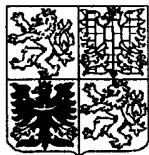


(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1998 - 2045

(22) Přihlášeno: 26.06.1998

(40) Zveřejněno: 14.11.2001
(Věstník č. 11/2001)

(47) Uděleno: 10.09.2001

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 14.11.2001
(Věstník č. 11/2001)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. ⁷:

H 01 F 27/08

H 01 F 27/12

H 01 F 27/14

(73) Majitel patentu:

ALTMANN Josef, Domažlice, CZ;

(72) Původce vynálezu:

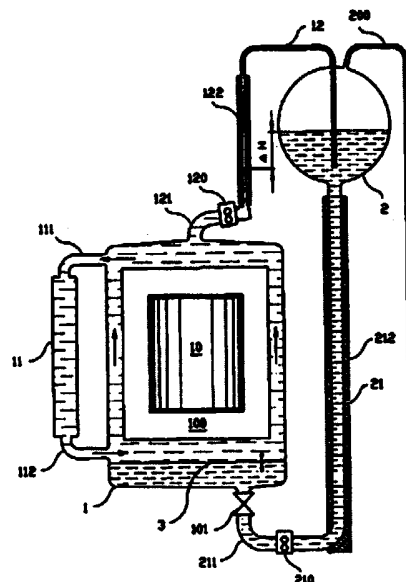
Altmann Josef, Domažlice, CZ;

(54) Název vynálezu:

Zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a vodou

(57) Anotace:

Zařízení pro snížení kontaminace kapalin vzdušnými plyny a vodou, a to zejména olejových náplní výkonových transformátorů, obsahuje nádobu (1) transformátoru, dilatační nádobu (2) a spodní a horní propojovací potrubí (21, 12). Nádoba (1) transformátoru je přitom ve své spodní části propojena spodním propojovacím potrubím (21) se spodní částí dilatační nádoby (2) a současně je také nádoba (1) transformátoru propojena ve své nejvyšší části horním propojovacím potrubím (12) s horní částí dilatační nádoby (2).



Zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a vodou

Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a vodou, které je zvláště vhodné pro snížení kontaminace olejových náplní výkonových transformátorů vzdušnými plyny a vodou.

10 Dosavadní stav techniky

Stávající řešení snižující kontaminaci kapalin plyny a vodou, lze rozlišit jednak podle principů které využívají a jednak podle stupně ochrany která tato řešení chráněným kapalinám poskytují.

15 Jedním z příkladů ochrany čistých kapalin známých z technické praxe, je ochrana olejových náplní výkonových transformátorů vůči infiltraci vzdušných plynů a vlhkosti z okolní atmosféry.

20 Nejznámější a nejčastěji užívaná zařízení se omezují na snížení infiltrace vzdušné vlhkosti do olejové náplně transformátorů pomocí vysoušečů vzduchu. Vysoušeče, ať už na absorpčním nebo vymrazovacím principu, jsou pak obvykle vřazeny do potrubní trasy, která spojuje dilatační nádobu transformátoru s okolní atmosférou.

25 Jiné podstatně účinnější řešení, které je schopno omezit nejen infiltraci vzdušné vlhkosti, ale také infiltraci vzdušných plynů do chráněné olejové náplně, pracuje na principu pružného prvku, obvykle vaku nebo membrány, zabudovaného přímo do dilatační nádoby transformátoru, kterým je oddělena chráněná kapalina od vzdušného okolí.

30 Dalším relativně novým řešením je snížení infiltrace vzdušných plynů a vlhkosti do transformátoru tzv. termohydraulickým uzávěrem, který je zabudován buď přímo do dilatační nádoby, nebo do potrubí, které spojuje horní část nádoby transformátoru se spodní částí dilatační nádoby. Při tomto řešení je využito tzv. vrstvy teplotní stratifikace vznikající v nádobě termohydraulického uzávěru, která odděluje studený a potenciálně kontaminovaný olej z dilatační nádoby od horkého oleje v nádobě transformátoru. Tato vrstva se za vhodných podmínek chová jako velmi tenká a dokonale pružná membrána, která brání vlastní olejovou náplň transformátoru vůči infiltraci nežádoucích příměsí z okolí.

35

Všechna uvedená řešení a na nich založená zařízení mají některé nedostatky.

