoto oběhu se mohou zahrnout všechny oblasti elektrického stroje, ve kterých vodík z elektrického stroje vystupuje; zejména i veškerá těsnění a všechna zařízení, která do elektrického stroje vstupují a alespoň částečně jsou omývána vodíkem. Zahrnutí těsnění do oběhu pro vodík obsahuje výhodně i zahrnutí oběhu pro těsnicí olej, což je nutné zejména pro těsnění rotujících hřídelí stroje.

#### Podstata vynálezu

Úkolem vynálezu je shora popsané zařízení pro od-

vádění odpadního plynu podstatně zlepšit, zejména v tom směru, aby umožňovalo nepřetržitý provoz. Zejména se má také navrhnout použití tohoto zařízení.

Zařízení podle vynálezu pro odvádění odpadního plynu, který obsahuje vodík a zbytkový plyn a vakuovou extrakcí se extrahuje z těsnicího systému elektrického stroje naplněného vodíkem, s filtračním zařízením pro oddělování zbytkového plynu od vodíku a pro zpětné vedení vodíku ke stroji a s vakuum čerpadlem, kterým se odpadový plyn extrahuje z těsnicího systému a je přiváděn filtračnímu zařízení, je vyznačeno tím, že obsahuje dvě matrice pevných těles ve filtračním zařízení, každou z nich je zbytkový plyn zachycován a tak je oddělitelný od vodíku, jakož i přepínací zařízení, kterým je odpadní plyn střídavě voditelný jednou nebo druhou maticí pevných těles a vodík, který po zachycení zbytkového plynu v odpovídající matici pevných těles z odpadního plynu, ještě zůstal, je veden zpět ke stroji.

Filtrační zařízení má dvě matrice pevných těles, které jsou protékány odpadním plynem a které přitom zachycují zbytkový plyn. Zachycení zbytkového plynu může se provádět různými chemickými nebo fyzikálními jevy; zejména přicházejí v úvahu adsorpční a absorpční jevy. Takováto matrice pevných těles je lože z jemných částíček mědi a sestává tak v podstatě z mědi. Na mědi se usazují zbytkové plyny jako obvyklé vzduchové součásti, jakož i uhlovodíky a voda, takže z odpadního plynu je oddělitelný vodík čistotou větší nežli 99,9 %. Složení odpadního plynu staví na matici pevných těles z mědi jen nepatrné

nároky; tak je odpadní plyn, který sestává přibližně ze 70 % z vodíku a zbytek obsahuje hlavně vzduch. Bezproblémovým je rozdělení vodíku a zbytkového plynu, přičemž je zaručena čistota obdrženého vodíku více než 99.9 %.

Přirozeně, že schopnost matrice pevných těles zachycovat zbytkový plyn je omezena. Z tohoto důvodu jsou ve filtračním zařízení uspořádány nejméně dvě matrice pevných těles, kterým je přiřazeno přepínací zařízení, prostřednictvím kterého se odpadní plyn přivádí střídavě jedné nebo druhé matici pevných těles. Tím je možné, aby se matrice, skrz kterou neproudí zbytkový plyn a která je zcela zbytkovým plynem naplněna, vyměnila za novou matici pevných těles.

Výhodné je, jestliže filtrační zařízení má regenerační zařízení, kterým se matrice pevných těles, která je zcela naplněna zbytkovým plynem, od tohoto zbytkového plynu osvobodila, a tak se mohla vrátit do původního nového stavu. Toto se provádí tím, že regeneračnímu zařízení, napojenému prostřednictvím přepínacího zařízení, v matici pevných těles, je přiveden regenerační plyn, kterým se pohltí zbytkový plyn, vázaný na matici pevných těles a odvede se do komínu. Složení pro takovýto regenerační plyn jsou známa; zejména pro matici pevných těles z mědi je použitelný takový regenerační plyn, který sestává zejména z argonu a obsahuje podíl vodíku o velikosti přibližně 10 %.

