

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2021 548**
(22) Paraiškos padavimo data: **2021-10-05**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2023-04-11**
(45) Patento paskelbimo data: **2023-06-12**

(73) Patento savininkas:
Viktoras SAKALAUSKAS, Minijos g. 130A-2, 93245 Klaipėda, LT
(72) Išradėjas:
Viktoras SAKALAUSKAS, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Vaclovas KIŠKIS, 47, Bebrų g. 20, Adomaičiai, LT-15234 Vilniaus raj., LT

LT 6995 B

(54) Pavadinimas:
Deuterio gamybos būdas ir įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas skirtas deuterio gamybai termobranduolinės sintezės būdu, naudojant dviejų protonų susilieimo į deuterio branduolį reakciją. Pasiūlytas termobranduolinės reakcijos būdas ir įrenginys, kuriame priešpriešiniai vandenilio branduolių srautai susiduria, vyksta branduolių susilieimas, reakcijos produktai deuterio branduoliai ir pozitronai sklinda į visas puses (360° kampu) statmenai (90°) vandenilio branduolių srautų kryptčiai. Reakcijos produktai stabdomi, jų kinetinė energija verčiama į elektros energiją, deuterio branduoliai jungiami su deguonimi ir paverčiami į sunkųjį vandenį (D_2O), o šalutiniai produktai - γ (gama) kvantai panaudojami šilumos gamybai. Siūlomas įrenginys susideda iš simetriškų greitintuvų ir konverterio, kurie patalpinti į apsauginį gaubtą. Siūlomi įvairių galingumų sunkiojo vandens gamybos įrenginiai.

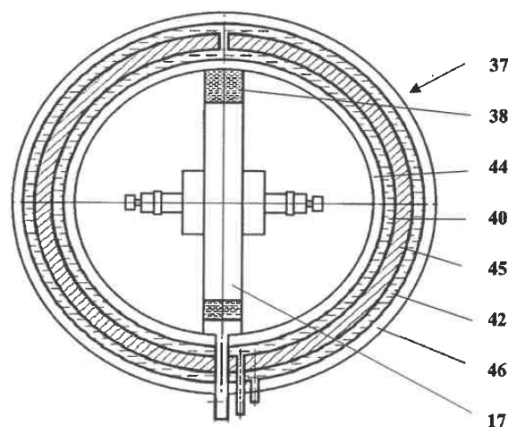


Fig.7a

Išradimas skirtas deuterio gamybai termobranduolinės sintezės būdu, naudojant dviejų protonų susilieimo į deuterio branduolį reakciją.

Gamtoje deuteris egzistuoja taip vadinamo sunkiojo vandens pavidale (D_2O). Žemės vandenyse sunkiojo vandens yra apie 0,015 -0,02%.

Deuterio arba sunkiojo vandens poreikis yra didelis ir įvairus. Didžiausias deuterio kiekis naudojamas atominėje energetikoje. Jis pasižymi geriausiomis neutronų lėtinimo savybėmis.

Sunkiojo vandens pavidalo deuteris yra neutronų katalizatorius branduoliniuose reaktoriuose. Deuteronai, paprastai gaunami jonizuojant deuterio atomus, naudojami kaip bombarduojančios dalelės branduolinėse reakcijose, ypač greitiams neutronams gaminti, taip pat neutronų generatoriuose.

Deuteris taip pat naudojamas kaip izotopų rodiklis atliekant mokslinius chemijos, biologijos, fiziologijos, agrochemijos tyrimus, įskaitant eksperimentus su gyvais organizmais ir žmogaus diagnostinius tyrimus. Deuterio junginiai taip pat naudojami spektroskopiniuose tyrimuose. Jau kurį laiką medicinoje deuterį naudoja įmonės, kuriančios vaistus, jo pagalba bando pailginti vaistų metabolizmo laiką.

Didelės koncentracijos sunkusis vanduo gamtoje neegzistuoja. Žinoma visa eilė pramoninio vandenilio izotopų iš vandens atskyrimo būdų, tai – daugiapakopė vandens elektrolizė, vandens ir vandenilio distiliavimas, skysto vandenilio rektifikacija žemoje temperatūroje, o po to deginimas deguonyje, paprasto vandens daugiapakopis keitimasis vandenilio turinčiais skysčiais ir dujomis (amoniaku, vandeniliu) ir kt.

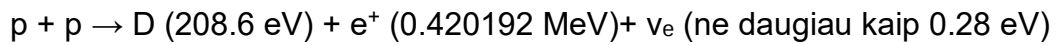
Visos žinomos vandenilio izotopų atskyrimo technologijos turi bendrą bruožą – visos jos reikalauja itin daug energijos ir joms įgyvendinti reikalinga brangi ir sudėtinga įranga.

Šiame išradime siūlomas naujas deuterio gamybos būdas ir įrengimas.

Yra žinoma išradimo paraiška LT2020 558, kurioje pateiktas termobranduolinės reakcijos būdas ir įrenginys su priešpriešais susiduriančiais deuterio branduoliais.

Tolimesni tyrimai parodė, kad šį būdą bei įrenginį galima naudoti ir kitiems vandenilio izotopams. Šio išradimo atžvilgiu įdomiausia yra reakcija tarp dviejų

protonų arba tarp dviejų paprasto vandenilio branduolių (dar kitaip šis vandenilis žinomas kaip protis). Ši reakcija turi tokią išraišką:



kur:

p – protonas, D – deuteris, e^+ – pozitronas, ν_e – neutrinai,

skliausteliuose nurodytas išsiskiriantis energijos kiekis surištas su masės pokyčiu.

Siūlomas deuterio gamybos būdas, kuris apima sekančius veiksmus:

vandenilio dujos pasikartojančiomis dozėmis jonizuojamos;

atskiriami ir lokalizuojami vandenilio branduoliai;

vandenilio branduoliai (protonai) paduodami į greitintuvus;

protonai greitintuvų elektrostatinuose laukuose greitinami; abu priešpriešiniai protonų srautai fokusuojami taip, kad įvyktų susidūrimas (protonų susilieėjimas);

sintezės produktai (deuterio branduoliai ir pozitronai) paskleidžiami aplink susidūrimo tašką 360° kampu, atžvilgiu protonų srautų krypties kampu artimu 90°;

elektrostatinuose laukuose radialiai sklindantys teigiami sintezės produktai (deuterio branduoliai ir pozitronai) sustabdomi iki mažų energijų, konvertuojant jų kinetinę energiją į elektros energiją;

atidavę kinetinę energiją deuterio branduoliai nukreipiami į deuterio branduolių neutralizacijos kameras link vandenilinio kuro elementų;

prasiskverbę per korėtus elektrodus ir pernešti per polimerines membranas deuterio branduoliai susijungia su atmosferos deguonimi ir virsta sunkiuoju vandeniu (D₂O);

pozitronai, atidavę energiją juos stabdantiems elektrodams ir susidūrę su jų elektronais, anihiliuoja ir virsta γ (gama) kvantais su energija 511 keV, kurią sugeria reaktoriaus gaubto sienelės.

Siūlomas sintezės būdo variantas, kai protonai porcijomis paduodami tik į vieną greitintuvą.

