

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ, ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԳՈՐԻՍԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ



ՀԵՐԹԱԿԱՆ ԱՏԵՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ԵՆԹԱԿԱ  
ՈՒՍՈՒՑԻՉՆԵՐԻ  
ՎԵՐԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ԴԱՍԸՆԹԱՑ

ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

Թեմա-

Միջուկային ռեակցիաները՝ որպես էներգիայի

աղբյուրներ

Առարկա-

Ֆիզիկա

Հեղինակ-

Բակունց Արմանուշ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ  
ՀԱՍՏԱՏՈՒԹՅՈՒՆ

Գորիսի Յու. Բախշյանի անվան թիվ 3  
հիմնական դպրոց <<ՊՈԱԿ>>

*Աշխատանքը թույլատրված է պաշտպանության  
ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԳԻՏ. ՂԵԿԱՎԱՐ՝ Ս. Դալլաբյան*

ԳՈՐԻՍ 2023

## ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐՈՍՈՒԹՅՈՒՆ.....	3
ՄԻՋՈՒԿՅԵՐԱՆՈՒԹՅԻՆ ԵՎ ԴՐԱՅԻՆ ԲՆԱԳՐՈՒՄԻ ՄԱՅՈՒՆՆԵՐ.....	3
ՄԻՋՈՒԿՆԵՐ ԲՈՒՄՆԱԿԱՆ ԵՎ ՄԱՅՈՒՆՆԵՐ.....	6
ՄԻՋՈՒԿՅԵՐԱՆՈՒԹՅԱՆ ԲՆԱԳՐՈՒՄԻ ԳՆԱԿՆԵՐ.....	10
ԱՆՎՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՑԻՖՐՆԵՐԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԱՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲՆԱԳՐՈՒՄԻ.....	12
ԲԵՐՈՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....	14
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....	15

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մեր դարն իրավամբ անվանում են ատոմային էներգիայի դար: Էներգիայի նոր տեսակի՝ ատոմային միջուկի էներգիայի օգտագործումը անսահման ընդլայնում է մարդու իշխանությունը բնության տարերային ուժերի նկատմամբ, լայն հնարավորություններ է բացում հասարակական հարստության ավելացման, արտադրական ուժերի, գիտատեխնիկական առաջընթացի զարգացման համար:

### ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ

Ատոմների միջուկների փոխակերպման պրոցեսում արտադրվում է էներգիա, որը կոչվում է ատոմային կամ ավելի ճիշտ՝ միջուկային էներգիա: Ավելի լավ պատկերացնելու համար, թե ինչպես է տեղի ունենում միջուկի փոխակերպումը և նյութերի ինչպիսի հատկություններ են օգտագործվում ատոմային արդյունաբերության մեջ, մտքով ուղևորություն կատարենք դեպի ատոմի խորքը:

Նրա ամենակենտրոնում մենք կտեսնենք փոքրիկ, ծանր մարմին՝ ատոմային միջուկը, իսկ դրական լիցքավորված միջուկի շուրջ, ինչպես մոլորակներն արևի շուրջ, բացասական լիցքավորված բազմաթիվ մանր մասնիկների՝ էլեկտրոնների պարսր: Ներկայումս գտնում են, որ էլեկտրոնն ունի 9.10-28գ զանգված և բացասական էլեկտրականության լիցք՝ 4,8.10-10 էլեկտրականության քանակության էլեկտրասաստիկ միավոր:

Ատոմների մեջ էլեկտրոնների թիվը խիստ կերպով շաղկապված է քիմիական տարրերի հերթականության հետ, ինչպես դա ցույց է տրված Մենդելևի աղյուսակում: Այսպես, ըստ հերթականության առաջին տարրը՝ ջրածնի ատոմը պարունակում է մեկ էլեկտրոն, երկրորդի՝ հելիումի ատոմը ունի 2 էլեկտրոն և այլն: Ավելի ծանր տարրերի ատոմներն ունեն մի քանի տասնյակ էլեկտրոններ կապարը՝ 82, ուրանը՝ 92:

Տարբեր ատոմները միմյանցից տարբերվում են կշռով: Ատոմային կշիռը սովորաբար արտահայտվում է հարաբերական միավորներով, ընդ որում թթվածնի ատոմային կշիռն ընդունված է 16: Այդ դեպքում ամենաթեթև տարրի՝ ջրածնի կշիռը կլինի մոտ մեկ միավոր, իսկ այնպիսի ծանր տարրի կշիռը, որպիսին է ուրանը 238 անգամ ավելի է: Մակայն փաստական կշիռը որոշ չափով տարբերվում է, օրինակ, ջրածնի մեկ ատոմի կշիռը 1,67.10<sup>-4</sup> գ է:

Քիմիական փոխազդեցության ժամանակ էներգիայի անջատումը կախված է միայն էլեկտրոնային թաղանթների փոփոխման հետ, որոնք շրջապատում են ատոմային միջուկը: Միջուկային ռեակցիաների էությունը հասկանալու համար թափանցենք միջուկի խորքը, որ կենտրոնացված է ատոմի գրեթե ամբողջ պոտենցիալ էներգիան: Միջուկի կազմի մեջ մտնում են դրական լիցքավորված մասնիկները՝ պրոտոնները. պրոտոնն ունի էլեկտրոնի լիցքի մեծությանը հավասար լիցք և 1836 անգամ ավելի մեծ մասսա և չեզոք մասնիկները՝ նեյտրոնները նեյտրոնի մասսան մոտավորապես հավասար է պրոտոնի մասսային: Պրոտոնները և նեյտրոնները միջուկում միմյանց հետ շաղկապված են միջուկային ուժերով, բայց այդ ուժերն ազդում են շատ փոքր տարածության վրա: Այսպես, միջուկի ուժը 1 ֆերմի տարածության վրա 1 ֆերմի հավասար է 10-1սմ 36 անգամ ավելի է էլեկտրաստատիկականից և 10 38 անգամ մեծ է ծանրության ուժից: Մասնիկների մոտեցումը միմյանց հանգում է միջուկային ուժերի աճին, բայց լինում է մի պահ, երբ այդ ուժերը փոխում են նշանը, չեն ձգում մասնիկներին, ընդհակառակը, հրում են նրանց: Մասնիկների միջև մի քանի ֆերմիի չափով տարածությունը մեծանալու դեպքում միջուկային ուժերի ազդեցությունը արագ կերպով նվազում է մինչև զրո: Միջուկի տրոհման ժամանակ միջուկային ուժերը խախտվում են և էներգիա է արտադրվում:

Ատոմների միջուկները անսովոր կերպով ամուր են: Էլեկտրոնների կապի էներգիան մոտ մեկ միլիոն փոքր է միջուկի մասնիկների կապի էներգիայից: Էլեկտրոնների և միջուկների միջև գործող կապի փոփոխումը համեմատաբար հեշտ է: Բայց ահա պրոտոնների և նեյտրոնների միջև այդ կապի խախտումը սովորական եղանակով հազարավոր աստիճաններ կարելի է հալել ամենադժվարահալ նյութը և

նույնիսկ գոլորշիացնել, ուզած բարդ նյութը տարրալուծել պարզի, բայց միջուկները այդ դեպքում մնում են անփոփոխ:

19-րդ դարի վերջում ռադիոակտիվության հայտնագործումը, այսինքն՝ քիմիական որոշ տարրերի այն հատկությունը, որ ինքնաբերաբար անտեսանելի մասնիկների հոսք են արձակում և փոխակերպվում է մի տարրը մի այլ տարրի, վկայում է տարերայնորեն ընթացող ռեակցիայի մասին, որն առաջ է բերում միջուկների փոփոխություն, այսինքն՝ տեղի է ունենում միջուկային ռեակցիա:

Ընդ որում հաստատվեց, որ տարրի ինքնաբերաբար փոխակերպման պրոցեսում անջատվում է զգալի էներգիա տրոհման ամբողջ ցիկլի ընթացքում, որը երբեմն տեղի է ունենում շատ երկար ժամկետներում:

Միջուկային ռեակցիաների և ատոմային էներգիայի անջատման պրոցեսի խոր վերլուծությունը հնարավոր դարձավ ականավոր գիտնական Ալբերտ Էյնշտեյնի՝ էներգիայի ու մասսայի փոխադարձ կապի օրենքի համաձայն: Հայտնի է, որ էներգիան նյութի շաժման չափանիշն է, մասսան բնորոշում է նույն նյութի իներցիոն հատկությունները: Նրանց միջև գոյություն ունի անխզլի կապ, որը քանակապես արտահայտվում է այսպես՝ յուրաքանչյուր նյութական մարմնի էներգիան հավասար է նրա մասսային, բազմապատկած <<դատարկության>> մեջ լույսի արագության (300հազ կմ/վրկ) քառակուսու հետ: Դրանից հետևում է, որ մեծ մասսայի հետ կապված է և մեծ էներգիա: Ուրեմն, ինչպես նշվել է վերևում, ատոմում գրեթե ամբողջ էներգիան պարփակված է միջուկի մեջ, քանի որ նրա մասսան կազմում է ամբողջ ատոմի 99,95 %-ը, ընդ որում այդ էներգիան, միջուկի չափսերի փոքր լինելու պատճառով, անյտեղ գտնվում է արտակարգ խտացած լինելու վիճակում: Պարզվում է, որ միջուկային նյութի խտությունը մոտ հարյուր հազար միլիարդ տոննա մեծություն է 1 խոր մ-ում: Եթե փոստանիշը պատրաստվեր նման խտություն ունեցող նյութից, ապա նա կկշռեր մոտավորապես 5 մլն տ: Այս թիվը որոշ պատկերացում է տալիս միջուկային նյութի խտության և միջուկային ուժերի արտասովորության մասին:

Արհեստական ռադիոակտիվության երևույթի էությունը կայանում է նրանում, որ որոշ միջուկային ռեակցիաների հետևանքով ռադիոակտիվ միջուկների գոյացումն

ընթանում է արհեստականորեն: Բորը ումբակոծելով ալֆա մասնիկներով (հելիումի ատոմների միջուկներով), հնարավոր է ստանալ ռադիոակտիվ ազոտ, որը հետագայում փոխակերպվում և դառնում է ածխածին:

Ներկայումս արհեստական տարբեր ռադիոակտիվ տարրերի ստացման տեխնիկան հասել է մեծ հաջողությունների:

Ռադիոակտիվ տրոհման դեպքում անջատվում է էներգիա, որ դեռ վաղուց օգտագործվում է տեխնիկայում և բժշկության մեջ: Օրինակ կարող են ծառայել մթության մեջ ժամացույցի լուսատու թվացույցը և սլաքները: Լուսակազմում (սովորաբար ծծմբային ցինկը պղնձի հավելումով) ավելացվում է ռադիոակտիվ տարրի ոչ մեծ բաժին, որի ատոմների մեջ կատարվում է միջուկների փոխակերպում և առաջանում է ներքին ատոմային էներգիա: Այդ դեպքում արձակվում են ալֆա մասնիկներ: Արագ թռչող այդ ալֆա մասնիկների էներգիան ընդհարվելով լուսակազմի նյութերի մոլեկուլների հետ՝ գրեթե լրիվ կերպով փոխակերպվում է տեսանելի լուսյի էներգիայի:

Ներկայումս ռադիոկտիվության կիրառման բնագավառը անընդհատ ընդլայնվում է: Ռադիոակտիվ նյութերը կիրառվում են արդյունաբերության, գյուղատնտեսության, կենսաբանության և բժշկության մեջ:

### **ՄԻՋՈՒԿՆԵՐԻ ԲԱԺԱՆՄԱՆ ՇՂԹԱՅԱԿԱՆ ՌԵԱԿՑԻԱՆ**

Միջուկների ռադիոակտիվ տրոհման դեպքում անջատվող էներգիայի ընդհանուր քանակը աննշան է: Ամենից ավելի դժվարին տեսական և գործնական պրոբլեմներ հանդիպեցին մեծ քանակությամբ միջուկային էներգիա անջատելու և նպատակահարմար օգտագործելու փորձերի ճանապարհին: 1939թ. թվականին հայտնագործվեց ծանր միջուկների, մասնավորապես ուրանի, միջուկների բաժանման ռեակցիան: Այդ ռեակցիայի առանձնահատկությունն այն է, որ ուրանի միջուկների բաժանման ժամանակ նեյտրոնները թռչում են մեծ արագությամբ, որոնք ընդունակ են առաջացնելու մյուս միջուկների հետագա բաժանումը, այսինքն, ռեակցիան դարձնում են անընդհատ, ինքնաընթաց կամ, ինչպես ասում են՝

շղթայական: 1942թ. գործնականորեն այդպիսի ռեակցիա իրականացվեց իտալացի գիտնական Է. Ֆերմիի կողմից, որն աշխատում էր ԱՄՆ-ում:

Ինչպե՞ս է ընթանում ռեակցիան: Ատոմների միջուկների քայքայման համար որպես ական ծատայում են միջուկների մեջ գտնվող մասնիկները՝ նեյտրոնները: Մենք արդեն գիտենք, որ ամեն մի նյութի փոքր կտորը իր մեջ պարունակում է հսկայական քանակությամբ ատոմներ, հետևապես, նաև միջուկներ: Որպեսզի նրաց ճեղքել, ահրաժեշտ են հսկայական քանակությամբ նեյտրոններ: Բայց բնության մեջ ազատ նեյտրոնները շատ քիչ են, նրանք գրեթե միշտ գտնվում են ատոմների միջուկների կազմում: Որտեղի՞ց վերցնել այդ նեյտրոնները:

Նախքան իմանալը, թե որտեղից են վերցվում այդքան մեծ քանակությամբ նեյտրոններ, կատարենք մի փոքր ճանապարհորդություն ևս, օրինակ, բնական ուրանի ատոմների խորքը և փորձենք դիտել նրա միջուկները: Առաջին հայացքից միջուկները մեզ կթվան բոլորովին միատեսակ՝ նրանց յուրաքանչյուրի շուրջը գտնվում է ուղիղ 92 էլեկտրոն, իսկ ներսում՝ 92 պրոտոն: Սակայն, եթե մենք հաշվենք նեյտրոնները միջուկների մեջ, ապա կնկատենք նրանց տարբերությունը. մեկ միջուկում՝ 146, իսկ մյուսում՝ միայն 143:

Գիտնականները արդեն վաղուց նշել են, որ բնության մեջ գոյություն ունեն ատոմներ, որոնց միջուկները պարունակում են պրոտոնների նույն, բայց նեյտրոնների տարբեր քանակություն և նրանց անվանել են իզոտոպներ:

Միևնույն տարրի իզոտոպներն ունեն միատեսակ քիմիական հատկություններ, սակայն տարբեր ատոմային կշիռ: Բնական ուրանը հիմնականում պարունակում է երկու իզոտոպ՝ 238 և 235 ատոմային կշիռներով:

Ատոմային էներգիայի ստացման համար առանձնապես արժեքավոր նյութ է 235 ատոմային կշիռ ունեցող ուրանը: Երբ առաջնային նեյտրոնը թափանցում է ուրան—235-ի միջուկի մեջ, վերջինս բաժանվում է երկու Ֆրեկորի! (երկրորդական միջուկի) և անջատում է երկու-երեք ազատ նեյտրոն: Եթե երկրորդային նեյտրոնները թափանցեն ուրան-235-ի մոտակա միջուկների մեջ, ապա այդ միջուկները իրենց հերթին կբաժանվեն և դուրս կնետեն ազատ նեյտրոններ, որոնք կառաջացնեն ուրան —235-ի