Filtrační zařízení s nejméně dvěma maticemi pevných těles a jedním regeneračním zařízením může se vytvořit tak, že se zejména opatří vlastními řídicími

zařízeními, takže provede příležitostně automaticky potřebnou regeneraci matrice s pevnými tělesy a k tomu zejména odpadní plyn vede střídavě přes několik matic s pevnými tělesy.

Vakuové čerpadlo zařízení je výhodně napojeno na odplyňovací nádrži, ve které se zbavuje plynu vakuum extrakcí těsnicí olej, odvedený ze stroje. Tato odplyňovací nádrž je výhodně uspořádána v oběhu těsnicího oleje těsnicího systému, ve kterém těsnicí olej cirkuluje.

Vpředu zmíněný oběh těsnicího oleje může být jako další přednost, jediným oběhem těsnicího oleje elektrického stroje, čímž se realizuje zcela zvláštní výhoda vynálezu. Při použití vynálezu je totiž možné upuštění<sup>od</sup> těsnicích systémů s více oběhy těsnicího oleje a dostačujícího omezení nekontrolovaných ztrát vodíku může se dosáhnout již tehdy, jestliže elektrický stroj má těsnicí systém s jediným oběhem těsnicího oleje. To platí zejména pro stroje ve formě dynamoelektrických velkostí, zejména turbogenerátorů.

Další výhodou je přiřadit každé matici pevných těles v zařízení, topné zařízení, které může způsobit odpovídajícím ovládním regeneraci matic pevných těles, t.j. osvobození od zachyceného zbytkového plynu a případně může podporovat působení zvlášť přiváděného regeneračního plynu.

Zejména výhodné je uspořádání zařízení podle vynálezu jakéhokoliv vytvoření u dynamoelektrického velkostí, zejména turbogenerátoru.

Zařízení v každém provedení je výhodně použitelné také k udržování čistoty vodíku v elektrickém



stroji, přičemž nečistoty vodíku se odlučují ve filtračním zařízení. Za tím účelem se musí případně připustit nepatrné unikání vodíku z elektrického stroje; vhodnými zachycovacími zařízeními se vodík, vystupující ze stroje, případně smíchaný se zbytkovým plynem, přivede filtračnímu zařízení, ze kterého se dostane zpět v čisté formě a přivede se zpět do stroje. Přídavná čistící zařízení pro vodík mohou tak odpadnout.

### Přehled obrázků na výkrese

Vynález bude blíže vysvětlen na příkladu provedení, znázorněného na výkresu.

Na obr. 1 je znázorněno blokové schéma elektrického stroje, opatřeného zařízením pro odvádění odpadního plynu.

Na obr. 2 je znázorněno blokové schéma <sup>zařízení</sup> podle vynálezu pro odvádění odpadního plynu z elektrického stroje.

### Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 ukazuje elektrický stroj 1, ve kterém je uspořádán hřídel 13 stroje, uveditelný do rotace. Elektrický stroj 1, např. turbogenerátor, je naplněn vodíkem. Aby podél hřídele 13 stroje vodík ze stroje 1 neunikal, je průchodka hřídele 13 stroje skrz kryt stroje 1 utěsněna těsněním ve formě těsnícího prsten-

ce 3. Prostřednictvím oběhu 4 těsnícího oleje se přivádí těsnícímu prstenci 3 těsnící olej, který zachycuje zejména vodík, který se vytlačí podél hřídele 13 ze stroje 1. Těsnící olej je dopravován prostřednictvím čerpadla 5 těsnícího oleje k těsnícímu prstenci 3. Těsnící olej proudí od těsnícího prstence 3 nebo z jeho bližšího okolí v oběhu 4 těsnícího oleje k odplynovací nádrži 6, která současně slouží jako zásobní nádrž pro těsnící olej. Prostřednictvím vakuového čerpadla 14 se z odplynovací nádrže 6 extrahuje plyn, který stojí nad těsnícím olejem a tím se provede vakuová extrakce. Extrahovaný plyn se podle došavadní praxe odvádí jako odpadový plyn. U odpadového plynu se jedná o směs plynů, která kromě vodíku obsahuje také jiné zbytkové plyny, zejména složky vzduchu, vody a uhlovodíky z těsnícího oleje. Potrubím 8 odpadového plynu se odpadový plyn přivede filtračnímu zařízení 7, ve kterém je jako aktivní prvek uspořádána matrice 2 pevných těles, která jsou tvořena porézními, odpadovým plynem protékanými částicemi.

