



ORAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218478

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 21 07 81
(21) (PV 5540-81)

(40) Zveřejněno 30 06 82

(45) Vydáno 15 03 85

(51) Int. Cl.³
G 21 D 5/00

(75)
Autor vynálezu

MALÁSEK VÁCLAV ing., MÁNEK OLDŘICH ing., MAŠEK VÁCLAV ing.,
ŘÍMAN JAROSLAV, ŠRŮTEK JOSEF ing., BRNO

(54) Obrácený parní generátor

1

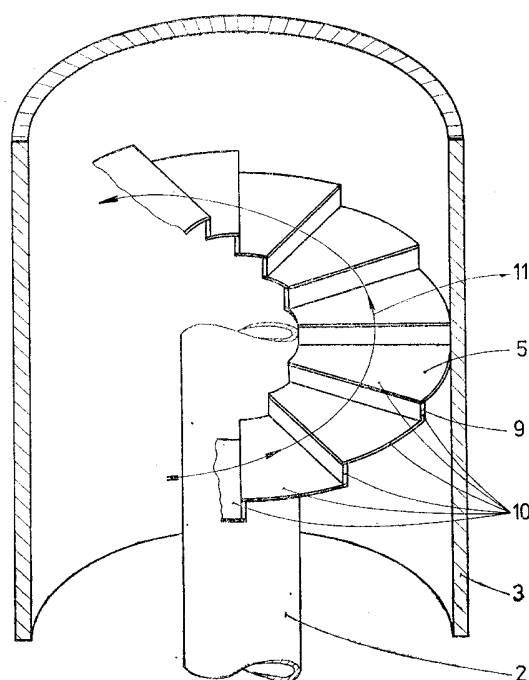
U provedení podle vynálezu je v celém mezitrubkovém prostoru nebo v jeho podélné části mezi středovou vestavbou a vnějším pláštěm umístěna usměrňovací vestavba vytvořená příčnými přepážkami ve tvaru mezikruhovité výseče, uspořádanými kolmo k ose teplosměnných trubek. Ve zmíněných příčných přepážkách jsou pro teplosměnné trubky, jimi provlečenými, vytvořeny otvory, jimiž jsou teplosměnné trubky provlečeny s průtočnou vlní a pásnicemi, nacházejícími se v rovinách rovnoběžných s osami teplosměnných trubek.

Příčné přepážky a pásnice jsou přitom uspořádány kolem středové vestavby do tvaru stupňovitě vzestupného vějíře, takže ve směru proudění média mezitrubkovým prostorem je vzdálenost mezi rovinami příčných přepážek dána výškou pásnic a příčné přepážky a distanční prvky teplosměnných trubek jsou pevně spojeny stejně jako jsou spolu pevně spojeny pásnice a příčné přepážky.

Vynálezu lze použít pro libovolný výměník v jaderných elektrárnách.

2

Obr. 2



Vynález se týká obráceného parního generátoru, zvláště pro jaderné elektrárny.

Pro jaderné centrály s reaktory chlazenými tekutým kovem jsou užívány parní generátory konstruované principiálně tak, že ve válcovém plášti zakončeném trubkovnicemi, na nichž jsou provedeny vstupní a výstupní komory, jsou uspořádány teplosměnné trubky.

Jsou známy parní generátory uspořádané tak, že tekutý kov, jako primární teplosnositel, proudí v mezitrubkovém prostoru a voda, respektive pára, proudí v trubkách. Toto uspořádání je z mnoha hledisek velmi výhodné. Válcový plášť parního generátoru je namáhán nízkým tlakem tekutého kovu a je tedy tenkostěnný. Rychlost vody a páry v trubkách lze regulovat tak, aby byla z hlediska přestupu tepla optimální, zatímco rychlost tekutého kovu v mezitrubkovém prostoru není podstatná, protože přestup tepla u kovových teplosnositelů je vysoký i při malých rychlostech.

Jako kovový teplosnositel, pro svoje fyzikální vlastnosti, jak z hlediska činnosti reaktoru, tak z hlediska činnosti všech ostatních technologických částí jaderné elektrárny, se užívá převážně tekutý sodík. Je všeobecně známo, že sodík velmi bouřlivě reaguje s vodou.

Z hlediska omezení reakce mezi vodou a sodíkem při porušení těsnosti teplosměnných trubek, je popsáno uspořádání velmi nevýhodné, protože sodík je zde soustředěn v relativně velkém objemu a při vzniku netěsnosti je nebezpečí zničení celého parního generátoru.

Pro zvýšení bezpečnosti se proto tyto parní generátory provádějí s dvojitými trubkami. Tím je ovšem zvětšována cena celého zařízení, roste velikost parního generátoru a klesá jeho spolehlivost.

Z hlediska bezpečnosti parního generátoru je výhodnější uspořádání parního generátoru obrácené, kdy v trubkách proudí tekutý kov a v mezitrubkovém prostoru voda nebo pára. V případech netěsnosti se do reakce s vodou dostává pouze malý objem sodíku v netěsné trubce a zplodiny reakce jsou schopny v takovémto uzavřeném prostoru reakci omezit, nebo ji zastavit. Tento obrácený parní generátor je však nevýhodný z hlediska teplofyziky.

