



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 197 404

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³ G 01 N 19/10

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno

28.02.73

(21)

PV 1448-73

(32)(31) (33) Právo přednosti od 01.03.72

/WP G 01 n/ 161 203

Německá demokratická republika

(40) Zveřejněno

31.08.79

(45) Vydáno

01.6.82

(75)
Autor vynálezu

RÜTZ JÜRGEN dipl. ing., RHEINSBERG (NDR)

(54)

Zařízení k měření vlhkosti páry, zejména vodní páry v jaderných elektrárnách typu voda-voda metodou škrcení

1

Vynález se týká zařízení k měření vlhkosti páry, zejména vodní páry v jaderných elektrárnách typu voda-voda metodou škrcení.

V jaderných elektrárnách typu voda-voda se vyrábí pára s malou vlhkostí. Tato vlhká pára expanduje ve speciálních turbinách na vlnkou páru. Aby bylo možné tento pochod provádět hospodárně, je třeba znát vlastnosti a stav vlhké páry, a proto je nutné měřit vlhkost v páře. Přitom musí být měřitelné hodnoty vlhkosti menší než 0,5 %.

Ze známých způsobů měření vlhkosti při malých hodnotách vlhkosti je vhodná v podstatě pouze metoda škrcení, u níž se zkušební vzorek přivádí z parního potrubí do škrtícího kalorimetru a z tepelné bilance se vlhkost určuje ze změny tlaku a teploty zkušební vzorku páry.

Všechny další způsoby měření vlhkosti, jako kondenzační, přehřívací a psychometrický, spočívající na měření hustoty, dále mísící způsoby a mechanické způsoby s ohybovými, nárazovými a odstředivými odlučovači, se vyznačují příliš velkými chybami měření, které jsou podmíněny samotnou tolerancí měřicí techniky a lze je sotva měnit, což se dá analyticky přesně dokázat.

Znamé zařízení pro určování vlhkosti vodní páry měřením odběru tepla po přepouštění v prostoru o malém tlaku se vyznačuje přepouštěcí nádobou, sestávající z určitého počtu soustředných jímek, kterými v opačných směrech prochází pára, vstupující se škrtícího ventilu do středové části, před svým výstupem do volného prostoru. Přepouštěcí nádoba je obklopena ochranným pláštěm proti tepelným ztrátám. Uvnitř středové části je umístěn teploměr. Po odečtení teploty lze určit pomocí speciálních tabulek obsah vlhkosti páry.

Toto zařízení však nepředpokládá žádné prostředky, které by umožnily určovat rozdělení vlhkosti po průřezu potrubí a zajistily isokinetický odběr zkušebních vzorků z vyšetřované páry. Kromě toho je nevýhodné, že údaje o vlhkosti páry se nezjišťují přímo a nejsou registrovány, nýbrž je třeba používat tabulek. Proto je měření při nepatrných hodnotách vlhkosti

ještě příliš nepřesné. Kromě toho je známé zařízení pro určování vlhkosti prostředí, zejména vodní páry, u něhož elektrický výstup ze zařízení na měření tepelného obsahu je zapojen proti elektrickému výstupu z měřicího zařízení stavu vlhké páry takovým způsobem, že protékající proud je úměrný vlhkosti, přičemž do proudového obvodu jsou zapojeny měřicí přístroje, pojistná zařízení nebo zařízení pro zpracování údajů. U tohoto zařízení se sice získávají přímé a registrované údaje o vlhkosti, avšak není možné zjistit rozdělení vlhkosti uvnitř parního potrubí a není ani zajištěno izometrické odebrání zkušebních vzorků, takže toto zařízení není použitelné jako přístroj pro měření provozní vlhkosti. U provozu jaderných elektráren jsou však nutná měření po celém průřezu potrubí.

Účelem vynálezu je odstranit tyto nevýhody a vyvinout přístroj na měření provozní vlhkosti, který by pracoval podle metody škrcení a byl vhodný pro přesné měření malých hodnot vlhkosti, přičemž výsledky měření by se předávaly přímo a také registrací.