Šiame išradime siūlomas termobranduolinis reaktorius, turintis dvi vandenilio dujų talpas su elektromagnetinėmis sklendėmis ir du protonų greitintuvus, dvi vandenilio dujų talpas su elektromagnetinėmis sklendėmis, kuriame:

greitintuvai padaryti kaip vakuuminės cilindrinės kameros ir turi po du skyrius, sąlyginai pavadintus vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameros ir protonų greitėjimo bei fokusavimo kameros, ir reakcijos produktų energijos konverterį;

vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameros – tai vakuuminių cilindrinų kamerų skyriai, kurių kiekvienos vidinėje dalyje sumontuoti du anodai ir tarp jų – cilindrinis katodas, o išorėje, katodo zonoje, – magnetinė linzė (solenoidas), kamerų viduje arba išorėje sumontuotas jonizatorius;

protonų greitėjimo ir fokusavimo kameros – tai vakuuminės cilindrinės kameros skyriai, kurių kiekvienos viduje sumontuoti anodas ir katodas, o išorėje virš katodo – elektromagnetinė linzė ir skleidimo bei koregavimo sistema;

reakcijos produktų energijos konverteris turi tuščiavidurio disko formą, Protonų greitintuvai sumontuoti iš abiejų konverterio disko pusių, jo centre, statmenai disko plokštumai, o jų vidinės ertmės jungiasi tarpusavyje;

reakcijos produktų energijos konverteris turi radialiai išdėstytas zonas – centre yra protonų susiliejo zona, toliau tostant nuo centro radialiai išdėstytos kinetinės energijos konvertavimo į elektros energiją (sustabdymo) ir reakcijos produktų utilizavimo zonos: deuterio branduolių sustabdymo ir jų utilizavimo zona, pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiagos elektronais zona.

Deuterio branduolių energijos konvertavimo, sustabdymo ir utilizavimo zona yra padaryta kaip dvi poros tuščiavidurių cilindų, kurie sujungti su konverterio disku ir išdėstyti abiejuose jo šonuose, konverterio disko ir cilindų jungimo vietose diske ir cilindruose padaryti žiediniai elektrodai, kurie atlieka energijos konvertavimo ir deuterio branduolių stabdymo funkciją, cilindų vidinėse ertmėse yra padaryti tinkleliai. o tuščiavidurių cilindų galai hermetiškai uždaryti vandenilinių kuro elementų žiedinėmis polimerinėmis membranomis.

Siūlomas reaktoriaus variantas, kai jis turi nesimetrišką deuterio branduolių greitintuvų konstrukciją, turinčią vieną deuterio dujų talpą su elektromagnetine sklende ir vieną vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kamerą.

Reaktorius yra patalpintas į daugiasluoksnį apsauginį gaubtą

Išradimo esmė paaiškinta brėžiniuose, kuriuose pavaizduota:

fig. 1 – bendras reaktoriaus vaizdas be gaubto,

fig. 2 – reaktoriaus deuterio branduolių greitintuvų konstrukcija (simetriška),

fig. 3 – reaktoriaus konverterio konstrukcija,

fig. 4 – reaktoriaus elektrinė struktūrinė schema,

fig. 5 – reaktoriaus deuterio branduolių greitintuvų konstrukcija (nesimetriška),

fig. 6 – deuterio branduolių fokusavimo schema,

fig. 7a – reaktoriaus vaizdas su apsauginiu gaubtu,

fig. 7b – apsauginio gaubto sienelės pjūvis.

Deuterio gamybos termobranduolinio reaktoriaus konstrukcijų aprašymas.

Reaktorius, fig. 1, susideda iš dviejų vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) greitintuvų (toliau – greitintuvų) 1, 1a ir reakcijos produktų kinetinės energijos konverterio 2 (toliau – konverterio). Greitintuvai 1, 1a sumontuoti konverterio 2 centre iš abiejų jo pusių.

Fig. 2 parodyta simetriška greitintuvų konstrukcija, kurioje abu greitintuvai 1 bei 1a yra identiški ir sumontuoti vienoje linijoje priešpriešiais. Toliau aprašomas tik greitintuvas 1. Pagrindinė greitintuvo 1 detalė – vakuuminė cilindrinė kamera 3. Ji sąlyginai padalinta į vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kamerą 4 ir protonų greitėjimo bei fokusavimo kamerą 5. Vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameroje 4 yra anodai 6, 7, katodas 8 ir jonizatorius 9. Anodai 6, 7 yra disko formos, turi įgaubtus paviršius ir sumontuoti kameros 4 galuose vienas į kitą nukreiptais įgaubtais paviršiais, o tarp jų sumontuotas cilindrinis katodas 8. Išorėje cilindrinė kamera 3 katodo 8 zonoje apgaubta elektromagnetine linze 10. Jonizatorius 9 gali būti patalpintas viduje arba išorėje vakuuminės cilindrinės kameros 3 ir išdėstytas tarp anodo 6 bei katodo 8. Anodas 6 centre turi kiaurymę ir per elektromagnetinę sklendę 11 sujungtas su vandenilio dujų talpa 12. Protonų greitėjimo ir fokusavimo kameros 5 viduje sumontuoti disko formos įgaubtas anodas 13 ir cilindrinis katodas 14, o kameros 9 išorėje – elektromagnetinė linzė 15 ir skleidimo bei koregavimo sistema 16. Anodai 7 ir 13 centre turi skylutes, jie pastatyti su tarpeliu, plokščiais paviršiais nukreiptais vienas priešais kitą. Jie papildomai atlieka elektrostatinės sklendės funkciją. Kaip buvo minėta, greitintuvas 1a yra identiškas greitintuvui 1, todėl jo detalių ir mazgų pozicijos tokios pačios, tik su raide „a“. Elektrinių išvadų numeriai

atitinka detalių numerius, prie kurių jie prijungti, tik su raide „e“.

Konverterio 2 konstrukcijos dalis pjūvyje parodyta fig. 3. Pagrindinė konverterio 2 detalė – tai tuščiaviduris vakuuminis diskas 17. Diską 17 sąlyginai galima suskirstyti į radialiai išdėstytas zonas. Disko centre – protonų susilieimo zona (sintezės zona) 17.1, tostant nuo centro – deuterio branduolių sustabdymo ir jų utilizavimo zona 17.2, pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiaga zona 17.3.

Diskas 17 centre (protonų susilieimo zonoje 17.1) iš abiejų pusių sujungtas su greitintuvu 1 bei 1a cilindrinėmis vakuuminėmis kameromis 3 ir 3a. Deuterio branduolių energijos konvertavimo, sustabdymo ir utilizavimo zona 17.2 padaryta kaip du tuščiaviduriai, esantys vienas kitame, cilindrai 18, 19 ir 18a, 19a su ertmėmis 20, 20a tarp jų tarp jų. Vieni cilindrų 18, 19 ir 18a, 19a galai sujungti su konverterio 2 disku 17 ir išdėstyti abiejuose jo šonuose, kiti cilindrų 18, 19 ir 18a, 19a galai (ertmės 20, 20a) uždarytos žiediniai vandenilio kuro elementai 21, 21a .

Konverterio 2 disko 17 ir cilindrų 18, 18a jungimo vietose diske 17 ir cilindrų ertmėse 20, 20a padaryti žiediniai elektrodai 22, 22a, 23, 23a ir 24, 24a, kurie atlieka energijos konvertavimo ir deuterio branduolių stabdymo funkciją,

Ertmėse 20, 20a yra padaryti tinkleliai 25, 25a, tinkleliai 26, 26a, tinkleliai 27, 27a ir tinkleliai 28, 28a. Žiediniai vandenilio kuro elementai 21, 21a susideda iš polimerinių membranų 29, 29a, ir elektrodų – anodų 30, 30a ir katodų 31, 31a.

Pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiagos elektronais zona 17.3 susideda iš elektrodų triados 32, 33, 34.

Elektrinių išvadų numeriai atitinka elektrodų numerius, prie kurių jie prijungti, tik su raide „e“. Fig. 4 parodyta reaktoriaus pagrindinių elektros šaltinių struktūrinė schema.

Elektros šaltinių ir išvadų numeracija atitinka pozicijų numerius, nurodytus fig. 2, fig. 3 ir fig. 5. Elektros šaltiniai papildomai pažymėti raide „s“. Elektros šaltinių įtampos reakcijos protonas + protonas kartu su kitais parametrais nurodytos 1 lentelėje.

1 lentelė.

Šaltinio poz. Nr.	Įtampa
6s	- $((420287,89 - U) + (\text{nuo } 0 \text{ V iki } 5)) \text{ V}$
8s	- $((420287,89 - U) + (\text{nuo } 13,5\text{V iki } 18,5))\text{V}$
13s	- $(420287,89 - U) \text{ V}$
14s	- $420287,894 \text{ V}$
22s	- $(420287,894 - U_d + 20 \text{ V})$
23s	- $(420287,894 - U_d) \text{ V}$
24s	- $(420287,894 - U_d + 40 \text{ V})$
25s	- $(420287,894 - U_d + 65 \text{ V})$
26s	- $(420287,894 - U_d + 1) \text{ V}$
27s	- $(420287,894 - U_d + 6) \text{ V}$
28s	- $(420287,894 - U_d + 1) \text{ V}$
30s	- $(420287,894 - U_d + 2) \text{ V}$
32s	-50 V
33s	-100 V
34s	0 V
Kur U – protonų pagreitinimo įtampa = 96,235 V, U _d – deuterio branduolių stabdymo įtampa – 208,683V	

Elektros šaltiniai, poz 30s ir 33s, turi būti reversiniai. Reaktoriaus apkrovimai jungiamas tarp išvadų 14s–30s ir 14s–33s.

Fig. 5 parodyta nesimetriška greitintuvų konstrukcija. Greitintuvas 1 yra analogiškas kaip ir fig. 2, o kitas greitintuvas 1b, sumontuotas priešpriešiais, yra pasyvus – jis turi tik vandenilio branduolių (protonų) greitėjimo ir fokusavimo kamerą

5b. Kiti elementai yra tokie patys kaip greitintuve 1, jie pažymėti raide “b”.

Fig. 6 parodytas greitintuvo pjūvis ir protonų judėjimo schema. Joje parodytos protonų judėjimo trajektorijų sudaromosios 35 ir 36 atitinkamai vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameroje 4 ir protonų greitėjimo bei fokusavimo kameroje 5.

Fig. 7a parodytas deuterio gamybos termobranduolinis reaktorius su apsauginiu gaubtu. Jis susideda iš pačio gaubto 37 ir tuščiavidurio žiedo 38, kuriuo gaubtas sujungtas su reaktoriaus konverterio 2 disko 17 išoriniu radialiniu paviršiumi. Tuščiaviduris žiedas 338 užpildytas vandeniu. Gaubtas 37 padarytas daugiasluoksnis ir gali susidėti iš tokių sluoksnių: vakuumas 39 – vanduo 40 – švino sluoksnis 41 – vanduo 42 – vakuumas 43. Gaubto sienelės pjūvis išsamiau parodytas fig. 7b. Sluoksnius sudaro trys tuščiaviduriai plieniniai indai – vidinis vakuuminis indas 44, vidurinis indas 45, kuriame yra švinas 41, ir išorinis vakuuminis indas 46. Iš abiejų pusių vidurinio indo 45 ertmės užpildytos vandeniu 40, 42. Gaubto viduje turi būti sausa, oras arba oras, prisodrintas deguonimi. Gaubto 34 konstrukcija gali susidėti iš keleto dalių.

Reaktoriaus veikimas su simetriška greitintuvų konstrukcija

Kaip buvo minėta, konstrukcijos aprašyme greitintuvai 1 bei 1a yra identiški, todėl procesai, vykstantys greitintuvuose, aprašomi tik greitintuve 1 ir laikoma, kad analogiški procesai vyks ir greitintuve 1a. Greitintuvų 1 bei 1a sąveikos procesus aprašysime atskirai. Suveikus elektromagnetinei sklendei 11 neutralių vandenilio dujų porcija iš vandenilio dujų talpos 12 patenka į vakuuminės cilindrinės kameros 3 vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kamerą 4. Jonizatorius 9 deuterio dujas jonizuoja, dėl to vandenilio atomai susižadina, jų elektronai atsiduria toli nuo branduolio. Kadangi jie (elektronai) yra elektriniame lauke su maždaug 14-os voltų potencialų skirtumu, todėl elektronai, turintys neigiamą krūvį, dideliu greičiu subyra (neutralizuojami) į artimiausią teigiamą anodą 6. Vandenilio branduoliai (protonai) žymiai lėtesniu greičiu juda link katodo 12. Elektromagnetinės linzės 14 kuriamas magnetinis laukas neleidžia vandenilio branduoliams (protonams) pasiekti katodo 12 paviršiaus, todėl jie iš inercijos juda toliau link anodo 7. Vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameroje 4 nusistovi procesas, vyksta protonų pasikartojantis judėjimas tarp anodų 6 ir 7. Protonų judėjimo trajektorijos sudaromoji 35 parodyta fig. 6.

Greta esantys anodai 7, 13 padaryti su centrinėmis kiaurymėmis ir atlieka

elektrostatinės sklendės vaidmenį: kai tarp anodų yra potencialų skirtumas +5 V (ant anodo 13) – sklendė uždaryta, kai tarp anodų nėra potencialų skirtumo – elektrostatinė sklendė atidaryta ir protonai per centrinės kiaurymės anoduose 7, 13 gali patekti (patenka) į deuterio branduolių greitėjimo ir fokusavimo kamerą 5.

Elektrostatinių sklendžių tarp anodų 7, 13 ir 7a, 13a veikimas turi būti sinchronizuotas, jos turi atsidaryti ir užsidaryti vienu metu. Protonai vienu metu patenka į greitėjimo ir fokusavimo kameras 5, 5a tarp anodo 13 ir katodo 14, taip pat tarp anodo 13a ir katodo 14a pagal trajektorijas 36, parodytas fig. 6. Trajektorių kūgių smaigaliuose tarp katodų 14 ir 14a susidaro taip vadinama protonų neprasilenkimo zona, t.y. susidaro sąlygos vykti protonų suartėjimui ir susidūrimui. Esant reaktoriaus nusistovėjusiam režimui sklendės 11 ir 11a, o taip pat elektrostatinės sklendės yra valdomos automatinio režimu ir palaiko pastovią deuterio branduolių srovę tarp anodo 13 bei katodo 14 ir tarp anodo 13a bei katodo 14a.