40 Základním nedostatkem všech zařízení, která pouze zabraňují nebo snižují infiltraci vzdušné vlhkosti do transformátoru je skutečnost, že jejich pomocí lze ovlivnit pouze kontaminaci transformátoru vodou a tím i jeho okamžitou spolehlivost. Tato řešení totiž nijak neomezují vnik nežádoucích plynů, především kyslíku, do transformátoru a nejsou tedy schopna potlačit oxidační stárnutí, jak vlastního oleje, tak především pevných izolantů, které zásadně ovlivňuje dlouhodobou spolehlivost tohoto stroje.

45

Za hlavní nedostatek tzv. hermetizace transformátoru pomocí vaku nebo membrány zabudované do dilatační nádoby transformátoru lze považovat skutečnost, že toto řešení je relativně nákladné a v provozních podmínkách vyžaduje kontrolu těsnosti pružného elementu. V případě netěsnosti není možno tento element jednoduše opravit a obvykle je nutno vyměnit celou dilatační nádobu.

50

V případě použití termohydraulického uzávěru, sice odpadají některé nedostatky pružného elementu, protože vrstva teplotní stratifikace se vytváří spontánně na rozhraní horkého a studeného oleje vždy a není ji tedy možno trvale poškodit, ale pro stabilizaci této vrstvy je nutno stále v nádobě termohydraulického uzávěru udržovat dostatečný teplotní rozdíl a současně s ohledem na pokrytí celého rozsahu provozních teplot transformátoru musí být nádoba

55

termohydraulického uzávěru dostatečně objemná. Všechny tyto skutečnosti komplikují jak návrh transformátoru (obvykle je nutno zvětšit jeho tzv. dopravní profil), jeho případnou úpravu na hermetizovanou verzi a je-li např. nutno stabilizovat vrstvu teplotní stratifikace odsáváním oleje z uzávěru, jsou nutná další přídatná zařízení, která komplikují obsluhu a provoz transformátoru.

5

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky podstatně omezuje zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a vodou, obsahující hlavní nádobu ve které je umístěn tepelný zdroj, která je ve své spodní části propojena potrubím s dilatační nádobou volně propojenou s okolní atmosférou.

Výhodou zařízení podle vynálezu je pak zejména skutečnost, že čistá a teplá kapalina v hlavní nádobě je oddělena stabilní vrstvou teplotní stratifikace, která se spontánně vytvoří pod tepelným zdrojem, od studené a potenciálně kontaminované kapaliny, která se nachází ve spodní části hlavní nádoby, propojovacím potrubím a dilatační nádobě.

Existence vrstev teplotní (hustotní) stratifikace v tekutinách je obecně známa a je jí možno pozorovat jak v přírodě, viz například teplotní inverze v ovzduší, vznik vrstev teplé a studené vody v oceánech a přehradách, tak v technice (např. hustotní rozvrstvení v chemických a jaderných reaktorech atd.).

Účinek těchto vrstev je většinou považován za negativní jev, protože tyto vrstvy jsou velmi stabilní a obvykle velmi účinně brání požadovanému promíchávání tekutin. V zařízení podle vynálezu je tento jev a jeho relativně vysoká stabilita naopak využita pro snížení infiltrace nežádoucích příměsí do chráněné kapaliny.

Přehled obrázků na výkresech

30

Uspořádání transformátoru podle vynálezu je schematicky zobrazeno na obrázku 1. Standardní uspořádání transformátoru je zobrazeno na připojeném výkrese na obrázku 2.

Příklady provedení vynálezu

35

Jeden z příkladů praktického provedení zařízení podle vynálezu je znázorněn na připojeném výkrese v obrázku 1, na němž je zařízení podle vynálezu znázorněno jako úprava běžného výkonového transformátoru.

40

Podle tohoto výkresu sestává příklad provedení zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a parami zejména, z nádoby 1 transformátoru a z dilatační nádoby 2 situované nad nádobu 1 transformátoru, přičemž dilatační nádoba 2 je jednak ve své spodní části připojena na spodní propojovací potrubí 21, které vyúsťuje do spodní části nádoby 1 transformátoru, jednak je dilatační nádoba 2 také ve své horní části propojena horním připojovacím potrubím 12 s horní částí nádoby 1 transformátoru a jednak je vyrovnávacím potrubím 200 propojena s okolní atmosférou.