Vynález má za úkol vytvořit zařízení k měření vlhkosti páry, zajišťující odebrání zkušebních vzorků na různých místech průřezu potrubí, přičemž jako indikační ústrojí by sloužilo známé zařízení s indikačními přístroji pro přímou indikaci a registraci.

Tento úkol je řešen vynálezem, jehož podstatou je, že zařízení k měření vlhkosti páry sestává ze zařízení pro odběr zkušebních vzorků, které je opatřeno sondou, posuvnou v potrubí pro vlhkou páru a spojenou přes škrticí orgán se škrticím kalorimetrem, přičemž na škrticí orgán je připojen výstup regulátoru pro nastavení izokinetického odběru zkušebních vzorků, jehož vstup je spoje přes měnič s vysokotlakým sloupcem U uspořádaným v zařízení pro odběr zkušebních vzorků, zatímco ke sběrné trubce, napojené na sondu, je připojen měnič pro měření tlaku vlhké páry a ke škrticímu kalorimetru jsou připojeny další měniče pro měření tlaku a teploty, jejichž výstupy vedou k indikační jednotce pro přímou a registrovanou indikaci.

Pro přesnost měření je výhodná, je-li měnič pro měření tlaku vlhké páry opatřen pístovým manometrem, měnič pro měření kalorimetrického tlaku přesným diferenčním manometrem a měnič pro měření kalorimetrické teploty přesným měřicím zařízením pro termočlánky s dvojitým pláštěm, s částečnou kompenzací termonepětí.

V indikační jednotce pro přímou a registrovanou indikaci je elektrický výstup z uspořádání pro měření tepelného obsahu, jehož vstupy jsou spojeny s měniči, připojenými na škrticí kalorimetr, předřazen před elektrický výstup z uspořádání pro měření stavu vlhké páry, ke kterému je připojen měnič pro měření tlaku vlhké páry, přičemž v proudovém okruhu, který spojuje oba elektrické výstupy, je uspořádán registrační přístroj pro měření proudu, jehož měřené hodnoty jsou úměrné vlhkosti.

Aby při měření tlaku a teploty v důsledku intenzivního víření zkušebního vzorku se vytvořila termodynamická rovnováha, sestává škrticí kalorimetr s výhodou ze soustředných trubek, střídavě na čelních stranách uzavřených, pro proudění páry ze škrticího ventilu zvnitřku k vnějšku v opačném smyslu, přičemž místo pro měření tlaku a teploty se nalézá před posledním obrácením o 180° , a soustředné trubky jsou obklopeny pláštěm pro ochranu proti tepelným ztrátám.

Podle dalšího významu vynálezu sestává zařízení pro odběr zkušebních vzorků z jímky spojené pomocí příruby s potrubím a opatřené v čelní stěně ucpávkou, kterou prochází tyč opatřená v oblasti jímky koaxiálním otvorem, přičemž v tyči je uchyceno šroubové vřeteno nesoucí na konci směrujícím k potrubí desku, ve které jsou upevněny trubka nesoucí sondu a odvádějící zkušební vzorek, jakož i impulsní potrubí přicházející od sondy, přičemž trubka a impulsní potrubí vyčnívají do sběrných trubek vedených čelní stěnou jímky a na obvodu jsou opatřeny těsnicími kroužky pro utěsnění sběrných trubek vzhledem k jímkce.

U zařízení podle vynálezu, u kterého je použito pouze jednoho měniče pro měření tlaku vlhké páry a dalšího měniče pro měření teploty ve škrticím kalorimetru, jejichž výstupy vedou k indikační jednotce pro přímou a registrovanou indikaci, je s výhodou indikační jednotce pro přímou a registrovanou indikaci před napětí předávané z měniče pro měření teploty, například do termočlánku, předřazeno přes odpor napětí odebírané ze zdroje stálého napětí přes dělič napětí, jehož snímač je ovládán vačkou, jejíž otočný úhel je určen tlakem vlhké páry a její tvar je navržen tak, že předřazené napětí je úměrné teplotě, která by byla měřena při škrcení syté páry ve škrticím kalorimetru a rozdíl napětí se

přivádí do indikačního přístroje, který udává vlhkost páry přímo anebo registrací.