Protonų susidūrimams reikalingos sąlygos (zona 17.1)

Kaip žinoma, susiduriant protonams, reakcijos produktai yra deuterio branduoliai, pozitronai ir neutrinai. Kai du protonai, judėdami vienodu greičiu, maksimaliai suartėja reaktoriaus centre (branduolių susiliejinimo zonoje 17.1), susiduria ir sustoja, jų kinetinė energija pavirsta į potencinę energiją, o jeigu jos kiekis yra pakankamas, įvyksta energetinis kolapsas, potencinės energijos kiekis, viršijantis 96 eV, sudaro sąlygas dviejų protonų sistemai rekombinuoti į deuterio branduolio ir pozitrono porą. Suteikus protonams 96 eV pagreitavimo energiją, jie viršys minimalią suartėjimo energiją du kartus ir tuomet skersmuo apskritimo, į kurį protonai privalo pataikyti vienas kito atžvilgiu, padidės nuo nulio iki kvadratinės šaknies iš 0,5 kritinio atstumo, o tai yra lygu 0,7071 kritinio atstumo. Ši aplinkybė nulemia kūgių smaigalių, kuriuos sudaro protonų pluoštai, kampus. Jie neturi nukrypti nuo centrinės reaktoriaus ašies daugiau kaip per $2,0248^\circ$. šis parametras lemia visų pirma magnetinių linzių židinių nuotolius ir eilę kitų parametrų. Be to, šie kampai yra statmeni reakcijos produktų sklaidos kampams ($90^\circ \pm 2,0248^\circ$).

Reakcijos produktų kinetinės energijos konvertavimas

Kaip jau minėta, visų reakcijos produktų trajektorijos yra statmenos (artimos 90°) deuterio branduolių judėjimo trajektorijoms greitintuvuose. Tai reiškia, kad jie sklaidysis į visas puses vienoje plokštumoje, kuri yra konverterio 2 disko 17 centre.

Disko 17 periferija yra suskirstyta į atskiras zonas:

zona 17.1 – protonų susidūrimo (susiliejo) zona,

zona 17.2 – deuterio branduolių sustabdymo ir jų utilizavimo zona,

zona 17.3 – pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiaga zona.

Deuterio branduolys turi vieną protoną ir vieną neutroną, jo pilnam sustabdymui užtenka 208,6 V įtampos. Konverterio 2 disko 17 ir cilindrų 18, 19 ir 18a, 19a jungimo vietose diske 17 padaryti žiediniai elektrodai 22, 22a ir 23, 23a, kurie atlieka energijos konvertavimo ir deuterio branduolių stabdymo funkciją, o elektrodai 24, 24a nukreipia deuterio branduolius į ertmes 20, 20a.

Ertmėse 20, 20a yra padaryti visa eilė tinklelių: 25, 25a – greitinantys, 26, 26a – pristabdantys ir blokuojantys deuterio branduolių grįžimą atgal, 27, 27a – greitinantys, 28, 28a – koreguojantys judėjimo greitį link anodų 30, 30a. Šie visi tinkeliai nukreipia ir priverčia deuterio branduolius prasiskverbti per vandenilio kuro elementų 21, 21a korėtus anodus 30, 30a, toliau pernešami per polimerines membranas 29, 29a link korėtų katodų 31, 31a, juos praėję susijungia su atmosferos deguonimi ir virsta sunkiuoju vandeniu (D_2O). Prie anodų 30, 30a ir katodų 31, 31a turi būti prijungtos apkrovos. Prie vandenilinio kuro elementų anodų 27, 27a ir katodų 28, 28a turi būti prijungtas apkrovos. Vandenilio kuro elementų 21, 21a leidžia išsaugoti konverteryje 2 vakuumą ir perduoti deuterio branduolius į reaktoriaus išorę.

Zona 17.3 – pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiagos elektronais zona. Pozitronus sustabdo ir neutralizuoja elektrodų triados 32, 33, 34. Pozitronai, atidavę energiją, kuri virsta elektros energija, susiduria su elektrodų laisvaisiais elektronais ir anihiliuoja, pavirsdami kartu su elektronais į γ (gama) kvantų porą su 511 keV energija kiekvienas.

Reaktoriaus veikimas su nesimetriška greitintuvų konstrukcija, fig. 5.

Reaktorius su nesimetriška konstrukcija dirba cikliška. Reaktoriaus darbą šioje konstrukcijoje valdo elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13). Elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) bus uždaryta, kai anodas 13 anodo 7 atžvilgiu turės teigiamą potencialą, kai potencialų skirtumo nebus – elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) bus atidaryta.

Atidarius elektrostatinę sklendę, protonų porcija patenka į protonų greitėjimo bei fokusavimo kamerą 5. Kai ši porcija užpildo atstumą tarp anodo 13 ir protonų susidūrimo taško konverterio 2 centre, elektrostatinė sklendė užsidaro. Kol elektrostatinė sklendė yra uždaryta pirmoji protonų porcija užpildo atstumą tarp branduolių susidūrimo taško ir anodo 13b, prie kurio priartėję pirmieji porcijos protonai pradės judėti atgal. Tuo metu elektrostatinė sklendė vėl atsidaro dvigubai ilgesniam laikui ir į protonų greitėjimo ir fokusavimo kamerą 5 patenka dar dvi protonų porcijos, o kol paskutinioji protonų porcija užpildo atstumą tarp anodo 13 ir susidūrimo taško, ankstesnės dvi protonų porcijos pavirsta reakcijos produktais ir patenka į konverterį 2. Dabar elektrostatinė sklendė vėl užsidaro. Toliau procesas periodiškai kartojasi. Besikartojant minėtiems procesams, tik žymiai rečiau, papildoma protonų porcija protonų kameroje 4 atidarant ir vėl uždarant elektromagnetinę sklendę 11.

Deuterio įrenginio galingumas ir jo padidinimo būdai

Aukščiau aprašytas įrenginio veikimas, kai protonai susidūrimo zonoje fokusuojami į vieną tašką. Jo parametrai nurodyti 2 lentelėje, pirmas stulpelis

Norint padidinti reaktoriaus elektrinį, šiluminį galingumą ir deuterio išėigą reikia pasiekti, kad protonų susidūrimai vyktų ne viename taške, o plačiau. Pats paprasčiausias ir optimaliausias būdas yra pasiekti, kad protonų susidūrimo taškas keistų savo padėtį statmenoje jų judėjimui plokštumoje, pvz., būtų atlenkiami jų srautai ir skleidžiami apskritimu. 2 lentelėje parodyta kaip reaktoriaus galingumas priklauso protonų srauto fokuso skleidimo diametro. Priimama, kad 2 lentelėje pirmame stulpelyje nurodyti parametrai, ypač pagal srovę, yra optimalūs, o skleidžiant protonų srauto fokusą diameteru 17,1 cm ir skleidimo dažniu 39,7 GHz, esant tam pačiam srovės tankiui, reaktoriaus galingumas žymiai išauga. Čia pasirinktas realus maksimaliai pasiekiamas dažnis. Diametras 17,1 cm pasirinktas neatsitiktinai, nes prie tokio diametro ir minėto dažnio apskritimo ilgis atitinka optimalios srovės reikšmę, kai protonų srauto fokusas nuo centrinės greitintuvų ašies nukryps tik per $2,0248^\circ$, o esant tokiam nukrypimui bus vis dar vienetinė protonų susidūrimo tikimybė.

2 lentelė.