45

Do nádoby 1 transformátoru je zabudován magnetický obvod 100, opatřený vinutím 10, přičemž z levé horní strany nádoby 1 transformátoru je vyveden horní nátrubek 111, který je zaústěn do horní části olejového chladiče 11, a současně je ze spodní strany nádoby 1 transformátoru vyveden spodní nátrubek 112 vyústěný do spodní části olejového chladiče 11.

50

Spodní přípojovací potrubí 21 je jednak ve své svislé části opatřeno spodním termoizolačním pláštěm 212 a jednak je do něho zabudováno spodní Buchholzovo relé 210, propojené spodním kolenem 211 s vypouštěcím šoupětem 101 situovaným do nejnižší části nádoby 1 transformátoru.

5 Do horního přípojovacího potrubí 12, jehož pravá svislá větev je zaústěna do spodní části dilatační nádoby 2 a jeho levá svislá větev je opatřena horním termoizolačním pláštěm 122, je vestavěno horní Buchholzovo relé 120, spojené horním kolenem 121 s nejvyšší částí nádoby 1 transformátoru.

10 Činnost zařízení podle vynálezu je možno nejlépe popsat porovnáním dějů, které probíhají v olejové náplni u standardně uspořádaného transformátoru a u transformátoru uspořádaného podle vynálezu. Dnes standardní uspořádání transformátoru je schematicky zobrazeno na připojeném výkresu v obrázku 2, zatímco uspořádání transformátoru podle vynálezu je schematicky zobrazeno na výkresu v obrázku 1.

15 Za normálního provozu je v obou případech olejová náplň nádoby 1 transformátoru ohřívána ztrátovým tepelným výkonem magnetického obvodu 100 a vinutí 10 a ohřátý olej natéká horním nátrubkem 111 do chladiče 11 oleje a po schlazení je spodním nátrubkem 112 zaváděn zpět do nádoby 1 transformátoru, znovu obtéká a chladí magnetický obvod 100 a vinutí 10 a je znovu
20 zaváděn do chladiče 11 oleje.

U standardního uspořádání transformátoru na obrázku 2, je za těchto podmínek nádoba 1 transformátoru a dilatační nádoba 2 propojena vyspádovaným potrubím 102, které je vyústěno z nejvyššího místa nádoby 1 transformátoru a ústí do nejnižší části dilatační nádoby 2.

25 Vzhledem k tomu, že za provozu je v nádobě 1 transformátoru stále magnetickým obvodem 100 a vinutím 10 ohříván olej a v dilatační nádobě 2 je současně zchlazován atmosférickým okolím, vzniká mezi nádobou 1 transformátoru a dilatační nádobou 2 vždy značný teplotní rozdíl, jehož účinkem stále protéká horní polovinou průřezu potrubí 102 horký olej z nádoby 1 transformátoru
30 do dilatační nádoby 2, kde se sytí atmosférickými plyny a případně také vlhkostí a současně je (za ustálených podmínek) stejný objem zchlazeného oleje odváděn z dilatační nádoby 2 spodní polovinou průřezu potrubí 102 zpět do nádoby 1 transformátoru a trvale tím kontaminuje její olejový obsah.

35 V rámci tohoto nežádoucího tzv. termosifonového jevu, pak působí olej jako nosič kontaminujících příměsí z okolní atmosféry do systému transformátoru.

Vrstva teplotní stratifikace 3, která se spontánně vytvoří pod spodní úrovní spodního nátrubku 112 se v tomto případě při změnách teploty resp. zátěže transformátoru prakticky nepohybuje.

40 Cílem zařízení podle vynálezu je zásadní potlačení transportu kontaminantů z okolí do chráněné kapaliny v transformátoru. Jak je patrné porovnáním obrázků 1 a 2, je tohoto cíle v zařízení podle vynálezu dosaženo především tím, že v tomto zařízení neexistuje přímé a vyspádané potrubní propojení mezi horní částí nádoby 1 transformátoru a spodní částí dilatační nádoby 2, ve kterém
45 by mohl vznikat intenzivní termosifonový jev a odpovídající transport kontaminantů proudy oleje a dále tím, že aktivně využívá vrstvu teplotní stratifikace 3, která se spontánně vytvoří v nádobě každého transformátoru s olejovou náplní, jako zábrany vůči promíchávání horkého a studeného oleje ve spodní části nádoby 1 transformátoru v průběhu teplotní dilatace olejové náplně transformátoru.