Při stavbě jaderných elektráren o velkých výkonech se instalují parní turbíny pracující s vlhkou párou, které mají velké výkony, pro jejichž provoz jsou vyžadovány zprísňené bezpečnostní podmínky. Z toho vyplývá, že vlhkost čerstvé páry je třeba během provozu sledovat. Zařízení podle vynálezu je řešeno jako provozní měřicí přístroj a umožňuje přímé měření vlhkosti páry s vysokou přesností, přičemž absolutní chyba činí pouze 0,05 %. Protože sběrné trubky v zařízení pro odběr zkušebních vzorků jsou obtékány vlhkou párou proudící v potrubí, nevyskytují se u odebraných zkušebních vzorků žádné tepelné ztráty vedením, takže jsou dány dobré předpoklady pro přesné měření. Přestavováním sondy pomocí vřetena dochází v otvoru ucpávky pouze k otočnému pohybu, u kterého není třeba počítat s nějakými problémy při těsnění, takže je zajištěna bezpečnost pro jaderná technická zařízení. Zařízení podle vynálezu není náročné na prostor u potrubí a kromě toho vyžaduje i nepatrný prostor pro obsluhu. Všechny uvedené znaky a vlastnosti zajišťují, že zařízení podle vynálezu lze použít jako provozní měřicí přístroj o velké přesnosti.

Zařízení podle vynálezu je podrobněji vysvětleno podle výkresu, kde značí: obr. 1 blokové schéma zařízení, obr. 2 schematickou konstrukci škrticího kalorimetru, obr. 3 konstrukci zařízení pro odběr zkušebních vzorků, obr. 4 zjednodušenou jednotku pro přímou a registrovanou indikaci.

Zařízení 1 pro odběr zkušebních vzorků (obr. 1) je spojeno nátrubkem s potrubím nebo nádobou, ve kterých proudí pára, a je opatřeno sondou nulového tlaku pro odběr zkušebních vzorků, posuvnou během provozu. Hlavou sondy se zkušební vzorek m_p dostává do sběrné trubky a odtud přes škrticí orgán 2 do škrticího kalorimetru 3. Ke dvěma implusním potrubím 4, 5, vycházejícím ze sondy, je připojen měnič 6 s vysokotlakým sloupcem U pro měření statického rozdílu tlaků. Výstup z tohoto měniče 6 vede k regulátoru 7, který má za úkol nastavit škrticí orgán 2 tak, aby docházelo k izokinetickému odběru zkušebních vzorků.

Od škrticího kalorimetru 3, který svou konstrukcí slouží k intenzivnímu víření zkušebního vzorku a k rychlému vytvoření termodynamické rovnováhy, se kalorimetrický tlak p_k a kalorimetrická teplota t_k přivádí přes měniče 8, 9 do indikační jednotky 10, do které se přes další měnič 11 předává tlak p_{ND} vlhké páry od zařízení 1 pro odběr zkušebních vzorků. Indikační jednotka 10 pro přímou a registrovanou indikaci odpovídá zařízení, které je známo z patentu NDR č. 70188 a proto zde není podrobněji popsáno.

Pro přesné měření je měnič 11 pro měření tlaku vlhké páry opatřen pístovým manometrem, měnič 8 pro měření kalorimetrického tlaku přesným diferenciálním manometrem a měnič 9 pro měření kalorimetrické teploty přesným měřicím zařízením pro termočlánky s dvojitým pláštěm, s částečnou kompenzací termonapětí. Tyto měřicí přístroje a zařízení nejsou jednotlivě naznačeny.

Vynález se neomezuje na měření vlhkosti vodní páry v jaderných elektrárnách, nýbrž může se uplatnit pro jakékoliv měření vlhkosti páry.

