

(19)



(10) **LT 5395 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5395**

(51) Int. Cl. (2006): **G21C 19/00**

(21) Paraiškos numeris: **2006 039**

(22) Paraiškos padavimo data: **2006 05 25**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2006 11 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2007 01 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Vladimir RUSINOV, LT

(73) Patent savininkas:

Vladimir RUSINOV, Taikos pr. 88-68, LT-31217 Visaginas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

—

(54) Pavadinimas:

Atominės elektrinės reaktorių kuro perkrovimo įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priklauso atominių elektrinių įrengimams su dviem ar daugiau energetinių blokų kuro perkrovimui. Įrenginys, skirtas perkrauti atominės elektrinės reaktorių kurą, turi kiekviename energetiniame bloke priėmimo-perdavimo mazgą, kur pirmas galinis ruožas sujungtas su šiluminių rinklių ir kitų aktyvios energetinio bloko zonos elementų perkrovimo manipulatoriais. Antrieji galiniai ruožai bent dviejų priėmimo-perdavimo mazgų sujungti grandimi, kad transportuotų radioaktyvius reaktoriaus gaminius.

LT 5395 B

Išradimas priklauso įrenginiams, skirtiems perkrauti branduolinių reaktorių kūrą, ir gali būti pritaikytas dviejų arba daugiau energetinių blokų atominėse elektrinėse (AE).

Žinomas "Gesen" AE (Šveicarija) reaktorių perkrovimo įrenginys (žr. Киселев В.В. и др. Системы перегрузки топлива водо – водяных реакторов. Атомная техника за рубежом, 1983, стр 3-6). Šis įrenginys kiekviename atominės elektrinės energetiniame bloke sudaro priemonių kompleksą transportavimo ir technologijų veiksmams su šiluminėmis rinklėmis (ŠR) bei kitais energetinio bloko reaktoriaus aktyviosios zonos elementais atlikti: iš tokių elementų galima paminėti vandens pripildytus saugojimo baseinus (SB) su stelažais naujoms ir panaudotoms šiluminėms rinklėms laikyti; perkrovimo mašiną – manipuliatorių, veikiantį tiesiogiai prie reaktoriaus; transportavimo vamzdį su hermetizuota kamera bei priėmimo – perdavimo šliuzais, einantį per apsauginį reaktoriaus apvalkalą; du konteinerių su šiluminėmis rinklėmis pozicionavimo prietaisus; priėmimo – perdavimo mazgą, kurio vienas galinis ruožas sujungtas su vienu pozicionavimo prietaisu, o kitas – su transporto priemonėmis, tiekiančiomis į energetinį bloką naujas ir šalinančias iš jo panaudotas šilumines rinkles, bei kitus aktyviosios zonos elementus.

Kadangi atskirų atominių elektrinių energetinių blokų priemonių transportavimo ir technologijų operacijoms atlikti kompleksai tarp savęs susiję, viso įrenginio veikimą galima nagrinėti remiantis darbo viename reaktoriuje pavyzdžiu. Pavyzdžiui, naujų šiluminių rinklių judėjimas vyksta taip. Viena tokia šiluminė rinklė priėmimo – perdavimo maazgo tiltiniu kranu paimama nuo saugojimo baseino salėje esančio stelažo, įdedama į konteinerį ir perduodama į pirmąjį pozicionavimo prietaisą, esantį saugojimo baseino reaktoriaus apsauginio apvalkalo išorinėje pusėje esančiame baseine. Toliau pirmasis pozicionavimo prietaisas pakeičia konteinerio su nauja šilumine rinkle padėtį iš vertikalios į horizontalią ir perkelia į transportavimo vamzdį, kuriame yra įrengtas gaminių perkėlimas per priėmimo – perdavimo šliuzus ir saugojimo baseino hermetizuotą kamerą po reaktoriaus apsauginiu apvalkalu. Kitame transportavimo vamzdžio gale konteinerį su nauja šilumine rinkle perima antrasis pozicionavimo prietaisas, kuris pakeičia jo padėtį iš horizontalios į vertikalią ir perduodamas į perkrovimo mašiną. Ši mašina išima iš konteinerio naują šiluminę rinklę ir pagal nustatytas koordinates padeda ją aktyvioje reaktoriaus zonoje vietoj panaudotos šiluminės rinklės. Lygiai toks pat yra ir panaudotos šiluminės rinklės atgalinis kelias. Paprastai tokios šiluminės rinklės išimamos iš aktyviosios zonos ir padedamos laikinai saugoti saugojimo baseine po apsauginiu reaktoriaus apvalkalu dar prieš pakraunant į aktyviają zoną naujas ŠR. Jeigu reikia, perkrovimo mašina įdeda panaudotą šiluminę rinklę į transportavimo konteinerį ir perduoda į antrąjį pozicionavimo prietaisą, kuris konteinerį iš vertikalios padėties paguldo į horizontalią. Toliau konteineris su

