

237907699

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA

POPIS VYNÁLEZU 168724

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ



URAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

Přihlášeno 27. XII. 1974 (PV 9002-74)

Zveřejněno 29. VIII. 1975

Vydáno 15. IV. 1977

Int. Cl.²
G 21 D 1/02

MDT
621.039.534.25

Autor vynálezu

VIKTOR VLADIMIROVIČ ORLOV a ANATOLIJ ANTONOVIČ RINĚJSKIJ,
OBNINSK KALUŽSKOJ OBLASTI (SSSR)

Jaderné energetické zařízení

1

Vynález se týká jaderného energetického zařízení, používajícího jako nositelů tepla a pracovního média v primárním a sekundárním obvodu sodíku, vody—páry ve třetím, plynu v primárním obvodu a vody—páry v sekundárním, vody v primárním a vody—páry v sekundárním obvodu, a zvláště se týká jaderných energetických zařízení s rychlými a tepelnými reaktory.

Je známá jaderná elektrárna, skládající se z reaktoru, z primárního a sekundárního sodíkového obvodu nositele tepla, parního generátoru s předehřívacím, odpařovacím a přehřívacím úsekem, z obvodu pracovního média a turbosoustrojí s odvodem páry do mezipřehříváče. Horký nositel tepla sekundárního obvodu se dělí ve dva rovnoběžné proudy, z nichž jeden prochází hlavním přehřívacím páry (úsek přehříváče parního generátoru), druhý mezipřehřívacím páry. Po průchodu hlavním přehřívacím a mezipřehřívacím se oba proudy směšují a procházejí postupně odpařovacím a předehřívacím úsekem parního generátoru.

U známých jaderných elektráren je za účelem zajištění vysokých počátečních parametrů páry a vysoké výkonnosti nutné snižovat předehřívání v reaktoru a v sekundárním obvodu a zvyšovat spotřebu no-

2

sitele tepla. To vyžaduje zvýšenou potřebu prostoru pro nositele tepla v aktivním pásnu reaktoru a jeho větší zploštění (D/N), čímž se fyzikální charakteristiky reaktoru zhoršují. Důsledkem toho klesá regenerace sekundárního jaderného paliva. Přejít na nižší parametry páry může sice neutralizovat nedostatek spojený se zhoršením fyzikálních charakteristik reaktoru, má však za následek snížení výkonnosti celé jaderné elektrárny. Účelem vynálezu je konstrukce jaderné elektrárny, u níž by byly uvedené nedostatky odstraněny.

Základním úkolem vynálezu je konstrukce jaderné elektrárny se systémem tepelného toku, který by zaručoval urychlenou regeneraci paliva za současného udržení relativně vysokých počátečních parametrů páry a výkonnosti jejího oběhu.

Tento úkol se řeší tak, že u jaderné elektrárny, skládající se z jaderného reaktoru s nejméně jedním obvodem nositele tepla, sestávajícím z parního generátoru s předehřívacím, odpařovacím a přehřívacím stupněm a z mezipřehříváče páry, z oběhu pracovního média s turbosoustrojím, s odběrem páry do mezipřehříváče páry, je podle vynálezu mezipřehříváč páry napojen svým vstupem na výstup na horké straně odpařovacího úseku a svým výstupem na stranu nízké teploty obvodu nositele tepla.

168724

Výhoda jaderné elektrárny podle vynálezu záleží v tom, že zachovává vysoké počáteční termodynamické hodnoty obvodu pára—voda a současně zvyšuje regeneračního činitele nového jaderného paliva, čímž se zvyšuje výkonnost reaktoru.

Jaderná elektrárna podle vynálezu poskytuje ještě další výhodu, a to, že vzhledem k uspořádání mezipřehříváče páry v pásmu nízkých teplot nositele tepla odpadá nutnost používání drahých austenitických ocelí pro tento předehříváč. Vzhledem k odběru páry k přehřívání s nízkým tlakem a teplotou je možno v jednom válci turbíny uložit společně jak vysokotlaké, tak i nízkotlaké části.

Níže bude vynález vysvětlen popisem konkrétních příkladů jeho provedení na základě připojených výkresů, na nichž obr. 1 znázorňuje schéma provedení jaderného energetického zařízení s třemi obvody a parním generátorem na stejnosměrný proud, obr. 2 jiné provedení energetického zařízení se dvěma obvody a parním generátorem s několikanásobnou cirkulací pracovního média.