Podle obr. 2 je škrticí kalorimetr 3 opatřen přívodním potrubím 12, zaústěným do středové trubky 13, která je na své čelní straně připevněna k spojovací desce 14, ve které je proveden otvor 15 pro přívodní potrubí 12. Koaxiálně ke středové trubce 13 jsou zapojeny do sebe další čtyři trubky 16, 17, 18, 19 takovým způsobem, že jsou připojeny na opačných čelních stranách na kruhových, popřípadě prstencových deskách 20, 21, popřípadě v těchto deskách 20, 21 a tvoří labyrintovou dráhu pro páru. Z meziprostoru mezi oběma posledními trubkami 18, 19 proudí pára do druhé středové trubky 22, která je s první středovou trubkou 13 koaxiální. Uvnitř této druhé středové trubky 22 je provedeno místo 23 pro měření tlaku a teploty, ve kterém je pára s určitostí v termodynamické rovnováze.

Pára po výstupu z druhé trubky 22 se znovu obrací o 180° a pak ve vnější trubce 26, která obklopuje všechny ostatní trubky a je ve střední části 27 opatřena zvětšeným průměrem pro uložení do sebe spojených trubek 13, 16 až 19, proudí ke vstupnímu konci bočně připojeného výstupního otvoru 28.

Způsob odvádění páry nevyvolává na skutečném místě 23 měření žádné tepelné ztráty. Celá soustava nádoby je obklopena ochranným pláštěm 29 proti tepelným ztrátám.

Na obr. 3 je naznačena konstrukce pro odběr zkušebních vzorků. K potrubí 31, ve kte-

rám proudí vlhká pára, je pomocí příruby 32 připojena jímka 33. V čelní stěně 34 jímky 33 je proveden otvor 35, kterým prochází tyč 36, která v oblasti jímky 33 je opatřena koaxiálním otvorem 37 a na konci směřujícím k potrubí 31 vložkou 38 s vnitřním závitem. V tyči 36 je uchyceno vřeteno šroubové 39 přestavované otáčením tyče 36.

Na konci šroubového vřetene 39, přivráceném k potrubí 31, je uspořádána deska 40, ve které je zavařena trubka 41, která nese na svém konci vyčnívající do potrubí 31 sondu 42 a svým druhým koncem je ponořena do sběrné trubky 43 vedené skrze čelní stěnu 34, ke které je přivařena, do jímky 33. Zkušební vzorek, který má být zkoušen, se odebírá z nátrubku 44 sběrné trubky 43, vyčnívajícího z jímky 33. Stejným způsobem jsou upevněna impulsní potrubí 45 vedoucí od sondy 42, ze kterých je znázorněno pouze jedno potrubí, a která jsou zaústěna rovněž do sběrné trubky 46 a upevněna stejným způsobem jako sběrná trubka 43 pro zkušební vzorek. Trubka 41 a impulsní potrubí 45 jsou opatřena na koncích, přecházejících do sběrných trubek 43, 46, po obvodu těsnicími kroužky 47 a tím také při svém pohybu během přestavování sondy 42 utěsňují sběrné trubky 43, 46 vzhledem k jímce 33. Otvor 35 pro tyč 36 je utěsněn pomocí ucpávky 48, kterou lze přestavovat pomocí převlečné matice 49. Tyč 36 je opatřena na konci, vyčnívající z ucpávky 48, ručním kolečkem 50, pomocí kterého lze sondu 42 přestavovat, přičemž její poloha se dá odečítat na naznačené stupnici.

Náklad na přístroje pro indikační jednotku na přímou a registrovanou lze podstatně snížit tím, zjišťuje-li se vlhkost na základě vztahu

$$f = p \cdot (t'_s - t_k) = p \cdot \Delta t$$

přičemž p jako součinitel úměrnosti při škrcení proti atmosféře ($p = 102,9698$ kPa) má hodnotu

$$p = \frac{1}{9} \frac{\% \text{ vlhkosti}}{\text{grd}}$$

t'_s - značí teplotu, která by se měřila při škrcení suché syté páry ve škrticím kalorimetru a

t_k - značí teplotu, která se měří při škrcení vlhké páry ve škrticím kalorimetru.

