



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

208418

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 29 06 79

(21) (PV 4512-79)

(40) Zveřejněno 31 12 80

(45) Vydáno 01 02 84

(51) Int. Cl.³
G 21 D 5/08

(75)

Autor vynálezu

MARTOCH JOSEF ing., MATAL OLDŘICH ing. CSc. a
KUGLER VLADIMÍR ing., BRNO

(54) Modulový parní generátor

Vynález se týká modulového parního generátoru pro jadernou elektrárnu s rychlým reaktorem.

Modulové parní generátory pro jadernou elektrárnu s rychlým reaktorem představují v současné době výměníky tepla s trubkovým teplosměnným svazkem zakotveným v trubkovnicích. První pracovní látka proudí v teplosměnných trubkách, druhá pracovní látka proudí v mezitrubkovém prostoru ohraničeném obalovým pláštěm. Teplosměnné trubky mohou být jednoduché, dvojité, hladké či žebrované, svým koncem jsou zakotveny v jednoduchých, případně dvojitých trubkovnicích. Prostorové uspořádání známého modulového parního generátoru je provedeno tak, že dva nebo více nad sebou umístěných modulů tvaru ležatého písmene U tvoří tzv. větev parního generátoru, jednotlivé větve jsou řazeny paralelně. Moduly jsou propojeny ze strany první pracovní látky převáděcími trubkovými svazky, ze strany druhé pracovní látky potrubím. Jednotlivé větve jsou napojeny na komoru první a druhé pracovní látky. Takto provedený parní generátor je výhodný z hlediska dilatací uvnitř modulů i modulů mezi sebou z hlediska montáže. Nevýhodou tohoto provedení, zvláště u parních generátorů o vysokých parametrech přehřáté páry, je velký počet modulů umístěných nad sebou a z toho vyplývající velký

počet svarových spojů trubka – trubkovnice na teplosměnné trubce, což podstatně zvyšuje nebezpečí poruchy těsnosti teplosměnné trubky s následným průnikem vody či páry do tekutého sodíku, zvyšuje se tedy pravděpodobnost poruchy parního generátoru a jeho dočasného odstavení. Další nevýhodou je rozměrný a prostorově náročný systém propojení jednotlivých modulů, což má za následek zvýšení pracnosti a váhy tlakového systému parního generátoru a zvětšení zastaveného prostoru. Navíc tato koncepce je naprosto nevhodná pro tzv. obrácené parní generátory, u nichž sodík proudí v teplosměnných trubkách a voda – pára v mezitrubkovém prostoru, vzhledem k požadavku na strmou či svislou výparníkovou část a dále je nevhodná pro parní generátor s teplosměnnou plochou tvořenou dvojitými trubkami se sodíkovou indikační mezivrstvou, kde jsou požadavky na vyloučení vodorovných nebo téměř vodorovných úseků dvojitých trubek. Jiným známým provedením modulového parního generátoru je parní generátor tvořený paralelně řazenými články tvaru řeckého písmene RÓ. Jeho nevýhodou je jeho velká stavební výška, nevyužitý obestavěný prostor. Další nevýhodou je, že do vodorovné části jsou vloženy dvě trubkovnice k zabezpečení odvodu páry do separátoru a přívodu páry nazpět, které

zhoršují dilatační schopnosti teplosměnných trubek vůči plášti.

Tyto nevýhody odstraňuje modulový parní generátor s první pracovní látkou v teplosměnných trubkách a druhou pracovní látkou v mezitrubkovém prostoru ohraničeném obalovým pláštěm, sestávající ze dvou modulů tvořených svislou částí alespoň jedním rovinným ohybem a alespoň jednou šikmou částí podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že moduly, první modul, směřující svislou částí nahoru a druhý modul směřující svislou částí dolů, na sebe konci svých svislých částí čelně dosedají a jsou spolu nerozebiratelně spojeny, přičemž svislé části modulů jsou souosé a osy šikmých částí leží v jedné rovině. Mezi svislé části prvního modulu a druhého modulu je vložen mezikus s prvním modulem a druhým modulem nerozebiratelně spojený a svým tvarem oddělující prostor první pracovní látky prvního modulu od prostoru první pracovní látky druhého modulu. Při alternativním provedení je mezi svislé části prvního modulu a druhého modulu vložen separátor vodní páry válcovitého tvaru, nerozebiratelně spojený s prvním modulem a druhým modulem.