Voda nebo pára v mezitrubkovém prostoru proudí velmi pomalu, při zachování tlakové ztráty na straně tekutého sodíku v přípustných mezích, což vede k podstatnému zvětšení teplosměnné plochy, a tedy ke zvýšení ceny celého zařízení, včetně větší spotřeby materiálu.

Uvedené nevýhody odstraňuje obrácený parní generátor, zvláště pro jaderné elektrárny, jehož teplosměnné trubky zevnitř protékají ohřívacím teplosnosným médiem jsou uspořádány pomocí distančních prvků do svazku kolem středové vestavby a v je-

hož mezitrubkovém prostoru je předáváno teplo vodě a páře podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že v celém mezitrubkovém prostoru nebo v jeho podélné části je mezi středovou vestavbou a vnějším pláštěm umístěna usměrňovací vestavba, tvořená příčnými přepážkami ve tvaru mezikruhové výseče, uspořádanými kolmo k ose teplosměnných trubek v těchto příčných přepážkách jsou vytvořeny otvory, kterými jsou provlečeny teplosměnné trubky s průtočnou vůlí a pásnicemi nacházejícími se v rovinách rovnoběžných s osami teplosměnných trubek, přičemž příčné přepážky a pásnice, jsou kolem středové vestavby uspořádány do tvaru stupňovitě vzestupného vějíře, takže ve směru proudění média mezitrubkovým prostorem je vzdálenost mezi rovinami dvou sousedních příčných přepážek dána výškou pásnice a příčné přepážky a distanční prvky teplosměnných trubek jsou pevně spojeny stejně jako jsou spolu pevně spojeny pásnice a příčné přepážky. Přitom pásnice jsou svým vnitřním okrajem uchyceny ke středové vestavbě. Výška pásnic může být podél teplosměnných trubek proměnná.

Usměrňovací vestavba může být umístěna v dohřívací části teplosměnných trubek, respektive v přehřívákové části teplosměnných trubek, eventuálně v nadkritické výparníkové části teplosměnných trubek.

Výhodou obráceného parního generátoru podle vynálezu je, že usměrňovací vestavba umožňuje v parním generátoru s přímými trubkami nastavit příčné nebo šikmé proudění, což je z hlediska přestupu tepla i z hlediska technologie výroby velmi výhodné. Přitom úhel sklonu proudu k osám trubky lze nastavit podle požadavků termiky a podle požadavků stability parního generátoru tak, že po délce teplosměnných trubek bude proměnný, eventuálně může být po výšce parního generátoru různý i smysl rotace. Instalováním usměrňovací vestavby do nadkritické části výparníku se zvýší nastříkováním vodních kapek vlivem rotace proudu na teplosměnné trubky součinitel přestupu tepla. Parní generátor podle vynálezu umožňuje zvětšením průměru článků nebo zvětšením počtu článků navrhnout délku teplosměnných trubek tak, aby všechny části parního generátoru, tedy ekonomizér, výparník i přehřívák, při průtlačném uspořádání byly vestavěny v jednom tělese, při zachování výrobní délky trubky.

Tím se sníží počet svarů mezi teplosměnnými trubkami a trubkovnicí, odstraní se svarové spoje mezi trubkami, a tím se podstatně zvýší bezpečnost parního generátoru. Přitom přípustné tlakové ztráty na straně vody a na straně tekutého kovu, které jsou dány projektantem elektrárny, lze efektivně využít pro zvýšení rychlosti, kterou je možno usměrňovací vestavbou na straně vody a páry nastavit na vhodnou hodnotu, stej-

nou nebo vyšší než u parního generátoru s vodou a párou v trubkách.

Parní generátor podle vynálezu bude tedy při zvýšené bezpečnosti mít menší teplosměnnou plochu, což přináší snížení hmotnosti tlakového systému parního generátoru, a tedy snížení ceny. Přitom s ohledem na to, že parní generátor bude sestaven z přímých modulů, bude jej možno umístit do malé parogenerátorové kobky, což přináší i snížení stavebních nákladů. Tím, že je celá usměrňovací vestavba, včetně distančních mříží teplosměnných trubek upevněna ke středové vestavbě, je podstatně zjednodušena montáž celého parního generátoru.

Příklad provedení obráceného parního generátoru podle vynálezu je znázorněn na přiložených výkresech, kde obr. 1 zobrazuje řez parním generátorem svislou rovinou, obr. 2 představuje detail stupňovitě vzestupného vějíře usměrňovací vestavby, obr. 3 představuje detail průchodu teplosměnné trubky příčnou přepážkou, obr. 4 zobrazuje pohled na příčnou přepážku a obr. 5 představuje řez usměrňovací vestavbou, vyznačený v obr. 4 jako A—A.

