

(19)



(10)

LT 4678 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patento numeris: **4678**

(51) Int. Cl.⁷: **G21C 3/02**

G21C 3/62

(21) Paraiškos numeris: **99-095**

G21C 3/64

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 07 23**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2000 02 25**

(45) Patento paskelbimo data: **2000 07 25**

(31, 32, 33) Prioritetas: **98114784, 1998 07 29, RU**

(72) Išradėjas:

**Valerij Alekseevič Mežuev, RU
Gennadij Grigorjevič Potoskajev, RU
Jevgenij Viktorovič Burlakov, RU
Aleksandr Viktorovič Krajuškin, RU
Anatolij Igorjevič Kupalov-Jaropolk, RU
Valerij Alekseevič Nikolajev, RU
Albert Konstantinovič Panuškin, RU
Aleksandr Michailovič Fedosov, RU
Jurij Michailovič Čerkašov, RU**

(73) Patento savininkas:

**Otkrytoje akcionernoje obščestvo "Mašinostroitel'nij zavod",
Ul. Karla Marksa 12, Elektrostal, 144001 Moskovskaja obl., RU
Gosudarstvennoje unitarnoje predpriyatije Naučno issledovatel'skij i
konstruktorskij institut energotekhniki, a/ja 788, 101000 Moskva, RU
Rosijskij naučnij centr "Kurčatovskij institut",
Pl. Kurčatova 1, 123182 Moskva, RU**

(74) Patentinis patikėtinis:

Liudmila Gerasimovič, 9, J. Basanavičiaus g. 16/5-41, 2009 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

**Vandeniui aušinamo kanalinio branduolinio reaktoriaus aktyvioji zona
ir šilumą išskiriančioji rinklė**

(57) Referatas:

Išradimas priskiriamas branduolinei technikai ir susietas su vandeniu aušinamų, būtent, kanalinių urano - grafito RBMK tipo reaktorių aktyviųjų zonų konstrukcijomis, o taip pat su vandens - vandens reaktorių ir vandeniu aušinamų branduolinių reaktorių, naudojančių kurui urano oksidą su išdegančiu erbio oksido sugėrikliu, šilumą išskiriančiųjų rinklių konstrukcijomis.

Pagal šį išradimą kanalinio vandeniu aušinamo urano - grafito reaktoriaus aktyviojoje zonoje, turinčioje šilumą išskiriančiąsias rinkles su branduoliniu kuru iš urano oksido, kuriame yra ne mažiau 0,3% erbio oksido (Er_2O_3), urano oksidu naudojamas urano dioksidas (UO_2), esant kure erbio oksido ne daugiau 0,46 masės % pagal erbį, o sąlyginė urano U - 235 masės dalis branduoliniame kure yra 2,35 - 2,65 masės %. Vandeniu aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančioji rinklė turi šilumą išskiriančius elementus, pripildytus branduolinio kuro tablečių iš urano dioksido (UO_2) su ne mažiau 0,2% erbio oksido (Er_2O_3) priedu, urano U - 235 sąlyginė masės dalis branduoliniame kure yra 2,35 - 2,65 masės %, o erbio oksido branduoliniame kure yra ne daugiau 0,46 masės %.

Technikos sritis, kuriai priklauso išradimas.

Išradimas priskiriamas branduolinei technikai ir susietas su vandeniu aušinamų, būtent, kanalinių urano – grafito RBMK tipo reaktorių aktyviųjų zonų konstrukcijomis, o taip pat su vandens – vandens reaktorių ir vandeniu aušinamų branduolinių reaktorių, naudojančių kurui urano oksidą su išdegančiu erbio oksido sugėrikliu, šilumą išskiriančiųjų rinklių konstrukcijomis.

Technikos lygis.

Vandeniu aušinamų branduolinių reaktorių aktyviosios zonos šiuo metu sudaromos iš šilumą išskiriančiųjų rinklių, sudarytų iš įvairios sudėties kuro su išdegančio sugėriklio priedu. Tai įgalina kompensuoti reaktyvumą, išlyginti energijos išsiskyrimą visame aktyviosios zonos tūryje ir nustatytame lygyje palaikyti reaktyvumo temperatūrinį koeficientą. Išdegančiu sugėrikliu naudojami retųjų žemių elementai ir jų oksidai, dažnai erbis (WO 95/04994).

Naudojant erbį kaip išdegantį sugėriklį, jo, skirtingai, negu kitų retųjų žemės elementų, reikia žymiai mažiau pridėti į branduolinį kurą, dėl to pagerėja kuro fizikinės, šiluminės - techninės ir technologinės savybės. Pavyzdžiui, pridėjus į kurą erbio, kuro šiluminio laidumo koeficientas pakinta mažai.