panaudota ŠR per priėmimo-perdavimo šliuzus, hermetizuojamą kamerą ir transportavimo vamzdį perduodamas į pirmąjį pozicionavimo prietaisą. Čia konteineris su panaudota ŠR vėl pastatomas į horizontalią padėtį ir priėmimo-perdavimo mazgo tiltiniu kranu pastatomas į išorinėje reaktoriaus apsauginio apvalkalo pusėje esančio SB stelažą laikinai saugoti, kol bus pašalintas iš energetinio bloko arba visos elektrinės teritorijos.

Įrenginio analogo trūkumas yra tas, kad trūksta techninių priemonių, kurios galėtų reaktoriaus eksploatavimo nutraukimo metu leisti elektrinėje veiksmingai panaudoti ŠR skylančias medžiagas. Problema yra ta, jog kadangi vandens-vandens reaktoriuje panaudotos ŠR keičiamos naujomis ŠR, kurių kiekviena partija sudaro apie trečdalį bendro aktyviojoje zonoje esančių ŠR skaičiaus, tai stabdant reaktorių konservavimui ir išmontavimui vienos eilinės partijos pabaigoje beveik 2/3 bendro skylančių medžiagų kiekio būna nebaigę degti. Todėl, be ekonominių nuostolių, susijusių su pačiu šilumos bei elektros energijos gamybos nutraukimo kuriame nors AE reaktoriuje, sustabdžius reaktorių ketinant nutraukti jo eksploatavimą, faktų, patiriama dar papildomų nuostolių.

Kaip išradimo prototipą išanalizuosime Leningrado AE, Rusija, kanalinių vandens-grafito reaktorių perkrovimo įrenginį [Доллежалъ Н.А., Емельянов И.Я. Канальный ядерный энергетический реактор. - М., Атомиздат, 1980, стр. 182-189 (N.A. Dolležal, I.J. Jemeljanov. Kanalinis branduolinis energetinis reaktorius. - М., Atomizdat, 1980, psl. 182-189)]. Šis įrenginys kiekviename energetiniame bloke turi po iškrovimo-pakrovimo mašiną (IPM), kuri įvelka naują ŠR į specialų apsauginį skafandrą, po to tą skafandrą hermetiškai sujungia su nustatytu technologiniu kanalu, kuriame panaudotą ŠR pakeičia nauja, hermetizuoja technologinį kanalą su nauja ŠR, o panaudotą ŠR iškrauna į tarpinį transportavimo konteinerį (dėžę) bei į vandens pripildytus SB, vežimėlį, kuriuo dėžės su ŠR po vandeniu pervežamos tarp SB ir IPM, stelažus panaudotoms ir naujoms ŠR saugoti bei į priėmimo-perdavimo mazgą, kurio viena galinė atkarpa yra sujungta su manipulatoriumi transportavimo ir technologijų operacijoms energetinio bloko ribose atlikti, o kitas – su transporto priemonėmis, tiekiančiomis į energetinį bloką naujas ir šalinančias iš jo panaudotas ŠR bei kitus aktyviosios zonos elementus.