Jaderné energetické zařízení se třemi obvody a parním generátorem na stejnosměrný proud, znázorněné na obr. 1, se skládá z jaderného reaktoru 1, mezivýměníku tepla 2 a čerpadla 3, které společně tvoří primární obvod nositele tepla. Sekundární obvod nositele tepla tvoří čerpadlo 4, přehřívací stupeň 5, odpařovací úsek 6 a předehřívací stupeň 7 parního generátoru, které jsou postupně napojeny na horké straně, a mezipřehříváč 8 páry. Mezipřehříváč 8 páry je napojen svým vstupem na výstup na horké straně odpařovacího stupně 6 a svým výstupem na chladnou stranu sekundárního obvodu nositele tepla, totiž na výstup předehřívacího úseku 7. Na straně pracovního média je mezipřehříváč 8 páry zapojen do obvodu pracovního média a svým vstupem je napojen na vysokotlaký válec 9 turbíny turbosoustrojí, kdežto svým výstupem je připojen na nízkotlaký válec 10 turbíny. Obvod pracovního média se mimoto skládá z kondenzátoru 11 a předehříváče 12, zapojených za sebou a napojených na výstup nízkotlakého válce 10 turbíny, z přehřívacího úseku 5 páry, odpařovacího úseku 6 a předehřívacího úseku 7, které jsou za sebou spojeny na straně pracovního média.

Jako jaderného reaktoru 1 se používá v uvedeném spojení v primárním a sekundárním obvodu rychlého reaktoru se sodíkem jako nositele tepla.

Jaderné energetické zařízení s dvěma obvody, znázorněné na obr. 2, jehož částí je parní generátor s několikerým obvodem na straně pracovního média, se skládá z reaktoru 1, čerpadla 3 primárního obvodu, z předehřívacího úseku 5, odpařovacího úseku 6 a mezipřehříváče 8 páry, přičemž přehřívacího úseku 5, odpařovacího úse-

přehříváč 8 páry jsou napojeny za sebou na horké straně nositele tepla a tvoří jeho obvod. Obvod pracovního média v jaderném energetickém zařízení podle vynálezu tvoří přehřívací úsek 5, vysokotlaký válec 9 turbíny, mezipřehříváč 8 páry, nízkotlaký válec 10 turbíny, kondenzátor 11, předehříváč 12, rozdělovací buben 13 a odpařovací úsek 6, přičemž přehřívací úsek 5, mezipřehříváč 8 páry a odpařovací úsek 6 jsou na straně pracovního média.

Jako jaderného reaktoru je možno v uvedeném zapojení použít jaderného reaktoru se sodíkovým, vodním nebo plynovým chlazením.

Jaderné energetické zařízení znázorněné na obr. 1 pracuje takto:

Sodík jako nositel tepla cirkulující v primárním obvodu přenáší teplo z reaktoru 1 do mezivýměníku tepla 2, odkud teplo cirkulující v sekundárním obvodu je nositelem tepla přenášeno do jednotlivých stupňů parního generátoru, a to do předehřívacího stupně 7, odpařovacího úseku 6 a přehřívacího stupně 5, v nichž dochází po předehřátí vody až do varu k jejímu odpaření a k přehřátí páry. Nositel tepla sekundárního obvodu se po postupném průchodu přehřívacím stupněm 5 a odpařovacím úsekem 6 dělí ve dva proudy, z nichž jeden teče do předehřívacího stupně 7, druhý do mezipřehříváče 8 páry, načež se oba tyto proudy nositele tepla směšují a postupují do tepelného mezivýměníku 2. Z přehřívacího stupně 5 páry vstupuje pracovní médium do vysokotlakého válce 9 turbíny, kde se rozpíná, načež proudí do mezipřehříváče 8 páry a odtud do nízkotlakého válce 10 turbíny, a kondenzátorem 1 a předehříváčem 12 opět do parního generátoru.

V případě provedení s dvěma obvody (obr. 2) prochází nositel tepla postupně stupněm přehříváče páry 5, odpařovacím úsekem 6 a mezipřehříváčem 8 páry, přičemž sděluje teplo. Z rozdělovacího bubnu 13 teče voda do odpařovacího úseku 6, odkud proudí směs páry s vodou do rozdělovacího bubnu 13, z něhož sytá pára postupuje jako pracovní médium do přehřívacího stupně 5.

Dále pokračuje pracovní médium v cirkulaci podobně, jak bylo shora popsáno u prvního provedení.

Uskutečněním jaderného energetického zařízení podle vynálezu se sodíkovým rychlým reaktorem obvodu pára—voda s počátečními hodnotami před turbínou 170 ata a 500 °C a charakteristickými hodnotami mezipřehřátí páry, a to za vysokotlakým válcem 9 14 ata a 190 °C a před nízkotlakým válcem 10 turbíny 12,6 ata a 340 °C, je možno zajistit v případě použití tepelného systému se třemi obvody a s parním generátorem na stejnosměrný proud (obr. 1) v jednotlivých obvodech nositele tepla tyto teplotní hodnoty: Primární obvod 550/300 °C na vstupu a výstupu reaktoru, sekundární

obvod 520/270 °C. Hrubá účinnost jaderného energetického zařízení při uvedených termodynamických parametrech obvodu činí 42 %. Důsledkem toho je při předehřátí 250 °C nositele tepla v primárním a sekundárním obvodu zajištěna vysoká tepelná efektivnost jaderného energetického zařízení.