Parametras	Reaktoriaus bendras galingumas			
	18,35 W (minimalus)	57,65 kW	576,5 kW	5765,8 kW
Protonų skleidimo apskritimo skersmuo		0,171 cm	1,7 cm	17,1 cm
γ kvantų galingumas (šiluminis)	13,05 W	40,86 kW	408,56 kW	4085,61 kW
Galingumas elektros energijos pavidalu	5,3 W	16,8 kW	168,02 kW	1680,24 kW
2 g deuterio išeiga paromis	87758.6	27,9	2,8	0,28
Srovė	12,73 μ A optimali srovė	0,04 A pirminė srovė	0,4 A pirminė srovė	4,0 A pirminė srovė
		Skleidimo dažnis – 39,7 GHz		

Reaktoriaus veikimas prie didesnių galingumų

Reaktoriaus veikimas su simetriška konstrukcija, fig. 2, bus analogiškas kaip aprašyta aukščiau, išskyrus tai, kad bus įjungta ir visa laiką veiks skleidimo ir koregavimo sistema 16, kuri protonų srauto fokusą suks norimo skersmens apskritimu.

Reaktoriaus veikimas su nesimetriška konstrukcija prie didesnių galingumų

Reaktorius dirba cikliška. Reaktoriaus darbą šioje konstrukcijoje valdo elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13). Elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) bus uždaryta, kai anodas 13 anodo 7 atžvilgiu turės teigiamą potencialą, kai potencialų

skirtumo nebus – elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) bus atidaryta.

Reaktoriaus paleidimas. Atidaroma elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13), pirmoji norima protonų porcija patenka į protonų greitinimo bei fokusavimo kamerą 5 ir užpildo ertmę tarp anodo 13 ir protonų susidūrimo taško konverterio 2 centre, elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) uždaroma. Pirmoji protonų porcija užpildo atstumą tarp branduolių susidūrimo taško konverterio 2 centre bei anodo 13b ir pradeda judėti atgal, elektrostatinė sklendė (anodai 7 ir 13) atsidaro ir į protonų greitinimo bei fokusavimo kamerą 5 patenka antra norima protonų porcija. Kai pirmosios ir antrosios porcijų protonai, judėdami link susidūrimo taško, pasiekia sudaromųjų kūgių 36 pagrindus (fig. 6), įjungiama atlenkimo bei koregavimo sistema 16 ir veikia tol, kol vyksta abiejų porcijų protonų sintezė. Sekančių protonų porcijų pateikimą galima pradėti dar nepasibaigus ankstesnių protonų porcijų sintezei, kai paskutiniai protonai bus sudaromųjų kūgių 36 pagrindų zonoje. Toliau ciklas kartojasi.

Apsauginio gaubto konstrukcijos paaiškinimas

Apsauginio gaubto funkcija yra apsaugoti aplinką nuo γ (gama) spinduliuotės, surinkti sunkųjį vandenį ir aušinti reaktorių. Reaktoriuje išsiskiriantys γ kvantai atiduoda savo energiją švinui (Pb) ir jį kaitina. Vietoje švino gali būti kiti cheminiai elementai su sunkiais branduoliais, pvz., toris (Th-232), uranas (U-238) arba volframas (W), Švino sluoksnį, kurio storis maksimalaus pasiūlyto galingumo atveju bus 20 cm, ir reaktorių aušina cirkuliuojantis vanduo. Kad nebūtų šilumos nuostolio, gaubtas viduje ir išorėje turi vakuuminius sluoksnius. Fig. 7a gaubtas turi rutulio formą, bet gali turėti ir kitokią formą. Reaktoriaus aptarnavimo patogumui gaubtas gali būti surenkamas iš atskirų dalių.

Iš sunkiojo vandens (D_2O) elektrolizės būdu gaunamas deuteris.

Siūlomas naujas deuterio gamybos būdas kartu su pateiktais įrenginio variantais leis gaminti gryną deuterį iš paprasto vandenilio. Be to, deuterio gamybos metu susidarantys šalutiniai produktai bus – elektros energija ir šiluminė energija.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Deuterio gamybos būdas, kuriame naudojami greitintuvuose vakuume priešpriešais nukreipti protonų srautai, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sintezei gauti atliekami šie veiksmai:

vandenilio dujos pasikartojančiomis dozėmis jonizuojamos;

atskiriami ir lokalizuojami vandenilio branduoliai (protonai);

protonai paduodami į greitintuvus;

protonai greitintuvų elektrostatiuose laukuose greitinami, suteikiant energiją ne mažesnę kaip 97 eV;

abu priešpriešiniai protonų srautai fokusuojami taip, kad įvyktų susidūrimas (branduolių susilieėjimas);

sintezės produktai – deuterio branduoliai ir pozitronai paskleidžiami aplink susidūrimo tašką (360°) atžvilgiu protonų srautų krypties kampu artimu 90° ;

elektrostatiuose laukuose radialiai sklindantys sintezės produktai – deuterio branduoliai ir pozitronai sustabdomi iki mažų energijų, konvertuojant jų kinetinę energiją į elektros energiją,

atidavę kinetinę energiją deuterio branduoliai nukreipiami į deuterio branduolių neutralizacijos kameras link vandenilinio kuro elementų, prasiskverbti per korėtus vandenilio kuro elementų anodus, pernešami per polimerines membranas, link korėtų katodų ir jų zonoje deuterio branduoliai, susijungę su atmosferos deguonimi, virsta sunkiuoju vandeniu (D_2O);

pozitronai, atidavę energiją juos stabdantiems elektrodams ir susidūrę su jų elektronais, anihiliuoja ir virsta γ (gama) kvantais su energija 511 keV, kurią sugeria reaktoriaus apsauginio gaubto sienelės;

deuteris iš sunkiojo vandens (D_2O) išskiriamas elektrolizės būdu.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad γ (gama) kvantus sugeriančio apsauginio gaubto sienelės šyla, o aušinant jį cirkuliuojančiu vandeniu gaunama šiluminė energija.

3. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad protonai porcijomis paduodami tik į vieną greitintuvą.

4. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad abu priešpriešiniai protonų srautai, kad įvyktų susidūrimas (branduolių susiliejimas), skleidžiami ir fokusuojami apskritimu.

5. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, apsauginio gaubto sienelių medžiaga, sugerianti γ (gama) kvantus, gali būti švinas (Pb), toris (Th-232), uranas (U-238) arba kiti cheminiai elementai su panašiais atominiais svoriais.