Matrice 2 pevných těles sestává z materiálu, který váže ty složky odpadního plynu, které nejsou vodík. Výhodně je matrice 2 pevných těles násypné lože z jemných částíček mědi. V matrici 2 pevných těles může se kromě vodíku, zbytkový plyn, obsažený v odpadovém plynu, přičemž pod pojmem zbytkový plyn je třeba v této souvislosti rozumět také vodu a uhlovodíky,

takže z matrice 2 pevných těles nakonec proudící plyn je prakticky čistý vodík. Při použití matrice 2 pevných těles z mědi může se obdržet vodík, u kterého obsah zbytkového plynu je 0,1 % nebo méně a který tak může být považován za technicky čistý vodík.

\* prakticky úplně absorbovat

Vodík, který se obdrží ve filtračním zařízení 7, se nakonec vede prostřednictvím potrubí 9 čistého plynu zpět k elektrickému stroji 1.

Je samozřejmé, že v obr. 1 nejsou znázorněny všechny podrobnosti obvyklého elektrického stroje 1, to jsou zařízení k jeho zásobování vodíkem, těsnícím olejem a podobně, jakož i filtrační zařízení 7; zde je třeba odkázat na příslušné odborné znalosti.

Obr. 2 ukazuje vytvoření filtračního zařízení 7, podle vynálezu, které je v obr. 1 znázorněno schématicky, a které je zejména vhodné pro kontinuální provoz. Filtrační zařízení 7 obsahuje první a druhou matici 2 pevných těles, které jsou střídavě protékány odpadovým plynem, přivedeným potrubím 8 odpadního plynu a z nich se může střídavě odvádět znovuzískaný čistý vodík potrubím 9 čistého plynu. Obě matrice 2 pevných těles jsou dvěma přepínacími zařízeními 10 a 10a, zde znázorněnými jako čtyři synchronně ovládané kohouty, střídavě přepínatelné mezi potrubím 8 odpadového plynu a potrubím 9 čistého plynu, případně mezi regeneračním zařízením 11 a komínem 12. Tak<sup>se</sup> může, zatím co první matrice 2 pevných těles je naplněna odpadovým plynem, druhá matrice 2 pevných těles regenerovat, přičemž se odstraní v ní odloučený zbytkový plyn a komínem 12 se odvede. Je samozřejmé, že se mohou uspořádat více nežli dvě matrice 2 pevných těles s vhodnými přepínacími zařízeními 10, 10a.

Regenerační zařízení 11, které obsahuje zásobu regeneračního plynu, který sestává hlavně z argonu s nepatrným podílem, např. 10 % vodíku, při průtoku maticí 2 pevných těles uvolňuje na nich odloučený zbytkový plyn a strhává ho s sebou. Rozumí se samo se -

bou, že působení regeneračního plynu může se případně podpořit topnými zařízeními 16 upravenými na maticích 2 pevných těles. Pro regeneraci matic 2 pevných těles mohou být potřebná pouze topná zařízení 16 případně ve spojení s čerpadly pro odsávání odloučeného zbytkového plynu. V každém případě se zbytkový plyn uvolněný regenerací z příslušné matrice 2 pevných těles vypustí komínem 12 do okolí. Budiž poznamenáno, že zde zmíněný regenerační plyn obsahuje vodík. Jeho podíl je však relativně nepatrný ve srovnání s podílem vodíku v odpadovém plynu z elektrického stroje; i při použití regeneračního plynu obsahujícího vodík je možné podstatné zmenšení nekontrolovatelných ztrát vodíku z elektrického stroje.