Kadangi atskirų AE energetinių blokų techninių priemonių transportavimo ir technologijų operacijoms atlikti kompleksai tarpusavyje nesusiję, viso įrenginio prototipo bei įrenginio analogo veikimą galima nagrinėti remiantis darbo viename reaktoriuje pavyzdžiu. Pavyzdžiui, naujų ŠR judėjimas vyksta tokiu keliu: SB salės stelažas – priėmimo-perdavimo mazgo tiltinis kranas – SB dėžė ŠR – vežimėlis dėžei su ŠR pervežti į IPM – IPM. Toliau panaudota ŠR atitinkamame reaktoriaus technologiniame kanale IPM pakeičiama nauja. Ištraukus iš reaktoriaus panaudotą ŠR, jos kelias būna toks: IPM – SB dėžė ŠR, esanti vežimėlyje, skirtame dė-

žems su ŠR pervežti tarp SB ir IPM, – priėmimo-perdavimo mazgo tiltinis kranas – SB stelažas panaudotoms ŠR laikinai saugoti.

Įrengimo-prototipo, kaip ir įrengimo-analogo, trūkumas yra tas, kad nėra techninių priemonių, kurios galėtų užtikrinti efektyvų panaudojimą ŠR dalomų medžiagų AE tame etape, kai baigiamas eksploatuoti kuris nors reaktorius. Tuo metu, kai veikiančio kanalas vanduo-grafitas reaktoriaus ŠR energetinis išdirbis yra apytiksliai tolygiai paskirstytas diapazone nuo artimo nuliui iki artimo nominalaus, reaktoriaus sustojimo momentui, konservavimui ir išmontavimui maždaug pusė skaldomos medžiagos lieka aktyvioje zonoje neišdegusi.

Išradimo užduotis yra sumažinti ekonominius nuostolius, susijusius su atskirtų AE reaktorių eksploatavimo baigimu.

Išradimo panaudojimas sudaro sąlygas pilnai išdeginti baigiamo eksploatuoti reaktoriaus ŠR veikiančiame AE energetiniame bloke; panaudoti baigiamo eksploatuoti reaktoriaus aktyvios zonos tinkamus naudoti komponentus (neutrono strypus-sugėriklius, energetinio išskyrimo kontrolės daviklius ir t.t.) veikiančiame AE energetiniame bloke; sumažinti bendro radioaktyvių gaminių, kuriuos reikia utilizuoti arba laidoti, kiekį AE.

Minėtas techninis rezultatas pasiekiamas tuo, jog mažiausiai dviejų įrenginio priėmimo-perdavimo mazgų antri galai sujungti iš reaktoriaus išimtų radioaktyvių gaminių transportavimo grandimi. Ši grandis, užtikrinanti priėmimo-pardavimo mazgų sąveiką, gali būti transportinio vamzdyno arba mobilios platformos su transportiniu konteineriu pavidalo, kurie turi biologinės apsaugos sluoksnį.

Transportavimo grandis, leidžia gabenti radioaktyvias medžiagas (nepilnai panaudotas ŠR, nepilną tarnavimo laiką atidirbusius neutrono strypus-sugėriklius, energetinio išskyrimo kontrolės daviklius ir kitus aktyvios zonos elementus) iš uždaro reaktoriaus energetinio bloko priėmimo-perdavimo mazgo į veikiančio reaktoriaus energetinio bloko priėmimo-perdavimo mazgo. Tokiu atveju bendras utilizuotinių arba laidotinių radioaktyvių gaminių kiekis, esančių AE, sumažėja.