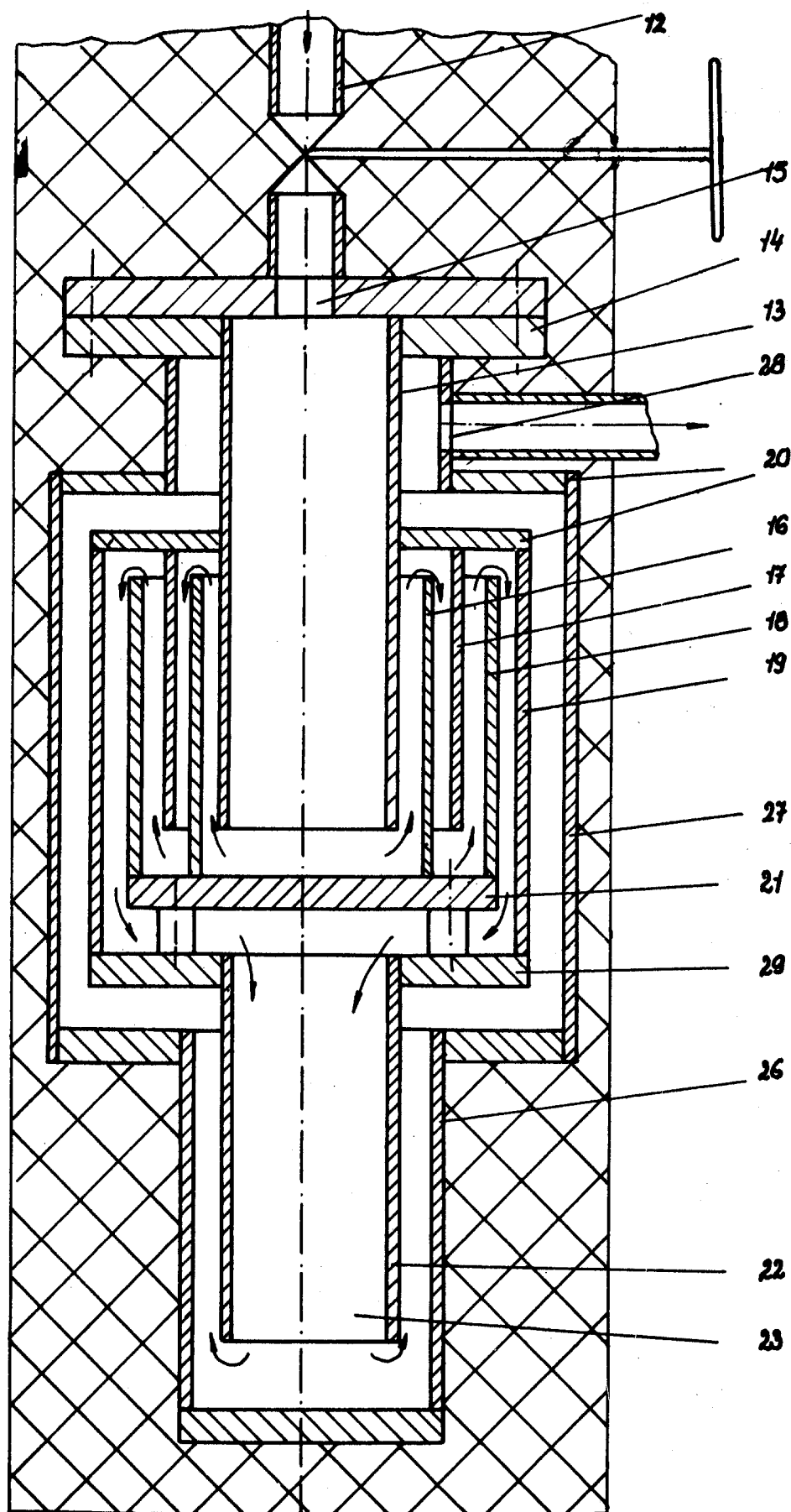
Za tím účelem je indikační jednotka na přímou a registrovanou indikaci podle obr. 4 řešena tak, že napětí, z termočlánku 51, který je uspořádán ve škrticím kalorimetru 3 jako měnič měřené teploty (viz obr. 1), dostává se k termostatu 52 jako zdroji srovnávacího napětí. Před termonapětí, přicházející z termostatu 52, je předřazeno přes odpor 53 napětí, odebírané ze zdroje 54 stálého napětí přes dělič 55 napětí. Snímač 56 děliče 55 napětí je ovládán vačkou 57, jejíž úhel natočení je určován tlakem p_{ND} vlhké páry a její tvar je navržen tak, aby snímané a předřazené napětí bylo vždy úměrné teplotě, která by byla měřena při škrcení suché syté páry ve škrticím kalorimetru 3. Zbytkové napětí je úměrné žádanému rozdílu teplot Δt , který je opět úměrný vlhkosti. Přímá nebo registrovaná indikace se uskutečňuje v indikačním přístroji 58.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