Vpředu byly popsány možnosti, jak relativně jednoduchým způsobem se může z odpadového plynu elektrického stroje, který obsahuje vodík a zbytkový plyn, oddělit vodík a přivést ho zpět ke stroji. Odpadá tak dosud nutný odvod tohoto vodíku do okolí, čímž je možné podstatné zlepšení bilance ztrát vodíku z elektrického stroje. Z toho vyplývají podstatná zjednodušení a úspory nákladů.

Pr 7085-70

Úřad  
pro  
Věhy  
Vlastnosti

|          |       |        |
|----------|-------|--------|
| 27 IV 95 | Doslo | 025186 |
|----------|-------|--------|

P A T E N T O V É   N Á R O K Y

1. Zařízení k odvádění odpadního plynu, který obsahuje vodík a zbytkový plyn, z elektrického stroje, naplněného vodíkem vakuovou extrakcí z těsnicího systému, s filtračním zařízením pro oddělování zbytkového plynu od vodíku a se zpětným vrácením vodíku ke stroji a s vakuovým čerpadlem, kterým se odpadní plyn z těsnicího systému extrahuje a přivádí filtračnímu zařízení, vyznačující se tím, že obsahuje dvě matrice (2) pevných těles ve filtračním zařízení (7), kterým je zbytkový plyn zachycovatelný a tím je od vodíku oddělitelný, jakož i přepínací zařízení (10), prostřednictvím kterého je odpadní plyn střídavě voditelný skrz jednu nebo druhou matici (2) pevných těles a vodík, který po pohlcení zbytkového plynu v odpovídající matici (2) pevných těles z odpadního plynu, zůstal, je přivoditelný zpět ke stroji (1).

2. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že filtrační zařízení (7) má regenerační zařízení (11), které je prostřednictvím přepínacího zařízení (10) připojitelné na tu matici (2) pevných těles, která právě není protékána odpadním plynem, tak že z regeneračního zařízení (11) je regenerační plyn, kterým je zbytkový plyn, vázaný na matici (2) pevných těles, pohlcovatelný a odvoditelný, voditelný maticí (2) pevných těles a nato odvoditelný do komína (12).

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, vyznačující se tím, že vakuové čerpadlo (14) je napojeno na odplynovací nádrž (6), ve které je těsnicí olej, odvedený ze stroje (1) odplynovatelný vakuovou extrakcí.

4. Zařízení podle nároku 3, vyznačující se tím, že odplynovací nádrž (6) je uspořádaná v oběhu (4) těsnicího oleje těsnicího systému (3, 4, 5, 6).

5. Zařízení podle nároku 4, vyznačující se tím, že elektrický stroj (1) má těsnicí systém (3, 4, 5, 6) jen s jediným oběhem (4) těsnicího oleje.