6. Deuterio gamybos įrenginys, turintis du protonų greitintuvus (1, 1a) ir dvi vandenilio dujų talpas (12, 12a) su elektromagnetinėmis sklendėmis (11, 11a) bei apsauginį gaubtą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad:

greitintuvai (1, 1a) padaryti kaip vakuuminės cilindrinės kameros (3, 3a) ir turi po du skyrius, sąlyginai pavadintus vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameros (4, 4a) ir protonų greitėjimo bei fokusavimo kameros (5, 5a), ir reakcijos produktų energijos konverterį (2);

vandenilio branduolių (lėtųjų protonų) kameros (4, 4a) – tai vakuuminių cilindrinų kamerų skyriai, kurių kiekvienos vidinėje dalyje sumontuoti du anodai (6, 7) ir (6a, 7a) ir tarp jų – cilindriniai katodai (8, 8a), o išorėje, katodo (8, 8a) zonoje, – magnetinė linzės (10, 10a) (solenoidas), kamerų viduje arba išorėje sumontuoti jonizatoriai (9, 9a);

protonų greitėjimo ir fokusavimo kameros (5, 5a) – tai vakuuminės cilindrinės kameros skyriai, kurių kiekvienos viduje sumontuoti anodai (13, 13a) ir katodai (14, 14a), o išorėje virš katodų (14, 14a) – elektromagnetinės linzės (15, 15a) ir skleidimo bei koregavimo sistemos (16, 16a);

reakcijos produktų energijos konverteris (2) turi tuščiaavidurio vakuuminio disko (17) formą; protonų greitintuvai (1, 1a) sumontuoti iš abiejų konverterio disko (17) pusių, jo centre, statmenai disko (17) plokštumai, o jų vidinės ertmės jungiasi tarpusavyje;

reakcijos produktų energijos konverteris (2) turi radialiai išdėstytas zonas – centre yra protonų susiliejo zona (17.1), toliau tolstant nuo centro radialiai išdėstytos kinetinės energijos konvertavimo į elektros energiją (sustabdymo) ir reakcijos produktų utilizavimo zonos; deuterio branduolių sustabdymo bei jų utilizavimo zona (17.2) ir pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiaga zona (17.3);

γ (gama) kvantų neutralizavimo zona yra apsauginis gaubtas.

7. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad: deuterio branduolių energijos konvertavimo, sustabdymo ir utilizavimo zona (17.2) yra padaryta kaip du tuščiaviduriai, esantys vienas kitame, cilindrai (18, 19 ir 18a, 19a) su ertmėmis (20, 20a) tarp jų; vieni cilindrų (18, 19 ir 18a, 19a) galai sujungti su konverterio (2) disku (17) ir išdėstyti abiejuose jo šonuose, kiti galai (ertmės (20, 20a) tarp cilindrų (18, 19 ir 18a, 19a)) uždaryti žiediniais vandenilio kuro elementais (21, 21a); konverterio (2) disko (17) ir cilindrų (18, 18a) jungimo vietose diske (17) padaryti žiediniai elektrodai (22, 23 ir 22a, 23a), o cilindrų ertmėse (20, 20) padaryti žiediniai elektrodai (24, 24a), kurie atlieka energijos konvertavimo ir deuterio branduolių stabdymo funkciją; ertmėse (20, 20a) yra padaryti tinkleliai (25, 25a), tinkleliai (26, 26a), tinkleliai (27, 27a) ir tinkleliai (28, 28a); žiediniai vandenilio kuro elementai (21, 21a) susideda iš polimerinių membranų (29, 29a), ir elektrodų – anodų (30, 30a) bei katodų (31, 31a).

8. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pozitronų sustabdymo ir jų reakcijos su elektrodų medžiaga zona susideda iš elektrodų triados (32, 33, 34).

9. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad γ (gama) kvantų neutralizavimo zona yra apsauginis gaubtas.

10. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi vieną deuterio dujų talpą (12) su elektromagnetine sklende (11).

11. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apsauginis gaubtas padarytas daugiasluoksnis: vakuumas – vanduo – švinas – vanduo – vakuumas.

12. Įrenginys pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad:

apsauginis gaubtas susideda iš trijų plieninių indų – vidinis indas (44), kuriame yra vakuumas, vidurinis indas (45), kuriame yra švinas (Pb), išorinis indas (46), kuriame yra vakuumas;

ertmės tarp išorinio bei vidurinio indų ir tarp vidinio bei vidurinio indų užpildytos vandeniu.

13. Įrenginys pagal 12 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad viduriniame inde (45) yra toris (Th-232) arba uranas (U-238), arba kiti cheminiai elementai su panašiais atominiais svoriais.