Uspořádání podle vynálezu zabezpečuje velmi snadné paralelní řazení většího počtu modulových parních generátorů do sekce při poměrně malém zastavěném půsorysu, což je velmi důležité z hlediska přepravy celé sekce. Velmi dobré kompenzační schopnosti modulového parního generátoru umožňují jeho napojení k příváděcím a odváděcím komorám pracovních látek i u komor pevně přichycených k nosné konstrukci sekce. Na jednu teplosměnnou trubku procházející celým modulovým parním generátorem připadají pouze čtyři svarové spoje trubka-trubkovnice, v případě použití dvojitých trubkovnic osm svarových spojů, zatímco např. u parního generátoru s ležatými U-člásky srovnatelných parametrů by připadalo na jednu paralelní teplosměnnou trubku 26 svarových spojů trubka-trubkovnice. Uspořádání umožňuje použití modulu většího průměru s větším počtem teplosměnných trubek, upravují tedy počet jednotlivých modulů v sekci většího výkonu na přijatelnou míru. Moduly lze vyrábět stávajícími technologiemi, t. j. navlečením obalového pláště na trubkový teplosměnný svazek s trubkami předem ohnutými do požadovaného tvaru. Zkrácením první šikmé části tak, že je tvořena pouze přímými částmi prvního a druhého ohybu lze vyloučit i podélný svar na první šikmé části. Modulový parní generátor je jak ze strany první pracovní látky tak ze strany druhé pracovní látky dokonale vypustitelný. Provedení podle vynálezu umožňuje použít popsaný parní generátor jako průtočný, se separátorem páry nebo s přirozenou cirkulací a s průtokem sodíku v mezitrubkovém prostoru a vody – páry v teplosměnných trubkách nebo obráceně. Dále provedení podle vynálezu umožňuje použít teplosměnných trubek jednoduchých nebo dvojitých, hladkých nebo žebrovaných.

Příklady provedení modulového parního gene-

rátoru podle vynálezu jsou uvedeny na připojených výkresech, kde obr. 1 až 4 představují alternativní řešení podle vynálezu.

Na obr. 1 je celkový pohled na modulový parní generátor podle vynálezu. Oba moduly, první modul 1 a druhý modul 2, jsou tvořeny svislou částí 3 plynule přecházející v první ohyb 4 plynule přecházející v první šikmou část 5 plynule přecházející v druhý ohyb 6 plynule navazující na druhou šikmou část 7. Neznázorněný teplosměnný trubkový svazek svým tvarem sledující tvar modulu je na obou koncích zakotven v dvojitých trubkovnicích 8. První modul 1 umístěný pod druhým modulem 2 je svou svislou částí 3 obrácen nahoru, druhý modul 2 směřuje svou svislou částí 3 dolů. Svislá část 3 prvního modulu 1 je souosá se svislou částí 3 druhého modulu 2. První pracovní látka proudí v teplosměnných trubkách a je přes nátrubky 9, 10 první pracovní látky propojena neznázorněným propojovacím potrubím se vstupním a výstupním rozvodem první pracovní látky. Druhá pracovní látka proudící v mezitrubkovém prostoru je přes nátrubky 11, 14 druhé pracovní látky propojena neznázorněným propojovacím potrubím se vstupním a výstupním rozvodem druhé pracovní látky. Nátrubky 12 a 13 slouží k propojení mezitrubkového prostoru prvního modulu 1 s mezitrubkovým prostorem druhého modulu 2.

Na obr. 2 je modulový parní generátor podle vynálezu, a to parní generátor tzv. obrácený, to je s průtokem vody-páry mezitrubkovým prostorem 15 ohraničeném obalovým pláštěm 16 a průtokem sodíku v teplosměnných trubkách 17 zakotvených ve dvojitých trubkovnicích 8 s indikačními prostory 18. Oba moduly, první modul 1 a druhý modul 2, na sebe dosedají čely dvojitých trubkovnic 8 a jsou spolu nerozebiratelně spojeny obvodovým svarovým spojem. Sodík vstupuje do parního generátoru nátrubkem 10 proudí teplosměnnými trubkami shora dolů a vystupuje nátrubkem 9 z parního generátoru. Voda vstupuje nátrubkem 11 v dolní části parního generátoru, proudí mezitrubkovým prostorem prvního modulu a na jeho konci je odváděna přes nátrubek 12 k neznázorněnému separátoru vodní páry. Odseparovaná pára vstupuje v dolní části druhého modulu nátrubkem 13 do mezitrubkového prostoru. Proudí zdola nahoru, přehřívá se, přehřátá pára opouští parní generátor nátrubkem 14. Pro odvodu prvního modulu je v jeho horní části vytvořen první pomocný nátrubek 19. Pro dokonalé odvodnění a zamezení zahušťování solemi je druhý modul v nejnižším místě nátrubkového prostoru opatřen druhým pomocným nátrubkem 20.