50 U transformátoru upraveného podle vynálezu je pak transport kontaminantů z okolní atmosféry do oleje v nádobě 1 transformátoru nad vrstvou teplotní stratifikace 3 realizován pouze difuzí. Nežádoucí příměsí tedy musí prodifundovat ze zdrojového místa tj. dilatační nádoby 2 do chráněné olejové náplně v nádobě 1 transformátoru olejovými sloupci ve spodním propojovacím
55 potrubí 21 a horním propojovacím potrubí 12.

- Vzhledem jednak k značné délce olejového sloupce v dolním spojovacím potrubí 21 a jednak k malému průřezu olejového sloupce v horním propojovacím potrubí 12, které je navíc uzavřeno sifonovým uzávěrem vytvořeným svislou částí potrubí 12 ponořenou v délce ΔH do olejového obsahu dilatační nádoby 2, je intenzita kontaminace vyvozená difuzí velmi malá a vůči původnímu transportu kontaminantů vyvozenému termosifonovým jevem prakticky zanedbatelná.
- Pro účinné zabránění nežádoucího konvektivního promíchávání oleje ve svislé části dolního propojovacího potrubí 21, a svislé části horního propojovacího potrubí 12, které může být vyvozeno vnějším ohřevem odpovídajícího olejového sloupce, jsou obě potrubí opatřena spodním termoizolačním pláštěm 212 a horním termoizolačním pláštěm 122.
- Případný únik plynů z nádoby 1 transformátoru není zařízením podle vynálezu nijak narušen, protože plyny mohou, po průchodu horním kolenem 121 a horním Buchholzovým relé 120, volně procházet do horního propojovacího potrubím 12 a po probublání olejovým obsahem dilatační nádoby 2 a vyrovnávacím potrubím 200 volně uniknout do okolní atmosféry.
- Maximální difference obou hladin ΔH zakreslená v obrázku 1 pak odpovídá stavu, kdy z nádoby 1 transformátoru trvale unikají plyny (generované například poruchou ve vinutí 10), shromažďují se v horní části horního propojovacího potrubí 12 a probublávají olejem v dilatační nádobě 2 a posléze unikají z této nádoby do okolí.
- Při zvýšení zátěže transformátoru se začne ohřívat olej, kterým je chlazen magnetický obvod 100 a vinutí 10, na vyšší teplotu a tepelnou dilataci zvyšuje svůj objem. Odpovídajícím nárůstem tlaku je část oleje vytlačována z nádoby 1 transformátoru a jednak protéká otevřeným vypouštěcím šoupětem 101, spodním kolenem 211, spodním Buchholzovým relé 210 a spodním propojovacím potrubím 21 do dilatační nádoby 2, kde úroveň hladiny roste a jednak je velmi malý objem oleje protlačován horním kolenem 121, horním Buchholzovým relé 120 do horního propojovacího potrubí 12, kde úroveň hladiny oleje také roste.
- Tento děj se zastaví v okamžiku, kdy se v nádobě 1 transformátoru stabilizuje teplota olejové náplně na nové vyšší hodnotě a hladiny oleje jak v dilatační nádobě 2, tak v horním propojovacím potrubí 12 se ustálí například na diferenci ΔH , která odpovídá aktuálnímu úniku plynů z nádoby transformátoru.
- Vrstva teplotní stratifikace 3, která odděluje horký a studený olej v nádobě 1 transformátoru, se nyní pohybuje směrem dolů až do dosažení nového ustáleného stavu.
- Zařízení podle vynálezu s výhodou využívá prostor ve spodní části nádoby 1 transformátoru, mezi dnem této nádoby a úrovní spodního vyústění spodního nátrubku 112, jako pracovní prostor pro pohyb vrstvy teplotní stratifikace 3. Tento prostor je totiž svým objemem řádově srovnatelný s objemem dilatační nádoby 2, jejíž objem je dimenzován na změnu objemu olejové náplně transformátoru vyvozenou teplotním rozdílem vyšším než 100 °C.
- Proto při normálních změnách provozní teploty transformátoru tj. 30 – 50 °C, které odpovídají například zapínání a vypínání chladicích ventilátorů, se vrstva teplotní stratifikace 3 pouze v tomto prostoru posouvá a její schopnost účinně oddělovat horký a studený olej není těmito změnami nijak dotčena. Protože pod vrstvou teplotní stratifikace 3, ve spodním propojovacím potrubí 21 a v dilatační nádobě 2, má olej prakticky teplotu okolí a teplotní změny transformátoru jsou velmi pomalé, nedochází při průtoku studeného oleje spodním propojovacím potrubím 21 k žádnému procesu promíchávání, ať už vlivem teplotních rozdílů, nebo vlivem turbulence a tím ani k adekvátnímu intenzivnímu transportu kontaminantů. Studený olej deponovaný pod vrstvou teplotní stratifikace 3 se pouze při nárůstu teploty nad touto vrstvou pomalu „přesouvá“ spodním