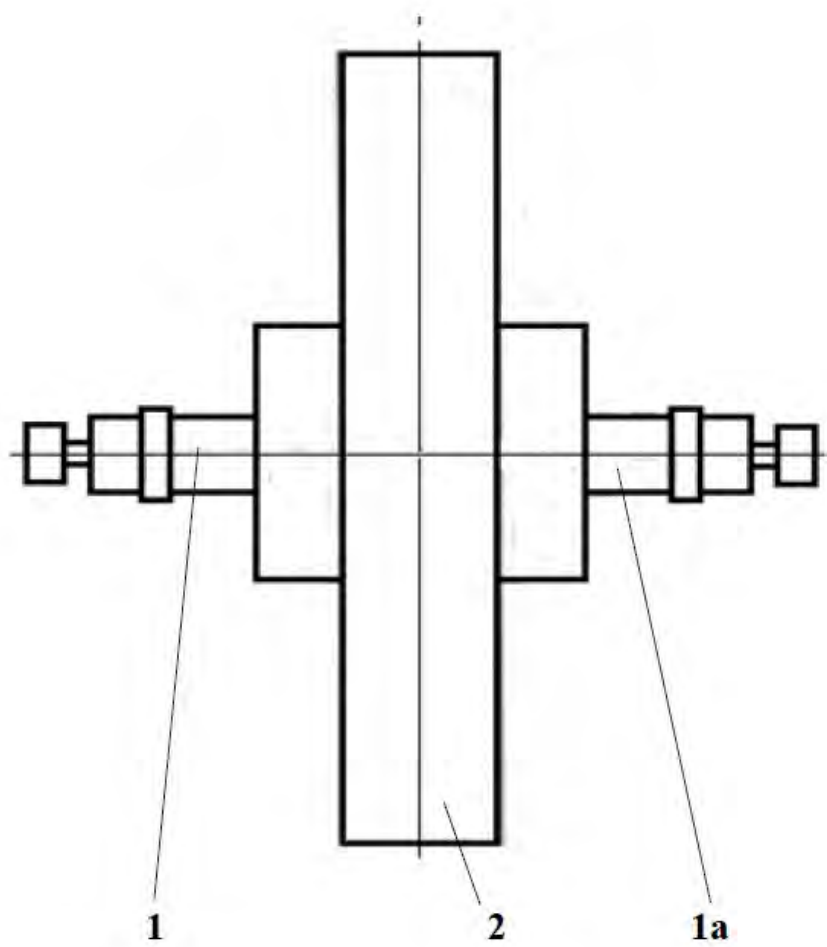


Fig. 1

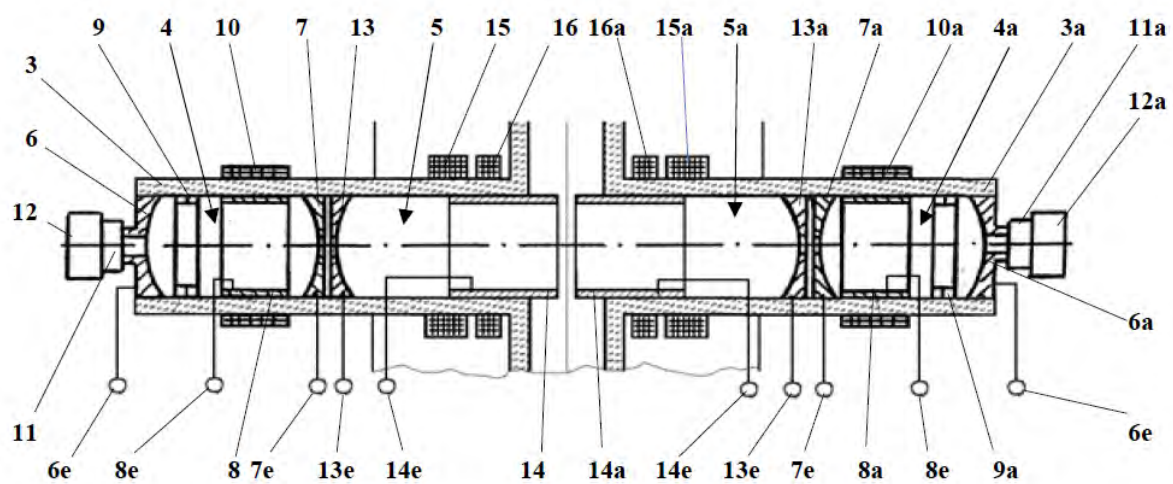


Fig.2

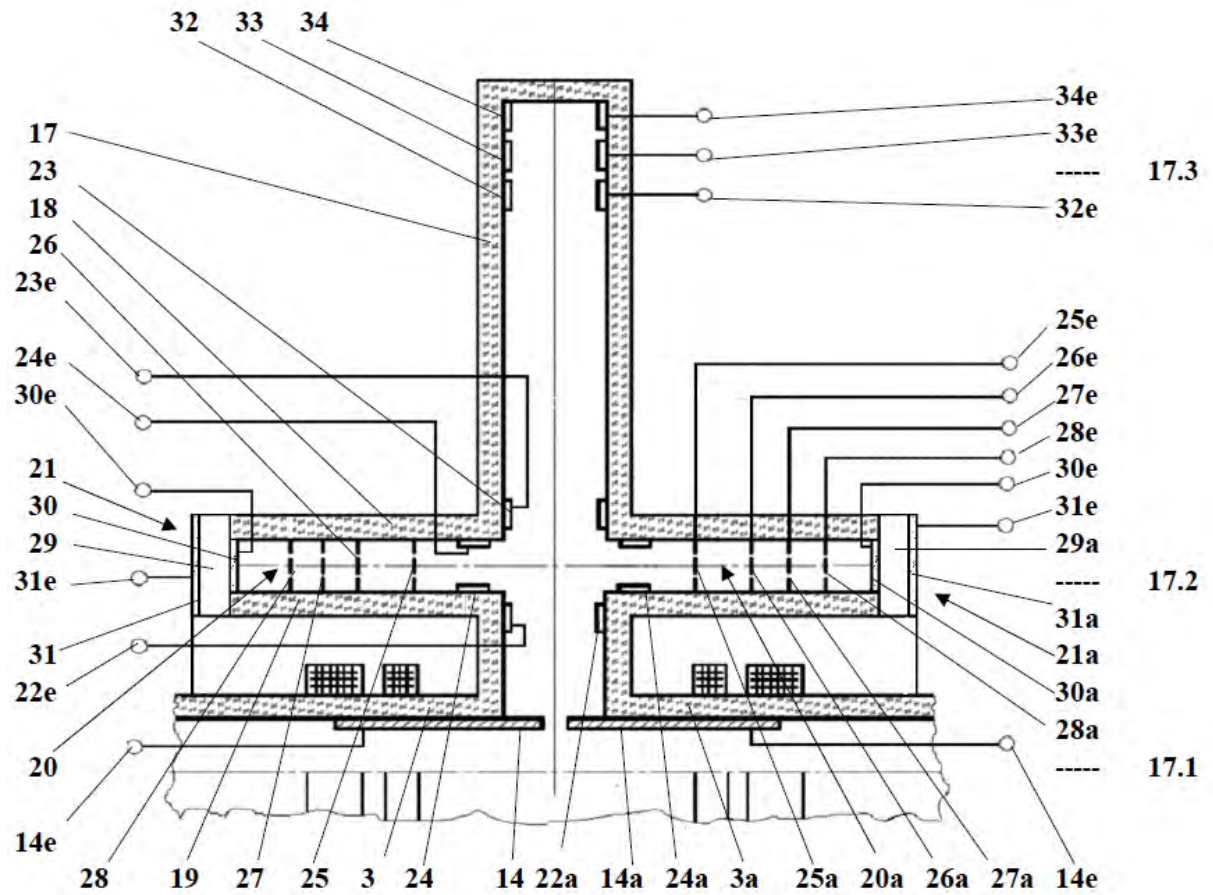


Fig. 3

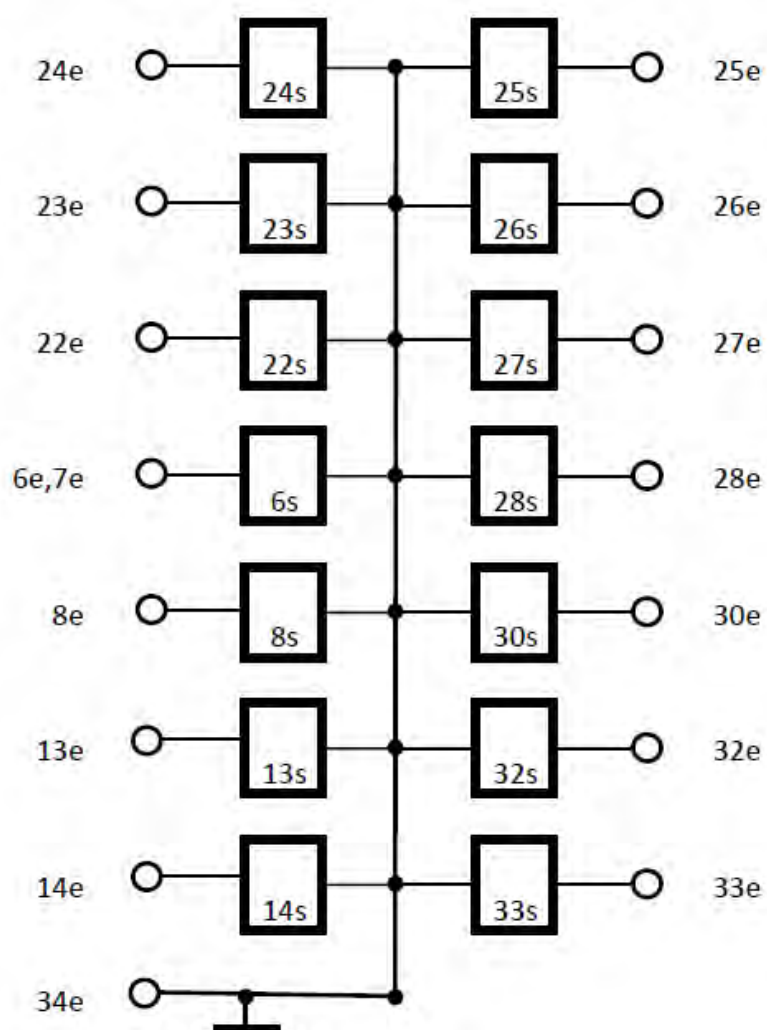


Fig. 4