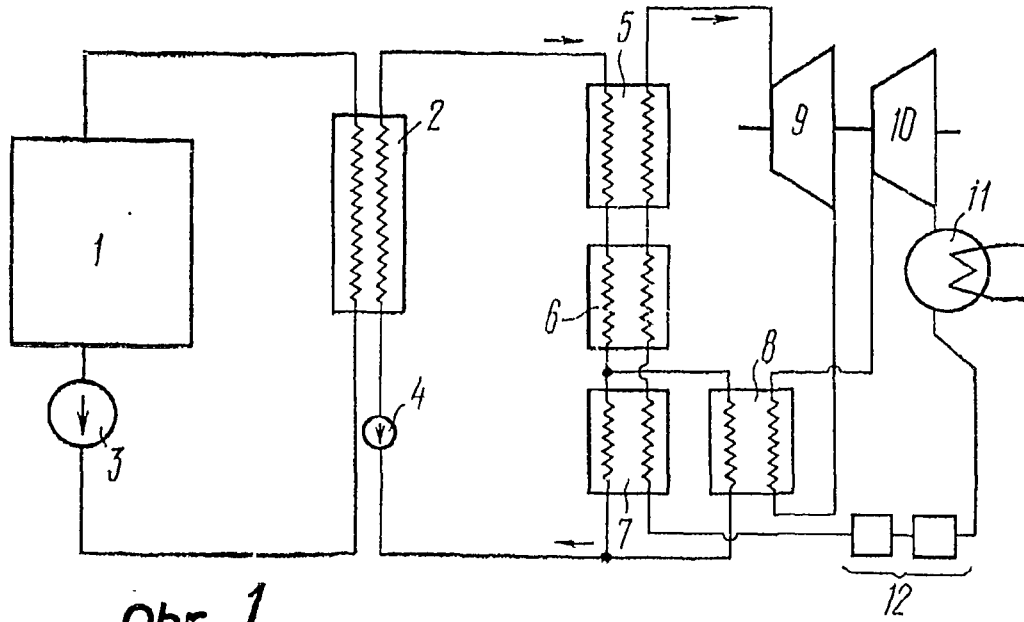
Současné zvyšování teploty předehřívání v obvodech nositele tepla umožňuje s dodržením vysoké výkonnosti turboústrojí volbu optimálních rozměrů aktivního pásma, čímž se zvyšuje tepelný a elektrický výkon reaktoru, jakož i činitel regenerační. Vzhledem ke všem těmto okolnostem se podstatně zlepšují hospodářské ukazatele energetického zařízení podle vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

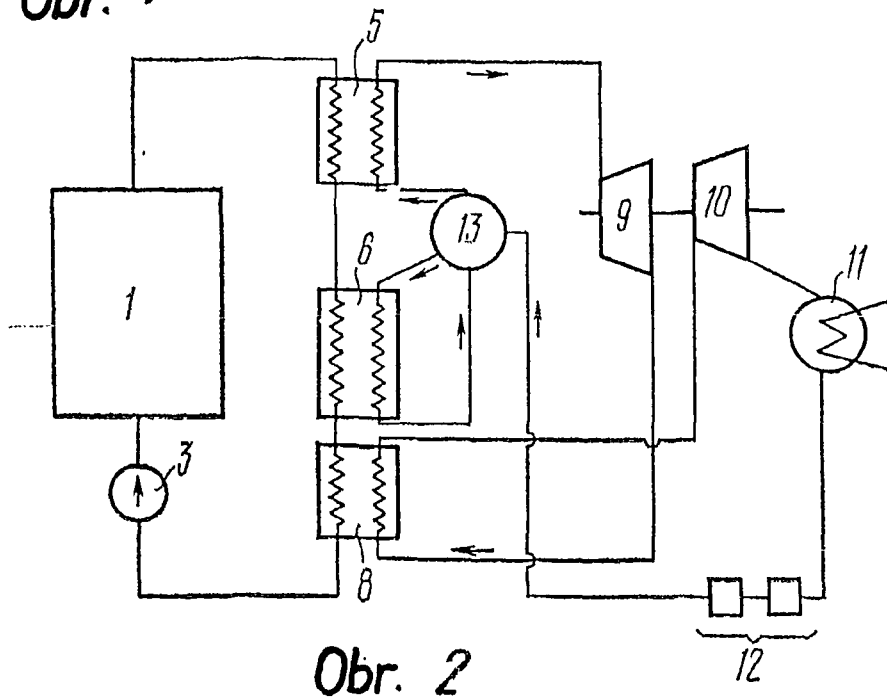
Jaderné energetické zařízení, skládající se z jaderného reaktoru s nejméně jedním obvodem nositele tepla, sestávajícím z parního generátoru s předehřívacím, odpařovacím a přehřívacím stupněm a z mezipřehříváče páry, pro odběr páry z turbosou-

strojí, zapojeného do obvodu pracovního média, vyznačující se tím, že mezipřehříváče páry (8) je napojen svým vstupem na výstup na horké straně odpařovacího úseku (6) a svým výstupem na stranu nízké teploty obvodu nositele tepla.

1 list výkresů



Obr. 1



Obr. 2