Yra žinoma kanalinio urano – grafito reaktoriaus aktyvioji zona, sudaryta iš šilumą išskiriančiųjų rinklių, kur kuras yra urano oksidas, o tiksliau urano oksidas, turintis 0,3 – 0,8% erbio (RU 2065627, 1996). Esant erbio RBMK kure, galima aktyviojoje zonoje papildomus sugėriklius (PS) pakeisti šilumą išskiriančiosiomis rinklėmis ir tuomet giliau išdega kuras.

Tokiu būdu, į RBMK tipo reaktorių šilumą išskiriančių rinklių kurą pridėjus erbio, galima išspręsti šiam reaktorių tipui būdingų problemų.

Tačiau, naudojant kurui būtent urano oksidą su erbio priedu, nepilnai išnaudojami anksčiau paminėti erbio pranašumai.

5 Artimiausia aprašomai vandeniu aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančiai rinklei (ŠIR) yra šilumą išskiriančioji rinklė, turinti šilumą išskiriančius elementus, pripildytus branduolinio kuro tablečių iš urano dioksido (UO_2) su ne mažiau 0,2% erbio oksido (Er_2O_3) priedu (WO 91/14268).

10 Esant šio žinomo vandeniu aušinamo reaktoriaus ŠIR kure 0,2-1,5% erbio, galima sumažinti šilumnešyje – vandenyje boro koncentraciją ir taip sumažinti temperatūrinį koeficientą vandens – vandens tipo reaktoriaus lėtintuvui.

15 Tad, naudojant anksčiau aprašytų nurodytų tipų vandeniu aušinamų reaktorių kurą, turintį pakankamai plačias erbio koncentracijas, siekiama pagerinti ŠIR ir aktyviųjų zonų parametrus, bet neatsižvelgiama į tai, kad paties kuro charakteristikos šiek tiek pablogėja ir kartu pablogėja reaktoriaus eksploatavimo sąlygos. Iš tikro, jei kure erbio yra daugiau kaip 1%, tuomet erbis pasiskirsto labiau netolygiai kuro tūryje, pablogėja kuro technologinės savybės ir todėl jo panaudojimo koeficientas sumažėja. Pablogėjus kuro panaudojimui 20 savo ruožtu pablogėja, ypač RBMK tipo reaktoriaus, aktyviosios zonos parametrai.

Išradimo esmė.

25 Išradimo uždavinys yra sukurti vandeniu aušinamo branduolinio reaktoriaus aktyviąją zoną ir šilumą išskiriančiąją rinklę, pasižyminčias pagerintomis charakteristikomis.

Sprendžiant šį uždavinį, gaunami nauji techniniai rezultatai, būtent, padidėja kuro išdegimo laipsnis, sumažėja neutronų erdvinio – energetinio pasiskirstymo aktyviojoje zonoje netolygumas, kanaliniame branduoliniame

reaktoriuje sumažėja dehidratacijos efektas, padidėja iš naujo paleisto nuklenksminto reaktoriaus aktyviosios zonos pokriziškumas.

Šie techniniai rezultatai pasiekiami, kai žinomo kanalinio vandeniū aušinamo urano – grafito reaktoriaus aktyviojoje zonoje, turinčioje šilumą išskiriančias rinkles su branduoliniu kuru iš urano oksido, kuriame yra ne mažiau 0,3% erbio oksido (Er_2O_3), urano oksidu naudojamas urano dioksidas (UO_2), esant kure erbio oksido ne daugiau 0,46 masės% pagal erbij, o sąlyginė urano U-235 masės dalis branduoliniame kure yra 2,35 – 2,65 masės%.

Vandeniū aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančiojoje rinklėje, turinčioje šilumą išskiriančius elementus, pripildytus branduolinio kuro tablečių iš urano dioksido (UO_2) su ne mažiau 0,2% erbio oksido (Er_2O_3) priedu, urano U-235 sąlyginė masės dalis branduoliniame kure yra 2,35 – 2,65 masės%, o erbio oksido branduoliniame kure yra ne daugiau 0,46 masės% .

Tikslinga naudoti branduolinį kurą, kuriame urano U-235 sąlyginė masės dalis sudaro 2,4%, o erbio oksido – $0,41 \pm 0,005$ masės% pagal erbij.

Aprašomo išradimo skiriamasis požymis yra toks.

Pasirenkant urano oksidu būtent urano dioksidą (UO_2), turintį erbio oksido 0,3 – 0,46 masės% pagal erbij, iš esmės nepasikeičia branduolinio kuro tankis, taip išsaugomi aktyviosios zonos fizikiniai parametrai, susiję su neutronais. Bandymais buvo nustatyta, kad, išlaikant anksčiau nurodytas sąlygas, naudojant urano – erbio kurą, reikia naudoti tokį kurą, kuriame urano U-235 yra 2,35 – 2,65 masės%. Tik tuo atveju pilniau išdega kuras, sumažėja neutronų erdvinio – energetinio pasiskirstymo netolygumas aktyviosios zonos tūryje, mažesnis dehidratacijos efektas, padidėja iš naujo paleisto nuklenksminto reaktoriaus aktyvios zonos pokriziškumas.