Na obr. 3 je modulový parní generátor podle vynálezu, a to tzv. přímý typ s průtokem vody-páry v teplosměnných trubkách a průtokem sodíku mezitrubkovým prostorem. Teplosměnná plocha je tvořena dvojími trubkami 21. Vnější trubka 22 dvojité trubky 21 je zakotvena v první trubkovnici 23 dvojité trubkovnici 8, vnitřní trubka 24 je

zakotvena v druhé trubkovnici 25 dvojité trubkovnice 8. Indikační prostory 18 dvojitých trubkovnic 8 umístěných na konci svislých částí obou modulů jsou spolu propojeny indikačním potrubím 26. Toto propojení snižuje počet měřicích míst při použití stacionární indikační tekutiny, při použití nestacionární indikační tekutiny, v tomto příkladu provedení se jedná o tekutý sodík, umožňuje její proudění modulovým parním generátorem. Mezi dvojité trubkovnice 8 umístěné na konci svislých částí obou modulů je vložen mezikus 28 svým tvarem oddělující parní prostor prvního modulu od parního prostoru druhého modulu. Parní generátor pracuje tak, že sodík vstupuje nátrubkem 14, proudí mezitrubkovým prostorem 15 druhého modulu, ze kterého je převeden propojovacím potrubím 27 do mezitrubkového prostoru 15 prvního modulu a nátrubkem 11 opouští parní

generátor. Voda vstupuje nátrubkem 9 do dolní části prvního modulu, proudí teplosměnnými trubkami 21 zdola nahoru, odpařuje se a vystupuje první částí 29 mezikusu 28, napojené na neznáznamný separátor vodní páry. Odseparovaná para vstupuje druhou částí 30 mezikusu 28 do teplosměnných trubek 21 druhého modulu, proudí zdola nahoru, přehřívá se a opouští nátrubkem 14 parní generátor. Toto provedení umožňuje při malých úpravách trubkovnic použít pro teplosměnnou plochu i jednoduchých trubek, hladkých či žebrovaných.

Na obr. 4 je alternativní řešení přímého moduluvého generátoru podle vynálezu. Od provedení uvedeném na obr. 3 se liší tím, že mezi dvojité trubkovnice 8 je vložen separátor 31 vodní páry válcovitého tvaru s oběma moduly nerozebiratelně spojený.