Išradimą paaiškinsime pagal turimą AE kuro perkrovimo įrenginio brėžinį. Jis atitinka pirmąjį iš aukščiau minėtų grandies panaudojimo variantą, kuris užtikrina skirtingų reaktorių priėmimo-perdavimo mazgų sąveiką. Brėžinyje pažymėta: 1 - AE pirmo bloko reaktoriaus priemonių kompleksas perkrauti kurą (pažymėta tik šio komplekso dalis, būtina išradimui paaiškinti); 2 - AE antro bloko reaktoriaus priemonių kompleksas perkrauti kurą; 3 - transporto koridorius arba vamzdis, jungiantis 1 ir 2 kompleksus; 4- transporto vamzdžio 3 priėmimo-perdavimo šliuzas iš 1 komplekso pusės; 5 - transporto vamzdžio 3 priėmimo-perdavimo šliuzas iš 2 komplekso pusės (4 ir 5 šliuzai yra atitinkamų priėmimo-perdavimo mazgų galinė atkarpos, brėžinyje pilnai neparodyti); 6 - vežimėlis konteineriams su ŠR gabenti transporto

vamzdžiu; 7 - bėgiai, kuriais gabenamas 6 vežimėlis; 8 - vežimėlio pavaros, susidedančios iš 9, 10 ritinėlių ir 11, 12 vedančiųjų būgnų su 13, 14 sinchroniniais valdomais elektros varikliais, lanksti plieno juosta; 15 - konteineris su ŠR; 16 - 15 konteinerio palaikantysis kotas, turintis pasisukimo galimybę konteinerio ašies atžvilgiu $\pm 90^\circ$ kampu, fiksuojant šį kampą laivoje padėtyje; 17 - 16 koto galvutė; 18 - distanciniai valdomas gaminių pagriebimo užraktas tiltas-kranu transportuoti, brėžinyje nenurodytas; 19 - gaminių pagriebimo svirtys kaip 18 užrakto vykdomasis organas; 20 - 18 užrakto troso pakaba; 21 ir 22 - vandens pripildytų SB palaikančios metalo konstrukcijos su stelažais ir lizdais konteineriams su ŠR atitinkančiuose 1 ir 2 kompleksuose patalpinti.; 23 ir 24 - energetinių blokų išorinės sienos, kurios riboja 1, 2 kompleksų patalpinimo vietas.

Išvardyti elementai užtikrina konteinerių su ištrauktomis iš reaktoriaus ŠR transportavimo galimybę kaip nuo 1 komplekso prie 2 komplekso, taip ir atgaliniu keliu.

Transporto vamzdis 3 tarp 1, 2 kompleksų priėmimo-perdavimo mazgų (energetinių blokų 23, 24 sienų) ir 4, 5 šliuzai gali būti pagaminti iš bet kurios medžiagos, užtikrinančios būtina standumą, neperšlampamą vandeniui ir efektyvią personalo biologinę apsaugą nuo jonizuoto spinduliavimo. Tokio spinduliavimo šaltinis yra konteineris su ištrauktą iš reaktoriaus ŠR. Vidinė 3, 4, 5 elementų ertmė transportuojamos ŠR aušinimui bei papildomai personalo apsaugai nuo jonizuoto spinduliavimo pripildyta vandens: esant būtinumui šis vanduo gali būti išpiltas ir vėl pripiltas armatūros pagalba, brėžinyje nenurodyta. Orientacinis transporto vamzdžio ilgis, pritaikant jį AE kur naudojami vandens-grafito reaktoriai, esant kvadratumui iki 2 m per skersinį pjūvį ribose, sudarys keletą šimtų metrų, turima omenyje palaikančių konstrukcijų atitinkamos sistemos buvimą, brėžinyje nenurodyti, o kiekvieno šliuzo - 17 m ribose.