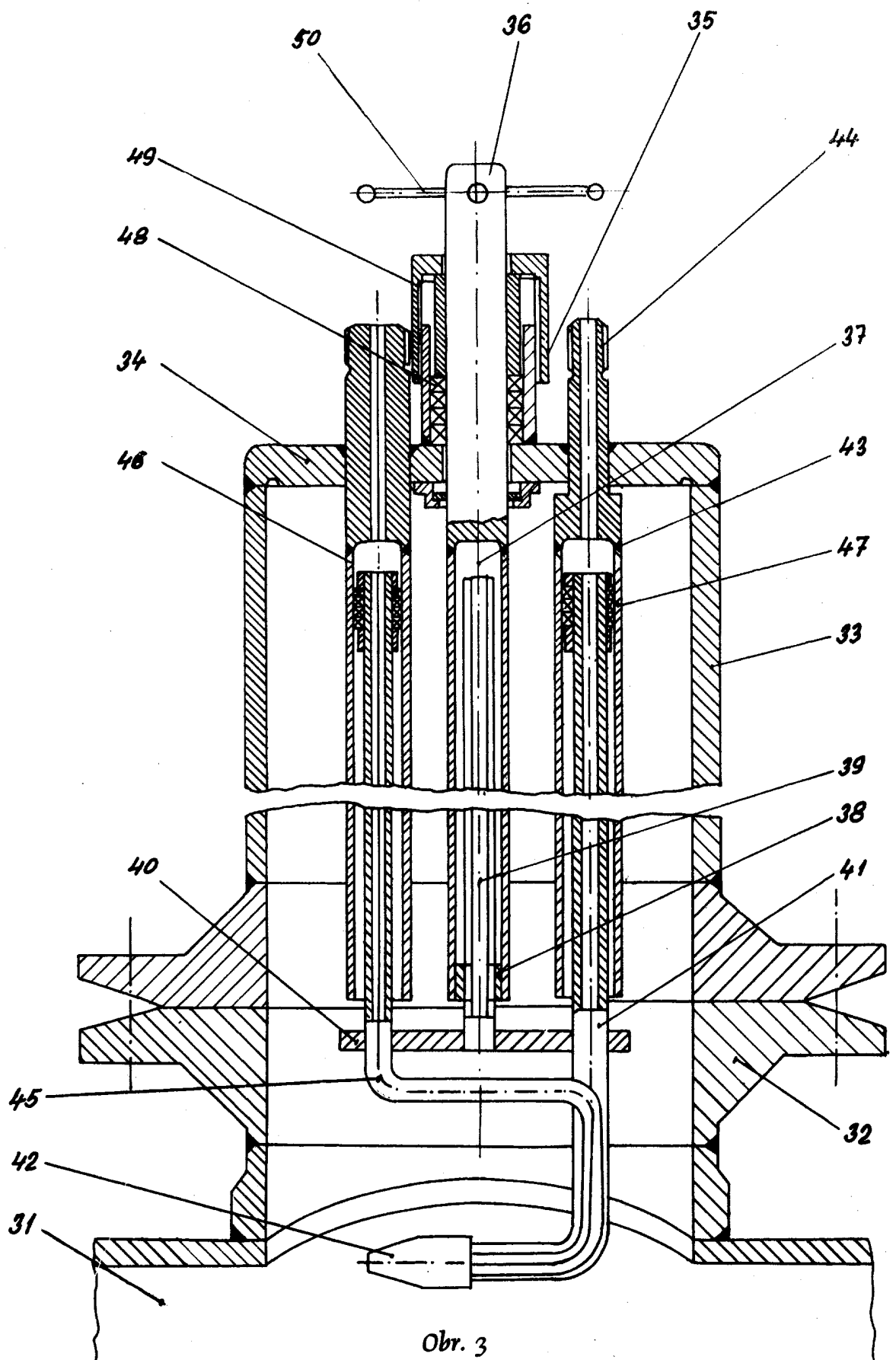
1. Zařízení k měření vlhkosti páry, zejména vodní páry v jaderných elektrárnách typu voda-voda, metodou škrcení, při kterém se zkušební vzorek vlhké páry přivádí do škrticím kalorimetru a změna tlaku a teploty zkušební vzorku páry slouží k určování vlhkosti, s indikační jednotkou pro přímou a registrovanou indikaci vlhkosti, vyznačená tím, že sestává ze zařízení (1) pro odběr zkušebních vzorků, které je opatřeno sondou (42), posuvnou v potrubí (31) pro vlhkou páru a spojenou přes škrticí orgán (2) se