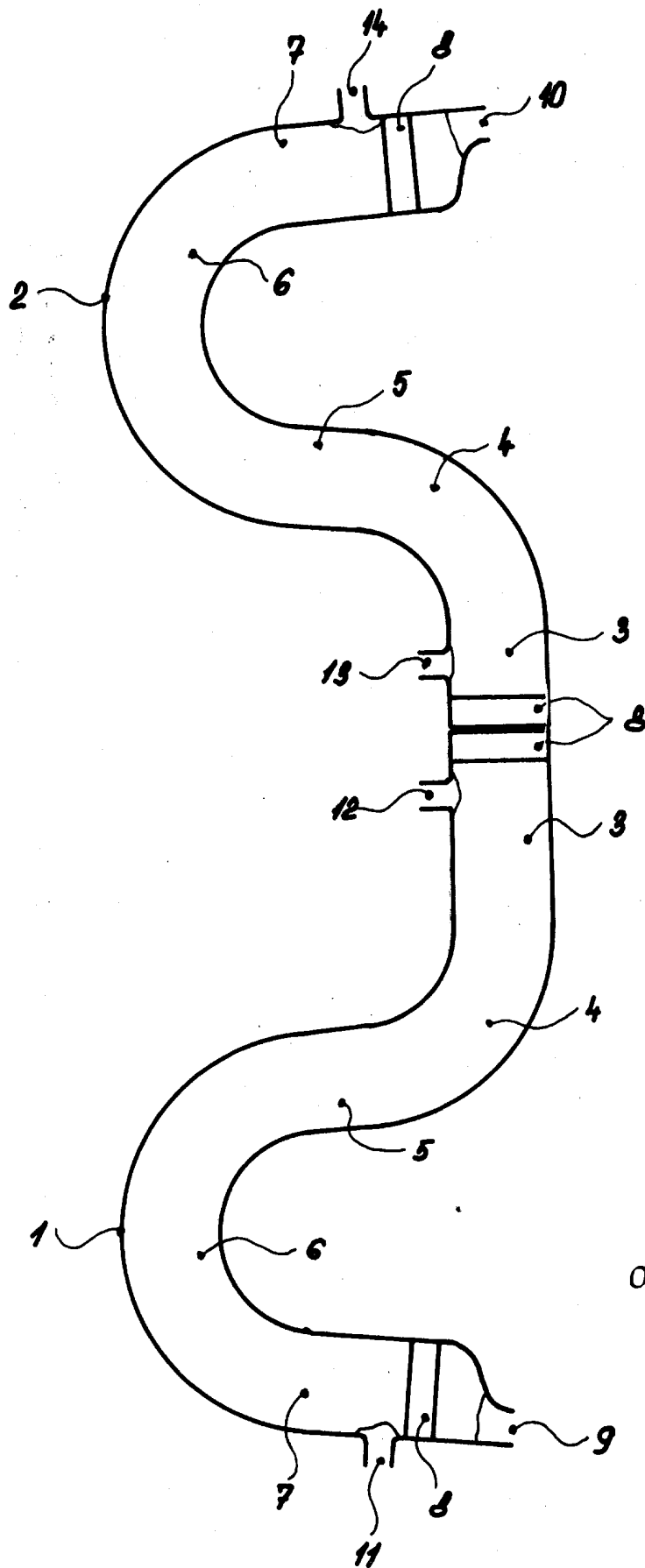
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

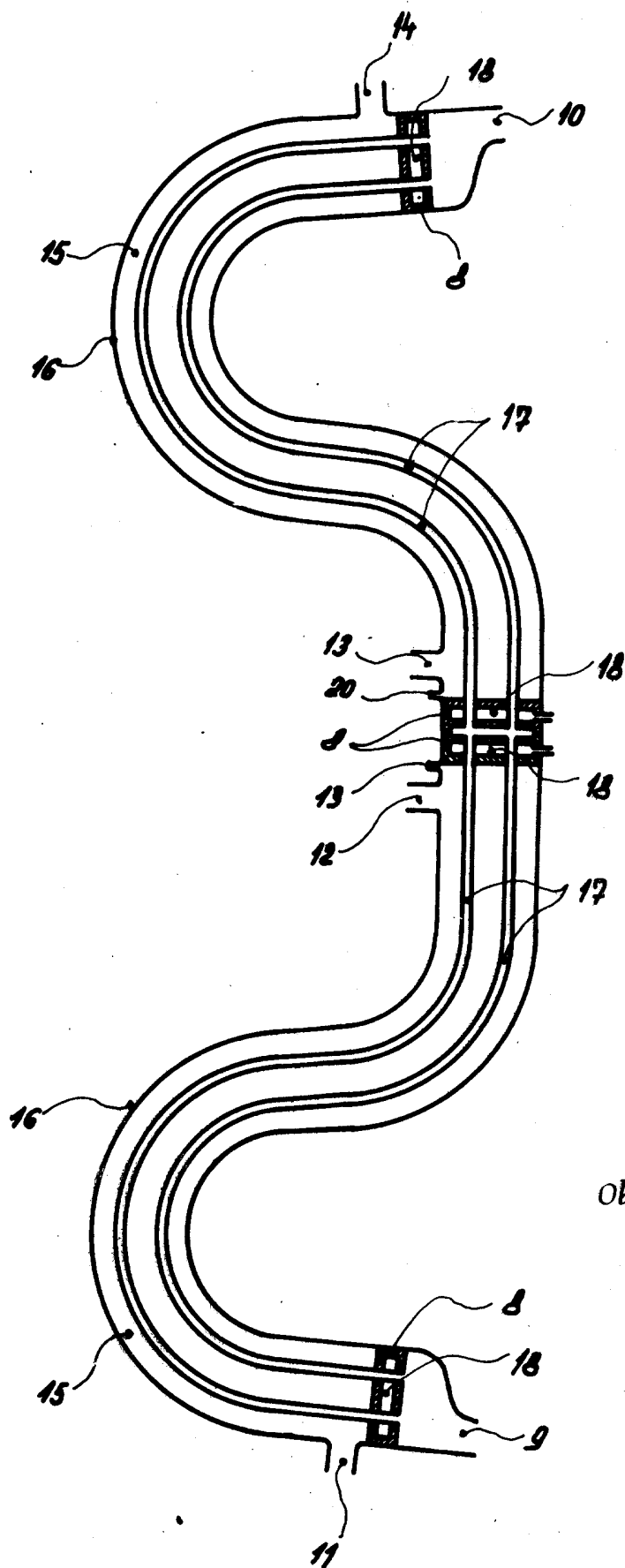
1. Modulový parní generátor s první pracovní látkou v teplosměnných trubkách a druhou pracovní trubkou v mezitrubkovém prostoru ohraničeném obalovým pláštěm, sestávající ze dvou modulů tvořených svislou částí alespoň jedním rovinným ohybem a alespoň jednou šikmou částí, vyznačený tím, že první modul (1), směřující svislou částí (3) nahoru a druhý modul (2) směřující svislou částí (3) dolů, na sebe konci svých svislých částí čelně dosedají a jsou spolu nerozebiratelně spojeny, přičemž svislé části (3) modulů jsou souosé a osy šikmých částí (5) leží v jedné rovině.