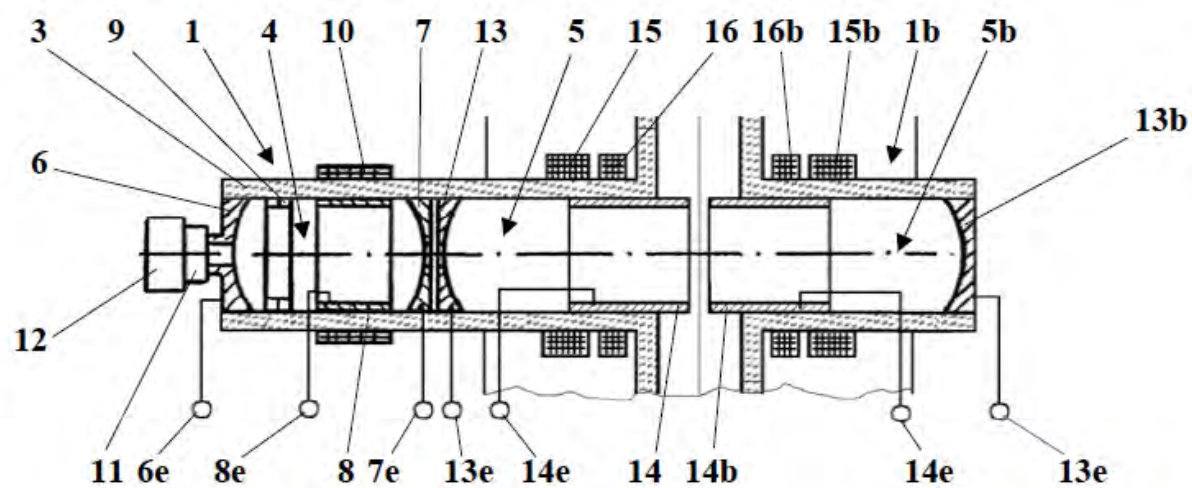


Fig.5

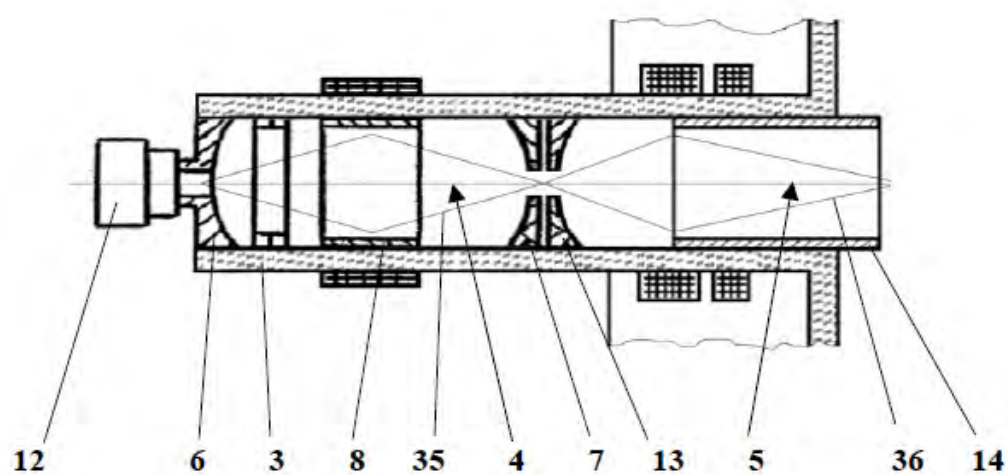


Fig.6

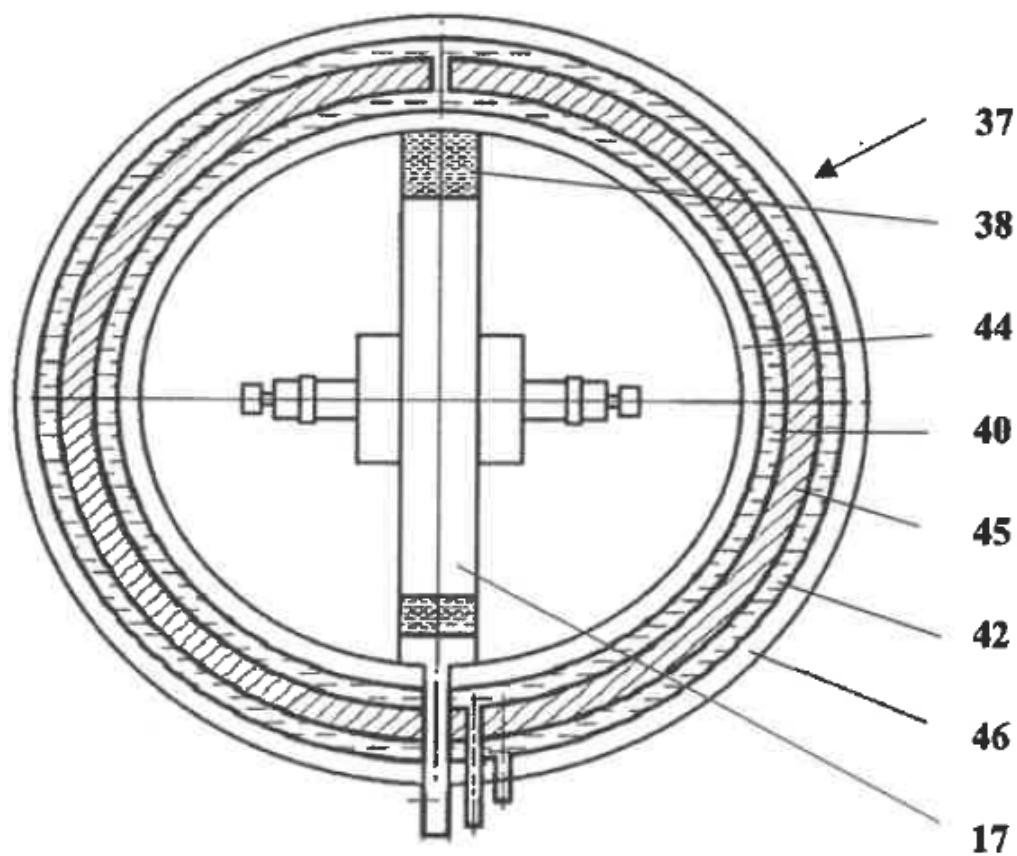


Fig.7a

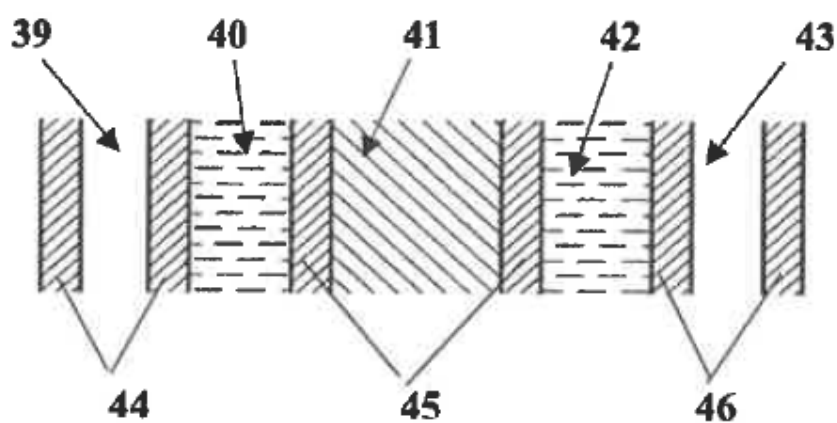


Fig. 7b