propojovacím potrubím 21 do dilatační nádoby 2 a naopak při poklesu teploty stejně pomalu natéká do nádoby 1 transformátoru.

5 V případě velkých teplotních změn olejové náplně transformátoru může sice dojít k poklesu vrstvy teplotní stratifikace 3 až do úrovně spodního Buchholzova relé 210, a k průtoku teplejšího oleje spodním propojovacím potrubím 21 do dilatační nádoby 2, ale tento děj má vždy dočasný charakter a po ustálení teploty transformátoru vždy dojde k rychlému spontánnímu obnovení vrstvy teplotní stratifikace 3 a oddělení horkého a studeného oleje.

10 Analogicky, při poklesu zátěže transformátoru, začne teplota olejové náplně v horní části nádoby 1 transformátoru klesat a úbytek objemu oleje vyvozený dilatací, je vyrovnáván nátokem oleje z dilatační nádoby 2. Vrstva teplotní stratifikace 3 nyní v nádobě 1 transformátoru stoupá.

15 Při značném poklesu teploty oleje v nádobě 1 transformátoru, může vrstva teplotní stratifikace 3 teoreticky stoupnout až nad úroveň spodní hrany spodního nátrubku 112 a může dojít k její interakci s proudem zchlazeného oleje, který vytéká ze spodního nátrubku 112. Vzhledem k značné stabilitě vrstvy teplotní stratifikace 3 je dynamickým účinkem proudu oleje dosud dokonale rovinný povrch této vrstvy zvlněn, ale k intenzivnímu směšování teplejšího oleje nad vrstvou teplotní stratifikace 3 se studeným olejem pod touto vrstvou obvykle nedochází.

20 V případě vypnutí transformátoru pak nikdy nedojde k úplnému vyrovnání teploty po výšce nádoby 1 transformátoru a nastupuje přirozené teplotní rozvrstvení olejového obsahu nádoby 1 transformátoru. Vzhledem k tomu, že za těchto okolností olej v nádobě 1 transformátoru obvykle stagnuje, je výsledkem opět velmi pomalá kontaminace olejové náplně difúzí.

25 Základní výhodou zařízení podle vynálezu je jeho jednoduchost, která dovoluje snadnou a nenákladnou úpravu i stávajících transformátorů s tím, že následné radikální snížení kontaminace jejich olejových náplní atmosférickými plyny a vlhkostí, zvětšuje jejich okamžitou a dlouhodobou spolehlivost.

30 Další výhodou zařízení podle vynálezu je pak dále skutečnost, že v maximální míře využívá energetických zdrojů a objemových kapacit, které jsou v každém výkonovém transformátoru s olejovou náplní již k dispozici. Ztrátový výkon magnetického obvodu a vinutí je využit jako tepelný zdroj potřebný pro vznik stabilní vrstvy teplotní stratifikace a současně je využita spodní
35 část nádoby transformátoru jako prostor, kde se může tato vrstva volně pohybovat a účinně oddělovat chráněnou kapalinu od okolí i při značných změnách teplot vyvozených například změnou zátěže transformátoru.

40 Výhodou zařízení podle vynálezu je pak dále zejména to, že neobsahuje žádné mechanicky pohyblivé součásti a nelze je tedy za normálního provozu poškodit a není je tedy nutno ani kontrolovat ani opravovat.