Nustatyta, kad padidinus erbio koncentraciją virš nustatyto kiekio, sumažėja branduolinio kuro tankis ir padidėja branduolinio kuro atviras aktyvumas, tuo pačiu pablogėja fizikiniai parametrai, susiję su neutronais, ir technologinės savybės. Be to, esant kure erbio koncentracijai 0,2 – 0,46 masės%

pagal erbij, žymiai sumažėja jo koncentracijų netolygumas branduoliniame kure, tai praktiškai pašalina neigiamą poveikį erdviniam – energetiniam elektronų pasiskirstymui, t. y. kuro funkcionavimo sąlygoms šilumą išskiriančioje rinklėje, nes tuo atveju erbio savaiminis blokavimas yra nykstamai mažas.

5 Duomenys, patvirtinantys, kad galima realizuoti išradimą.

Aktyvioji zona formuojama iš šilumą išskiriančiųjų rinklių su aprašytos sudėties urano – erbio kuru rinkinio. Zonoje patalpinami papildomi neutronų absorberiai ir reguliavimo įtaisai. Eksploatuojant dalis papildomų absorberių aktyviojoje zonoje pakeičiama naujomis šilumą išskiriančiosiomis rinklėmis su urano – erbio kuru. Rinklių ir papildomų absorberių, patalpintų aktyviojoje zonoje, kiekį nustato iš anksto fizikinių parametrų, susijusių su neutronais, skaičiavimu pagal žinomas programas. Šilumą išskiriančiųjų rinklių galios sumažėjimas, naudojant urano - erbio kurą, kompensuojamas kuro prisodrinimu. Procesui vykstant, aktyviosios zonos parametrai nuolat stebimi ir

10

15 palaikomi reikalingose ribose žinomais būdais.

Aprašoma šilumą išskiriančioji rinklė gali būti pagaminama įprastu būdu įprastomis priemonėmis standartiniais įrengimais. Siūloma gaminti šilumą išskiriančiosios rinklės elementus, užpildytus branduolinio kuro tabletėmis urano dioksido (UO_2) su erbio oksido (Er_2O_3) priedu. Kuras privalo būti

20 nustatytos fazinės sudėties, turėti nustatytą vidutinį grūdelių dydį, maksimalų nesureagavusių dalelių dydį ir kitus parametrus.

Branduolinio kuro pagaminimo technologija yra tokia. Maišyklėje, pvz. mentinio tipo, ruošiamas dviejų komponentų urano dioksido ir erbio oksido reikiamos sudėties mišinys, kuris po to sumaišomas su standartiniais

25 plastifikatoriais. Gautas mišinys granuliuojamas, vėliau granulės smulkinamos ir sijoamos, ruošiant presavimo miltelius. Pastaruosius išdžiovinus iš jų presuojamos tabletės ir jos sukepinamos. Gautomis tabletėmis užpildomi šilumą išskiriantys elementai, iš kurių sudarytos šilumą išskiriančiosios rinklės.

Visuose šilumą išskiriančiosios rinklės gamybos etapuose parametrai nuolat kontroliuojami. Erbio kiekio kure kontrolė gali būti vykdoma įvairiais būdais, pvz. rentgeno – radiometrinio.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

5 1. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus aktyvioji zona, turinti šilumą išskiriančiųjų rinklių su branduoliniu kuru iš urano oksido, kuriame yra ne mažiau 0,3% erbio oksido (Er_2O_3), b e s i s k i r i a n t i tuo, kad urano oksidu naudojamas urano dioksidas (UO_2), kur sąlyginė urano U – 235 masės dalis branduoliniame kure yra 2,35 – 2,65 masės%, o erbio
10 branduoliniame kure yra ne daugiau 0,46 masės%, skaičiuojant pagal erbj.

2. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus aktyvioji zona pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad branduoliniame kure sąlyginė urano U – 235 masės dalis yra 2,4 masės%.

3. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus aktyvioji zona
15 pagal 1 arba 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad branduoliniame kure erbio oksido kiekis sudaro $0,41 \pm 0,005$ masės% pagal erbj.

4. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančioji rinklė sudaryta iš šilumą išskiriančių elementų, pripildytų branduolinio kuro tabletėmis iš urano dioksido (UO_2), turinčio ne mažiau
20 0,2% erbio oksido (Er_2O_3) priedo, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad erbio oksido kiekis branduoliniame kure sudaro ne daugiau 0,46 masės% pagal erbj, o sąlyginė U – 235 masės dalis yra 2,35 – 2,65 masės%.

5. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančioji rinklė pagal 4 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad
25 sąlyginė U – 235 masės dalis branduoliniame kure sudaro 2,4% masės.

6. Kanalinio vandenių aušinamo branduolinio reaktoriaus šilumą išskiriančioji rinklė pagal 4 arba 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad erbio oksido kiekis branduoliniame kure yra $0,41 \pm 0,005$ masės% pagal erbj.