Transporto konteineris pagamintas tokiu būdu, kad patalpinta jame ŠR su pakaba negali būti išlankstyta ar pažeista kai konteineris iš vertikalios padėties statomas į horizontalią ir atvirkščiai, turi atramą tik dviejose kraštutinėse vietose per ilgį. Šia prasme 15 konteineris skiriasi nuo tarpinių konteinerių, naudojamų AE kur yra vandens-grafito reaktoriai, turinčių palyginus didesnį lankstumą. Be padidinto standumo, konteinerio konstrukcija užtikrina ŠR aušinimo vandeniu galimybę kaip ištraukiant šį konteinerį iš SB arba iš 4, 5 šliuzų, taip ir po jo patalpinimo į vežimėlį. Orientacinis ilgis konteinerio ŠR patalpinimui su pakaba AE, naudojančių vandens-grafito reaktorių, sudarys 16 m; konteinerio matmenys per skersinį pjūvį - kvadrato 0,3m ribose.

Spėjama, kad 18 užrakto su transportuojamų gaminių pagriebimo 19 svirtimis distancinis valdymas vykdomas nustatyto 18 užrakto vandens pavaros pagalba, veikiančios keičiantis vandens slėgiui prijungimo užrakto žarnoje, brėžinyje nenurodytas: esant žarnoje nuliniam vandens slėgiui 19 svirtys yra uždaryti, vandens suvartojimo nėra; esant žarnoje žemam van-

dens slėgiui 19 svirtys taip pat uždaryti, tačiau vanduo, liejamas į išorę, gali būti panaudotas transportuojamo gaminio aušinimui; esant paliginus aukštam vandens slėgiui žarnoje 19 svirtys atsidaro, o vandens išsiliejimo kanalas perdengtas (gaminį transportavimas neįmanomas, aušinimas nereikalingas).

Šiluminių rinklių (tiksliau konteinerio su ŠR) perkėlimas iš pirmojo 1 į antrąjį 2 kompleksą vykdomas taip:

- vandens slėgis prijungimo užrakto 18 žarnoje pakelimas iki tokio lygio, kuriam esant svirtys 19 atsidaro;

- naudojant priėmimo-perdavimo mazgo krano pakabą 20 užraktas 18 perkeliamas į A poziciją, kuri sutampa su ŠR konteinerio 15 ašimi; konteineris yra stelažo 21 lizde IB;

- ilginant pakabą 20 užraktas 18 nuleidžiamas tol, kol sutaps vidinis svirčių 19 centras su ŠR konteinerio strypo 16 galvutės 17 centru;

- vandens slėgis prijungimo užrakto 18 žarnoje sumažinamas iki tokio tarpinio lygio, kuriam esant svirtys 19 užsidaro pagriebdamos konteinerio su ŠR strypo 16 galvutę 17; tuo metu iš žarnos bėgantis vanduo nukreipiamas į ŠR konteinerį, tuo užtikrindamas jų aušinimą perdedant juos ant vežimėlio 6;

- naudojant pakabą 20 konteineris su ŠR nuimamas nuo stelažo 21 lizdo IB ir pakeliamas iki tokio lygio, kad apatinė jo dalis būtų aukščiau šliuzo 4 viršutinio krašto, kur yra vežimėlis 6;

- naudojant pakabą 20 konteineris su ŠR perkeliamas iki koordinatės, kuri (plane) atitinka viena iš vežimėlio 6 specialiųjų galų ir nuleidžiamas iki susilietimo su juo;

- ilginant pakabą 20 ir perkeliant ją išilgai šliuzo 4 ir vežimėlio 6 ašies, konteineris 15 su ŠR (atremtas į vieną tašką) iš pradžių pakreipiamas (pakabos 20 pozicija B), o po to horizontaliai paguldomas ant vežimėlio 6;

- vandens slėgis prijungimo užrakto 18 žarnoje pakeliamas iki tokio lygio, kuriam esant svirtys 19 atsidaro paleisdamos konteinerio su ŠR strypo 16 galvutę 17;

- užraktas 18 pakaba 20 pakeliamas (pozicija C), konteineris su ŠR lieka vežimėlyje 6; Strypo 16 padėtis išlieka vertikali;