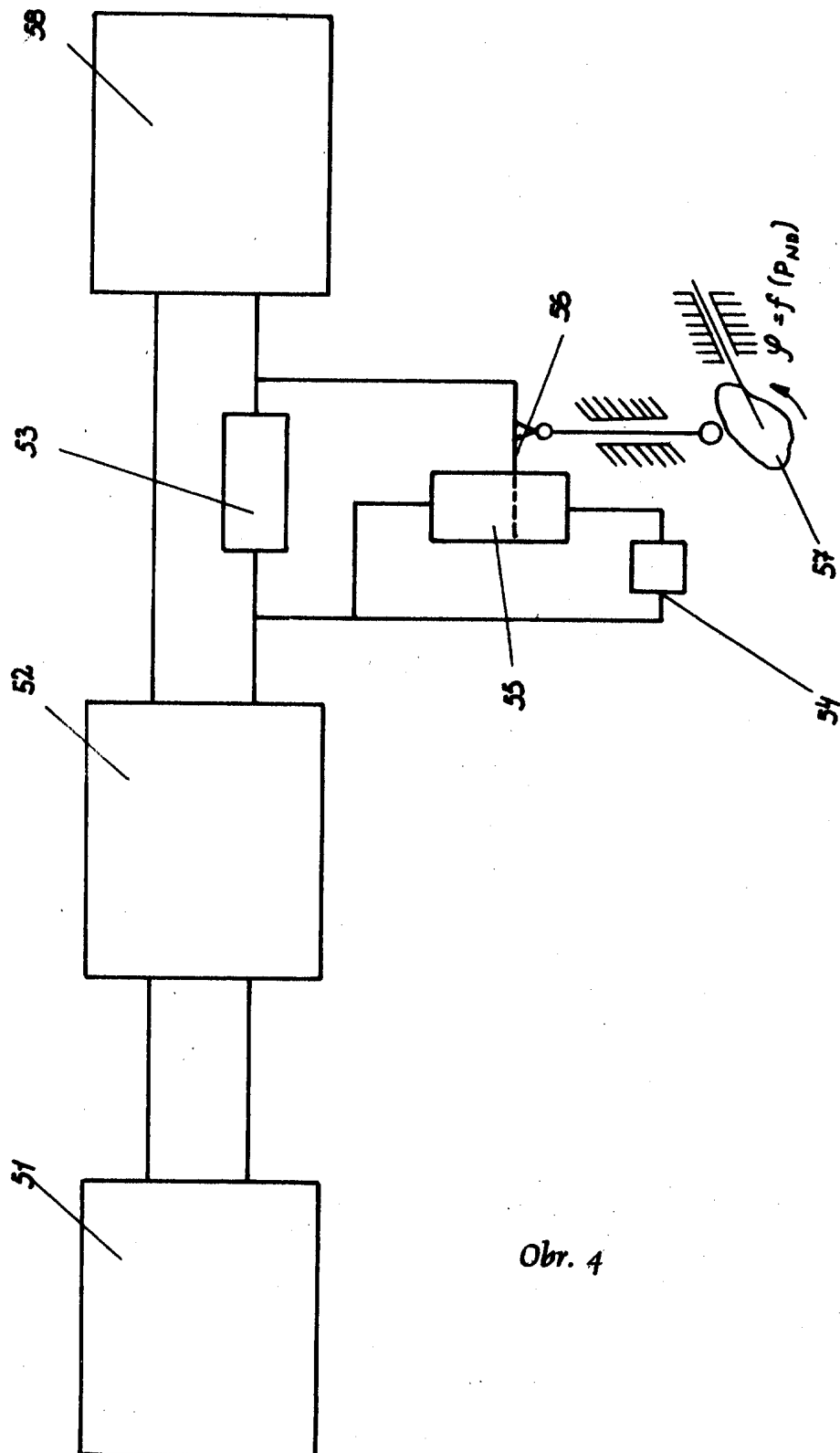
škrticím kalorimetrem (3), přičemž na škrticí orgán (2) je připojen výstup regulátoru (7) pro nastavení izokinetického odběru zkušebních vzorků, jehož vstup je spojen přes měnič (6) s vysokotlakým sloupcem U uspořádaným v zařízení (1) pro odběr zkušebních vzorků, zatímco ke sběrné trubce (43), napojené na sondu (42), je připojen měnič (11) pro měření tlaku vlhké páry a ke škrticímu kalorimetru (3) jsou připojeny další měniče (8, 9) pro měření tlaku a teploty, jejichž výstupy vedou k indikační jednotce (10) pro přímou a registrovanou indikaci.