2. Modulový parní generátor podle bodu 1,

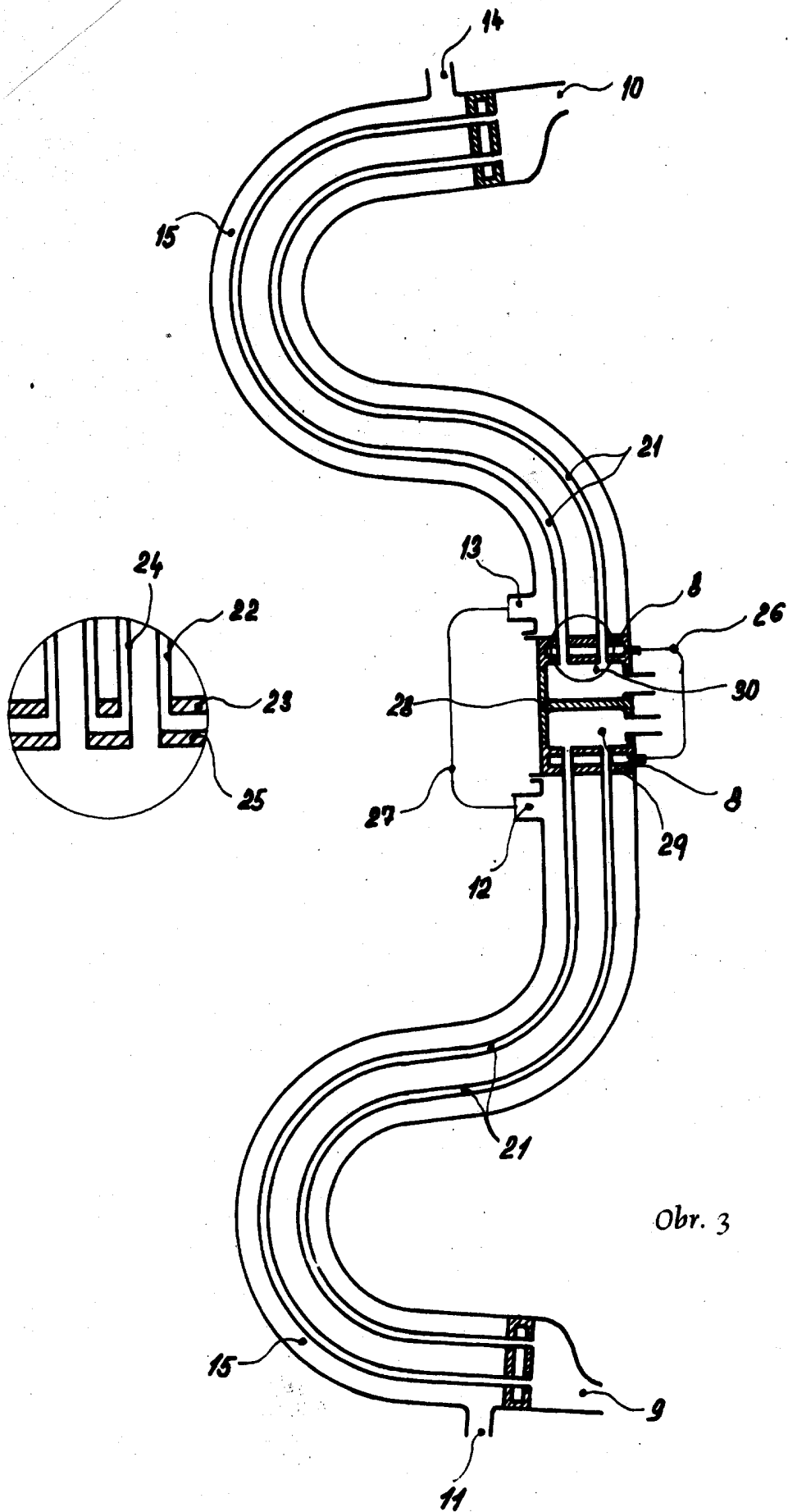
vyznačený tím, že mezi svislé části (3) prvního modulu (1) a druhého modulu (2) je vložen mezikus (28) s prvním modulem (1) a druhým modulem (2) nerozebiratelně spojený a svým tvarem oddělující prostor první pracovní látky prvního modulu (1) od prostoru první pracovní látky druhého modulu (2).