45 Další výhodou je také skutečnost, že zařízením podle vynálezu nejen že není dotčena funkce standardní ochrany transformátorů, tj. Buchholzova relé, ale jeho zdvojením je dokonce výrazně zvýšena spolehlivost, citlivost a selektivita této ochrany.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Zařízení pro snížení kontaminace kapalin plyny a vodou sestávající z nádoby transformátoru, dilatační nádoby a propojovacích potrubí, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nádoba (1) transformátoru, je ve své spodní části spodním propojovacím potrubím (21) propojena se spodní částí dilatační nádoby (2) a současně je nádoba (1) transformátoru ve své horní části propojena horním propojovacím potrubím (12) s horní částí dilatační nádoby (2).

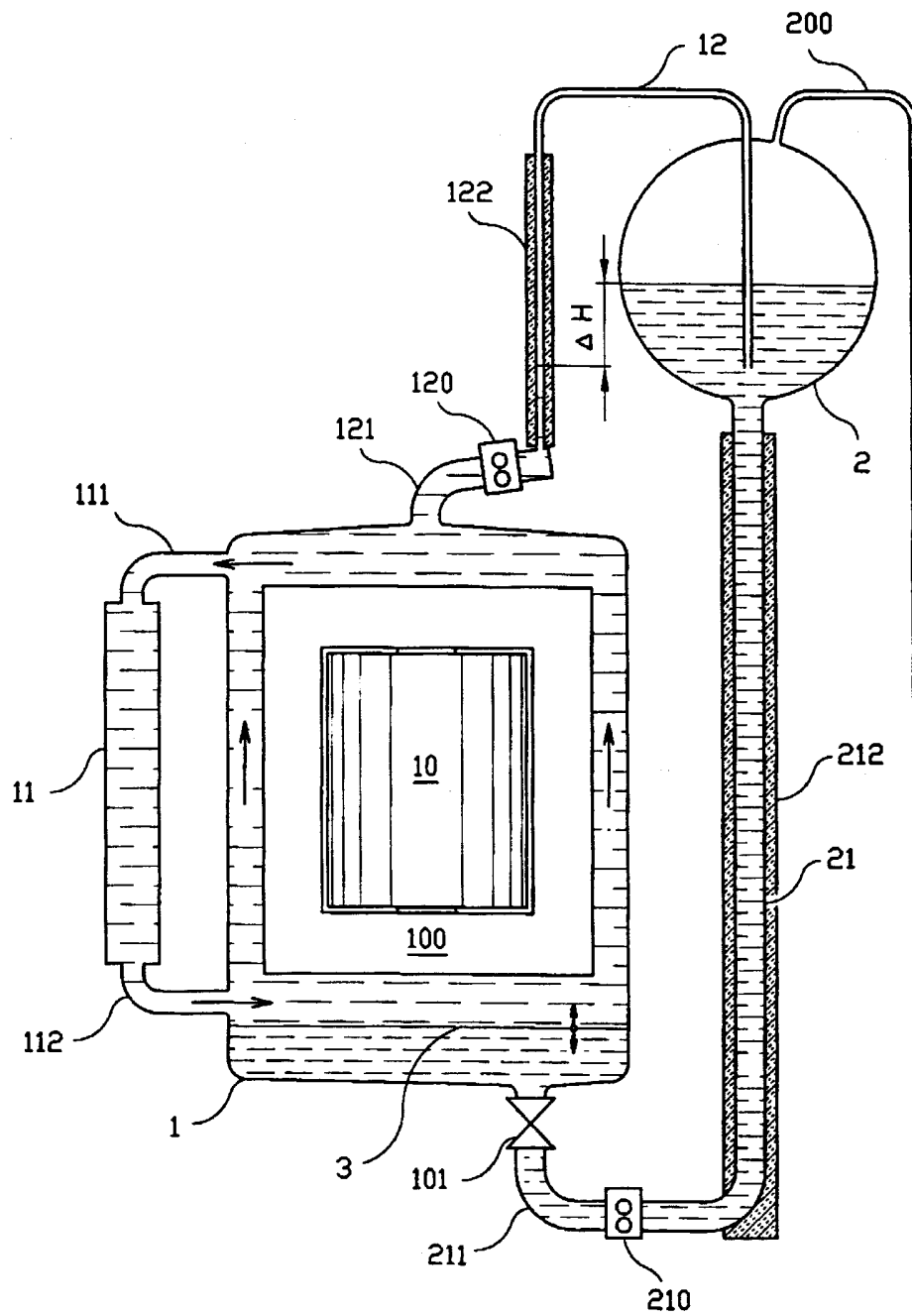
10

2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že do spodního propojovacího potrubí (21) je v jeho spodní části zabudováno spodní Buchholzovo relé (210) a jeho svislá část je opatřena spodním termoizolačním pláštěm (212) a že do horního propojovacího potrubí (12) je zabudováno horní Buchholzovo relé (120) a jeho svislá část nad horním Buchholzovým relé (120) je opatřena horním termoizolačním pláštěm (122).

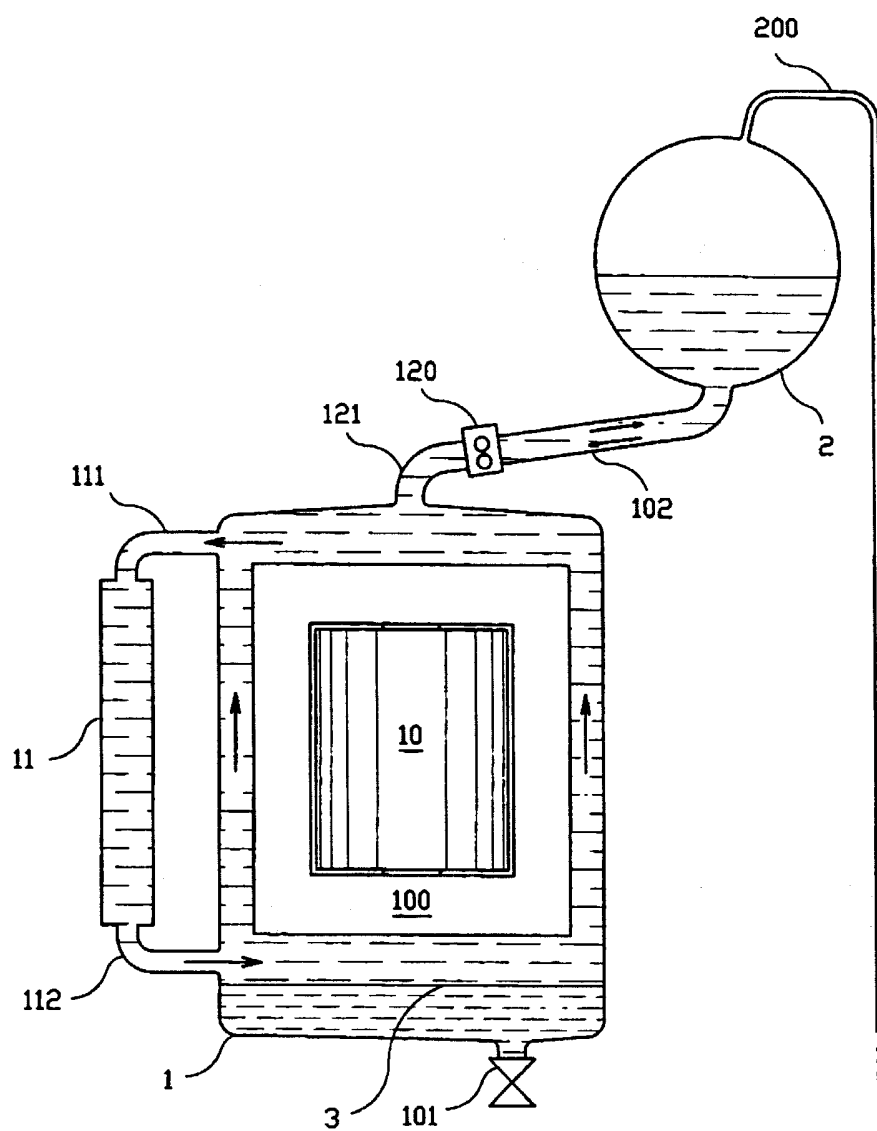
15

20

2 výkresy



OBR.1



OBR.2

Konec dokumentu