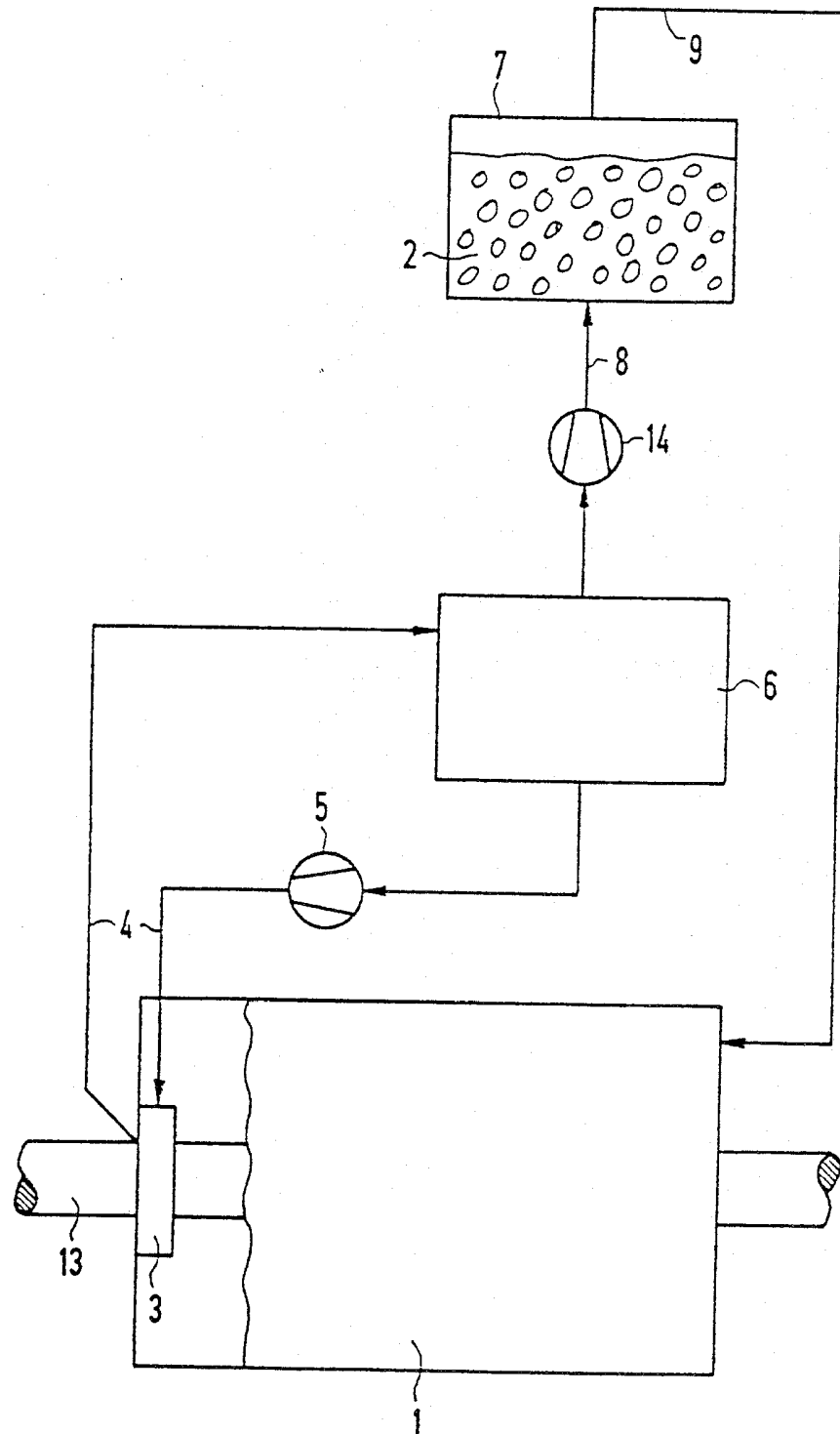
6. Zařízení podle některého z předcházejících nároků 1 až 5, vyznačující se tím, že každá matrice (2) pevných těles sestává v podstatě z mědi.

7. Zařízení podle některého z předcházejících nároků 1 až 6, vyznačující se tím, že každé matrici (2) pevných těles je přiřazeno topné zařízení (16).

8. Zařízení podle některého z předcházejících nároků 1 až 7, vyznačující se tím, že je uspořádáno na dynamoelektrickém velkstroji (1), zejména turbogenerátoru.