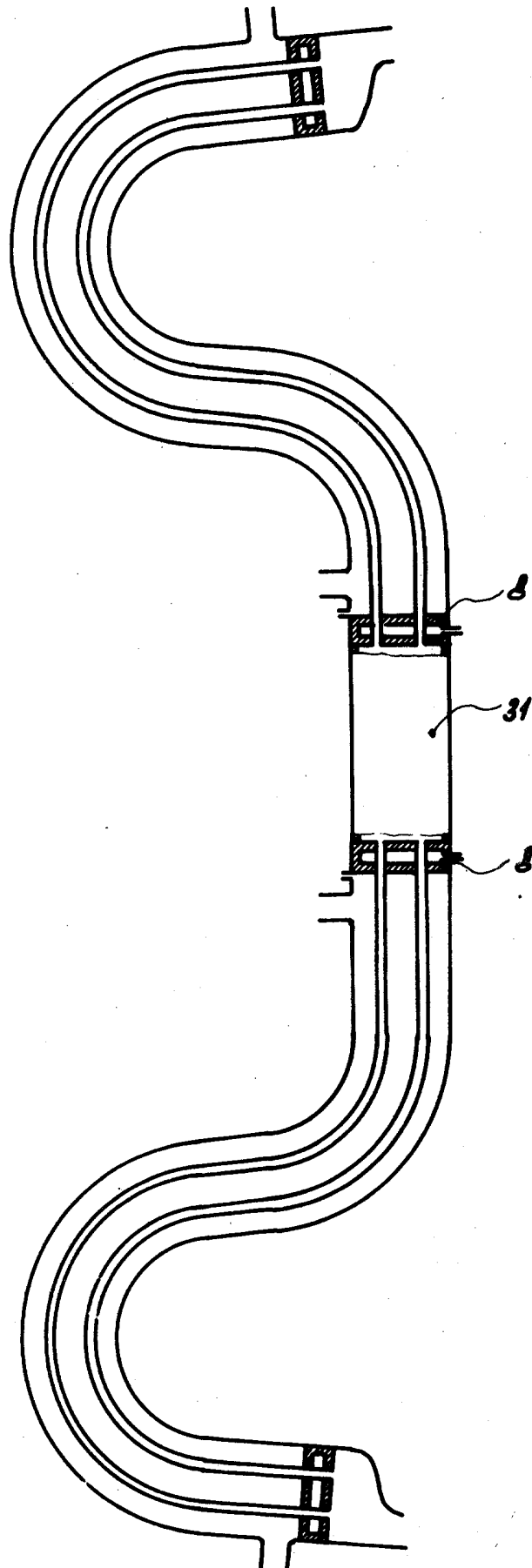
3. Modulový parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že mezi svislé části (3) prvního modulu (1) a druhého modulu (2) je vložen separátor (31) vodní páry válcovitého tvaru nerozebiratelně spojený s prvním modulem (1) a druhým modulem (2).





Obr. 2





Obr. 4