- įjungiami sinchroniškai valdomi vežimėlio transportavimo varikliai 13, 14; tuo metu transportinė juosta 8, pertempta per kreipiantį ratuką 9, nusivynioja nuo būgno 11; tuo pat metu ta pati juosta, pertempta per kreipiantį ratuką 10, užsivynioja ant būgno 12; vežimėlis 6 su konteineriu 15 transportiniu vamzdynu 3 pradeda judėti nuo šliuzo 4 link šliuzo 5 kur ir sustoja; transportavimo varikliai 13, 14 atjungiami;

- prie vežimėlyje 6 esančio konteinerio su ŠR strypo 16 galvutės 17privedamas antro 2 priėmimo-perdavimo komplekso krano pakabos 20 užraktas 18; naudojant pakabą 20 svirti-

mis 19 pagriebus konteinerio 15 galvutę 17, konteineris iš horizontalios pozicijos pakeliamas į vertikalią. Vėliau jis pakeliamas virš šliuzo 5 viršutinio krašto. Konteineris perkeliamas į komplekso IB stelažo 22 lizdą; vėliau svirtys 19 atidaromos ir konteineris su ŠR paliekamas naudoti komplekse 2; užraktas 19 pakeliamas pakaba 20 ir paliekamas bet kurioje padėtyje.

Taip baigiamas ŠR transportavimo iš pirmo 1 į antra 2 kompleksą operacijų ciklas. Aukščiau išvardintų arba kitų medžiagų perkėlimas iš antro 2 į pirma 1 kompleksą atliekamas analogiškai.

Antram radioaktyvių elementų perkėlimo būdai, kai sujungiami AE 1 ir 2 kompleksų priėmimo-perdavimo įrenginiai, dėl paprastumo platesnių paaiškinimų nereikia. Kaip jau buvo minėta, tai yra paslanki platforma su transportavimo konteineriu, kuriame įrengtas biologinės apsaugos sluoksnis; šiai konstrukcijai keliama reikalavimai: stabilumas, transportuojamų produktų skleidžiamų jonizuojančių dalelių sugėrimas (numalšinimas), galimybė laikinai pakeisti konteinerio padėtį iš horizontalios į vertikalią ir atgal, tuo pačiu neviršijant leistino konteinerio ilgio įlinkio, o taip pat galimybė aušinti vandeniu ir hermetizuoti vidinę konteinerio dalį, kurioje transportuojamos medžiagos. Jos patalpinamos ir išimamos konteinerį pastačius į vertikalią poziciją. Šių operacijų įvykdymui reikalingi techniniai sprendimai yra žinomi.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

7

1. Atominės elektrinės reaktorių kuro perkovimo įrenginys kiekviename energetiniame bloke turintis priėmimo-perdavimo mazgą, kuriame pirmas galinis ruožas yra sujungtas su šiluminių rinklių ir kitų aktyvios zonos elementų perkėlimo energetinio bloko ribose manipulatoriais, **besiskiriantis tuo**, kad antri galiniai ruožai mažiausiai dviejų priėmimo-perdavimo mazgų yra sujungti grandimi, skirta transportavimui iš energetinio bloko, kurio eksploatacija nutraukiama, į energetinį bloką su veikiančiu radioaktyvių gaminių reaktoriumi, kuris neišnaudojo savo resurso.

2. Kuro perkovimo įrenginys pagal 1 punktą, **besiskiriantis tuo**, kad grandis, užtikrinanti priėmimo-perdavimo mazgų tarpusavio sąveiką, yra transportavimo vamzdis, turintis biologinę apsaugą.

3. Kuro perkovimo įrenginys pagal 1 punktą, **besiskiriantis tuo**, kad grandis, užtikrinanti priėmimo-perdavimo mazgų tarpusavio sąveiką, yra judanti platforma su transportavimo konteneriu, turinčiu biologinę apsaugą.