Středová vestavba 2 je umístěna ve středě svazku teplosměnných trubek 6. V mezitrubkovém prostoru 1 je umístěna usměrňovací vestavba 4, sestavená z příčných přepážek 5 a pásnic 9, pevně spojených s distančními prvky 12 teplosměnných trubek 6. V příčné přepážce 5 jsou otvory 7, kterými teplosměnné trubky 6 procházejí s průtočnou vůlí 8. Usměrňovací vestavba 4 je uspořádána do stupňovitě vzestupného vějíře 10, orientovaného podle směru 11 proudění, přičemž vnitřní okraj 13 pásnice 9 je pevně spojen se středovou vestavbou 2.

Teplosměnné trubky 6 se po své délce dělí na dohřívací část 14, podkritickou výparníkovou část 15, nadkritickou výparníkovou část 16 a přehřívací část 17. Teplosměnné trubky 6 s usměrňovací vestavbou 4 jsou umístěny ve vnějším plášti 3, přičemž

teplosměnné trubky 6 jsou zaústěny do dvojitých trubkovnic 22. V horní části obráceného parního generátoru je vstupní hrdlo 18 sodíku a výstupní hrdlo 21 páry. Ve spodní části obráceného parního generátoru je výstupní hrdlo 19 sodíku a vstupní hrdlo 20 vody.

Primární teplotonositel, v tomto případě tekutý sodík, vstupuje do obráceného parního generátoru vstupním hrdlem 18 sodíku přes dvojitou trubkovnici 22 vstupuje do teplosměnných trubek 6, ve kterých předá své teplo a ochlazený vystupuje výstupním hrdlem 19 sodíku. Napájecí voda vstupuje do obráceného parního generátoru vstupním hrdlem 20 vody, prochází mezitrubkovým prostorem 1, ve kterém je umístěna usměrňovací vestavba 4. Na této usměrňovací vestavbě 4 je vodě udělován rotační směr 11 proudění, přičemž část vody protéká průtočnou vůlí 8, mezi otvory 7 a teplosměnnými trubkami 6.

Usměrňovací vestavba 4, sestavená do stupňovitě vzestupného vějíře 10, je uspořádána v dohřívací části 14 v nadkritické výparníkové části 16 a v přehřívákové části 17. Není nutno usměrňovací vestavbu 4 umísťovat do podkritické výparníkové části 15. Přitom směr rotace vody a vodní páry může být v jednotlivých částech různý a také stoupání stupňovitě vzestupného vějíře 10 může být proměnné a v jednotlivých částech různé. Přehřátá pára vystupuje z obráceného parního generátoru výstupním hrdlem 21 páry.

Obrácený parní generátor podle vynálezu lze použít pro libovolný výměník, u něhož v mezitrubkovém prostoru je nutno zvýšit přestup tepla zvýšením rychlosti proudění a změnou podélného obtékání trubek na obtékání příčné nebo šikmé. Jednotka parního generátoru může být uspořádána buď v jednom tělese, nebo může být sestavena z několika parogenerátorových článků.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Obrácený parní generátor, zvláště pro jaderné elektrárny, jehož teplosměnné trubky zevnitř protékané ohřívacím teplosměnným médiem jsou uspořádány pomocí distančních prvků do svazku kolem středové vestavby, vyznačený tím, že v celém mezitrubkovém prostoru (1) nebo jeho podélné části je mezi středovou vestavbou (2) a vnějším pláštěm (3) umístěna usměrňovací vestavba (4), tvořená příčnými přepážkami (5) ve tvaru mezikružové výseče uspořádanými kolmo k ose teplosměnných trubek (6), v kterýchžto příčných přepážkách (5) jsou vytvořeny otvory (7), kterými jsou provlečeny teplosměnné trubky (6) s průtočnou vřutí (8) a pásnicemi (9), nacházejícími se v rovinách rovnoběžných s osami teplosměnných trubek (6), přičemž příčné přepážky (5) a pásnice (9) jsou kolem středové vestavby (2) uspořádány do tvaru vzestupného vějíře (10), takže ve směru (11) proudění média mezitrubkovým prostorem (1) je vzdálenost mezi rovinami dvou sousedních příčných přepážek (5) dána výškou pásnice (9).

2. Obrácený parní generátor podle bodu

1, vyznačený tím, že příčné přepážky (5) a distanční prvky (12) teplosměnných trubek (6) jsou spolu pevně spojeny.

3. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že příčné přepážky (5) a pásnice (9) jsou spolu pevně spojeny.

4. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že pásnice (9) jsou svým vnitřním okrajem (13) uchyceny ke středové vestavbě (2).

5. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že výška pásnic (9) je podél teplosměnných trubek (6) proměnná.

6. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že usměrňovací vestavba (4) je umístěna v dohřívací části (14) teplosměnných trubek (6).

7. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že usměrňovací vestavba (4) je umístěna v přehřívákové části (17) teplosměnných trubek (6).

8. Obrácený parní generátor podle bodu 1, vyznačený tím, že usměrňovací vestavba (4) je umístěna v nadkritické výparníkové části (16) teplosměnných trubek (6).

2 listy výkresů

Obr. 2