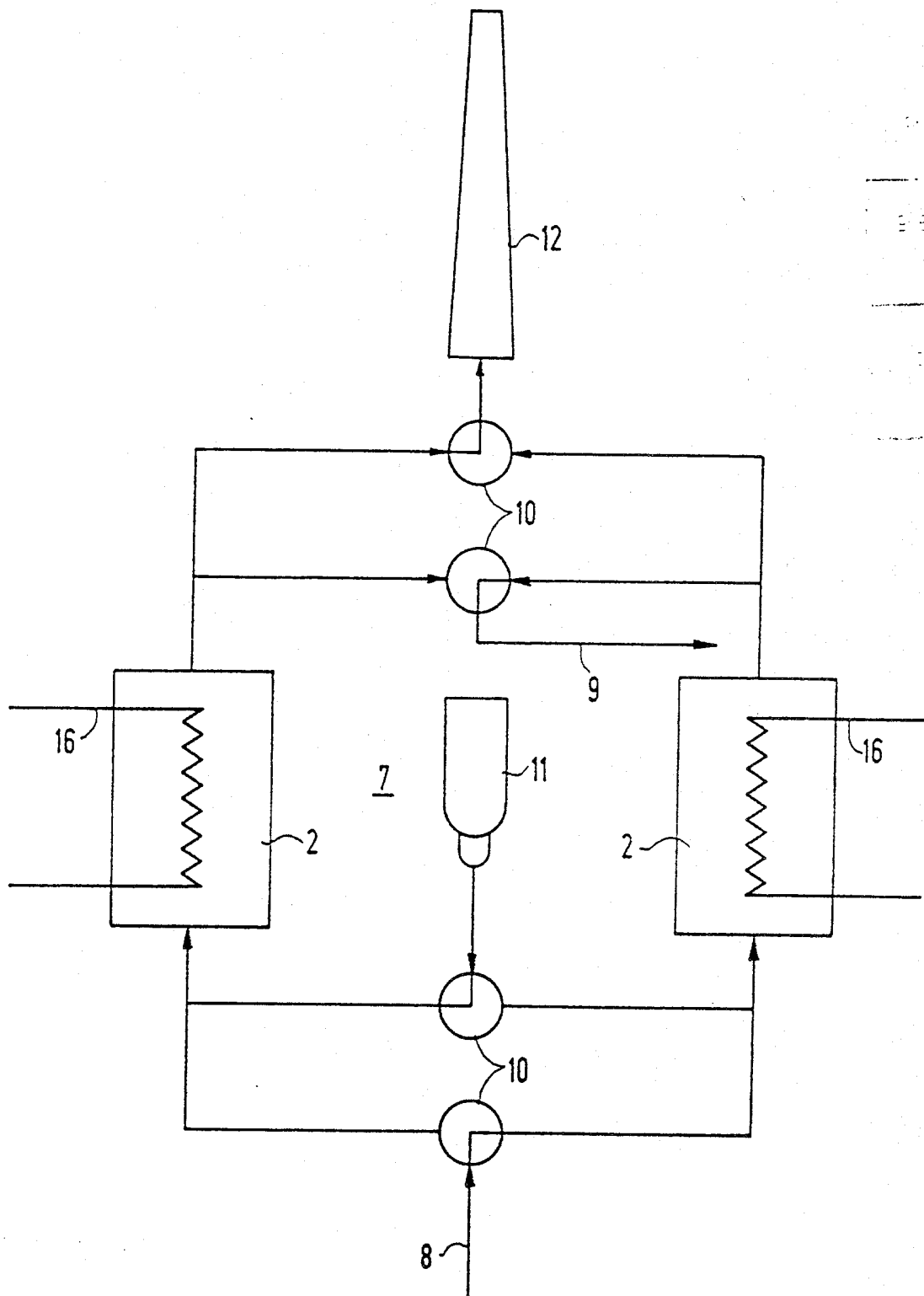
9. Použití zařízení podle některého z předcházejících nároků 1 až 8, vyznačující se tím, že je použito pro udržování čistoty vodíku v elektrickém stroji (1), přičemž nečistoty vodíku jsou odlučovány ve filtračním zařízení (7).

1/2



Obr. 1

2/2



Obr. 2