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že měnič (11) pro měření tlaku vlhké páry je opatřen pístovým manometrem, měnič (8) pro měření kalorimetrického tlaku přesným diferenčním manometrem a měnič (9) pro měření kalorimetrické teploty přesným měřicím zařízením pro termočlánky s dvojitým pláštěm, s částečnou kompenzací termonapětí.
3. Zařízení podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že v indikační jednotce (10) pro přímou a registrovanou indikaci je elektrický výstup z uspořádání pro měření tepelného obsahu jehož vstupy jsou spojeny s měniči (8, 9), připojenými na škrticí kalorimetr (3), předřazen před elektrický výstup z uspořádání pro měření stavu vlhké páry, ke kterému je připojen měnič (11) pro měření tlaku vlhké páry, přičemž v proudovém okruhu, který spojuje oba elektrické výstupy, je uspořádán registrační přístroj pro měření proudu.
4. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že škrticí kalorimetr (3) sestává ze soustředných trubek (13, 16, 17, 18, 19, 22, 26), střídavě na čelních stranách uzavřených, pro proudění páry ze škrticího ventilu (2) zevnitřku k vnějšku v opačném smyslu, přičemž místo pro měření tlaku a teploty je před posledním obrácením o 180° a soustředné trubky (13, 16, 17, 18, 19, 22, 26) jsou obklopeny pláštěm (29) pro ochranu proti tepelným ztrátám.
5. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že zařízení (1) pro odběr zkušebních vzorků sestává z jímky (33) spojené pomocí příruby (32) s potrubím (31) a opatřené v čelní stěně (34) ucpávkou (48), kterou prochází tyč (36) opatřená v oblasti jímky (33) koaxiálním otvorem (37), přičemž v tyči (36) je uchyceno šroubové vřeteno (39) nesoucí na konci směřujícím k potrubí (31) desku (40), ve které jsou upevněny trubka (41) nesoucí sondu (42) a odvádějící zkušební vzorek, jakož i impulsní potrubí (45) přicházející od sondy (42), přičemž trubka (41) a impulsní potrubí (45) vyčnívají do sběrných trubek (43, 46) vedených čelní stěnou (34) jímky (33) a na obvodu jsou opatřeny těsnicími kroužky (47) pro utěsnění sběrných trubek (43, 46) vzhledem k jímce (33).



Обр. 2





Obr. 4