մյուս միջուկների բաժանումը և այլն: Այսպիսով, եթե բաժանման բոլոր նեյտրոնները կարելի լիներ օգտագործել բաժանման նոր ակտերի համար, ապա հնարավոր կլիներ ստանալ ռեակցիայի բաժանման հոսակույտային մակաճում: Այդ կարգի ռեակցիաները լավ հայտնի են քիմիայում, որտեղ նրանք ստացել են շղթայական ռեակցիաներ անունը: Քիմիայի նմանությամբ միջուկների բաժանման այդպիսի ռեակցիաները կոչվել են շղթայական:

Ուրանի մեջ շղթայական ռեակցիաները կիրառվում ենք, այսպես կոչված, ատոմային ռումբերում: Այսպիսի ռումբում, սովորական պայթուցիկ նյութի պայթեցումով ուրանի լիցքի բոլորն մասերը միացնում են միմյանց այնպես, որ նրանք այնպիսի զանգված կազմեն, որը բավարար լինի պայթունատիպ շղթայական ռեակցիայի զարգացման համար, երբ բացառիկ կարճ միջանկյալ ժամանամիջոցում առաջանում է հսկայական քանակությամբ էներգիա: Հսկայական էներգիան, որն առաջանում է կարճ ժամանակամիջոցում, ատոմային պայթյունի ժամանակ ճնշումը բարձրացնում է մինչև միլիարդ մթնոլորտ, իսկ ջերմաստիճանը՝ տասնյակ միլիոնի: Այդ պայթյունը ուղեկցվում է հարվածի հզոր կարողություն ունեցող ալիքով, առաջացնելով լույսի ուժեղ ճառագայթում, մթնոլորտում անջատելով և երկրի վրա շաղ տալով ռադիոակտիվ նյութեր:

Մամուլում տրվեց ԱՄՆ-ի առաջին ատոմային ռումբերի կառուցման նկարագրությունը, սրբապղծորեն անվանելով այն §Փոքրիկ! և §Հաստիկ! : §Փոքրիկը՝ զինված էր միջուկային ուրան-235 վառելիքով ու նետվել է ճապոնական Հիրոսիմա քաղաքի վրա: §Հաստիկը՝ իրենից ներկայացնում է պլուտոնիումային ռումբ, որից ոչ պակաս տուժեց Նագասակի քաղաքը:

Պլուտոնիումային ռումբը իր մեջ պարունակում է նեյտրոնների բերիլիումային աղբյուր: Նրա շուրջը գտնվում է պլուտոնիումային, իսկ հետևում՝ սովորական նյութի լիցքը: Գազերի բարձր ճնշման տակ դետոնատորի պայթելու հետևանքով պլուտոնիումային գունդը սեղմվում է, գոյանում է պլուտոնիումի կրիտիկական զանգված և պայթյուն է առաջանում: Ռադիոլոկատորը այստեղ նույնպես ծառայում է պայթյունի ճշգրիտ բարձրության պահամիջոց:



Պայթյունային տիպի ռեակցիայից բացի կարող է իրականացվել նաև ղեկավարվող, մարդու կամքին ենթարկվող ռեակցիա, որը կարելի է օգտագործել արդյունաբերական նպիստակներով ատոմային էներգիա ստանալու համար: Ինչպե՞ս են հասնում միջուկային ռեակցիայի ղեկավարմանը և հնարավո՞ր է արդյոք նման ռեակցիա բնական ուրանում: Պարզաբանենք այդ մասին մանրամասն:

Ուրան-235-ի միջուկի բաժանման ժամանակ գոյացող արագ նեյտրոնները մեծամասնությամբ շփվում են ուրան-238-ի միջուկի հետ, աստիճանաբար կորցնում են թներգիան ու նվազեցնում իրենց արագությունը: Հենց որ նրանց արագությունը նվազում է 45-50կմ/վրկ ուրանի միջուկները սկսում են առանձնապես ուժեղ կերպով կլանել այդ նեյտրոնները: Կատարվում է այսպես կոչված ռեզոնանսային պահում: Այդ դեպքում այնքան քիչ նեյտրոններ են մնում, որ ուրան-235-ի միջուկների բաժանման շղթայական ռեակցիան շարունակվել չի կարող: Բնական ուրանում շղթայական ռեակցիայի իրագործման համար պետք է ստեղծել այնպիսի պայմաններ, որպեսզի ռեզոնանսային արագությունների շրջանում նեյտրոնները շփվեն ուրան-238-ի միջուկների հետ: Սկսեցին արհեստականորեն դանդաղեցնել նեյտրոնների շարժումը մինչև ջերմային արագությունները, որոնք 20 անգամ փոքր են ռեզոնանսայիններից: Ընդ որում որքան փոքր է նեյտրոնների շարժման արագությունը, այնքան նրանք վատ են պահվում մուրան-238-ի միջուկների կողմից և, ընդհակառակը, ավելի լավ են ճեղքում ուրան 235-ի միջուկները: Գտնվել են նաև նյութեր, որոնք դանդաղեցնում են նեյտրոնների շարժման արագությունը:

Այնպես, օգտագործելով ուրանի միջուկների, նեյտրոնների և գրաֆիտի հատկությունները, հաջողվեց իրականացնել ղեկավարվող միջուկային ռեակցիա, ստանալ ատոմային էներգիա, կուտակելով բաժանելի նյութերի և ռադիոակտիվ իզոտոպների նոր պաշարներ: Սարքավորումները, որոնցում իրականացվում են ուրանի միջուկների բաժանման շղթայական ռեակցիաները կոչվում են միջուկային ռեակտորներ կամ ատոմային կաթսաներ: Նրանք արտաքին տեսքով բոլորովին չեն հիշեցնում կաթսաների՝ սովորական խոսքի իմաստով: Դրանք ամբողջական կառուցվածքներ են, որոնք ատոմային արդյունաբերության կարևորագույն օղակներն են հանդիսանում:

## ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՆ

Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը համարվում է միջուկային վառելիքի օգտագործման հիմնական ուղիներից մեկը: Հենց այդ պատճառով էլ սովետական մարդիկ իրավամբ հպարտանում են նրանով, որ մեր երկիրը՝ առաջին ատոմային էլեկտրակայանի հայրենիքը, ատոմային էլեկտրաէներգետիկայի զարգացման ասպարեզում առաջատար տեղ է գրավում:

Ինչպես արդեն նշվել է, ի հաշիվ ռեակտորում առ առաջացող ջերմության, գոյանում շոգի, որը ուղարկվում է դեպի տուրբին: Պտտվելով այն շարժման մեջ է դնում էլեկտրական գեներատորը: Այդտեղից էլեկտրաէներգիան ուղարկվում է սպառողներին (արտադրական ձեռնարկություններ, բնակելի շենքեր, տրանսպորտ): Ջերմության ավելցուկը կարելի է օգտագործել շենքերի տաքացման համար ռեակտորում գոյարած պլուտոնիումը՝ միջուկային էներգիայի արտադրության և այլ նպատակների համար: Այս է գործնականում արդեն իրականացած ատոմային էներգիան էլեկտրական էներգիայի վերափոխվելու ուղին: Այդ դեպքում անհրաժեշտ է հասնել այն բանին, որ ռեակտորի համապատասխան մասերը կարողանան դիմանալ բարձր ջերմաստիճանի և տեղական գերտաքացման, մետաղական կոնստրուկցիաները հուսալիորեն պաշտպանված լինեն օքսիդացումից և կորոզիայից, որովհետև այդ պրոցեսները ինտենսիվորեն զարգանում են բարձր ջերմության պայմաններում: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև այն, որ ռադիոակտիվ ճառագայթումները խախտում են մի շարք մետաղների նորմալ կառուցվածքը, իսկ բարձր ջերմության և ռեակտորի կողմից զգալի քանակով էներգիա տալու դեպքում կարող է տեղի ունենալ միահավալվածքների և քսանյութերի լրիվ տրոհում:

Մեծ դժվարություններ է առաջացնում ռեակտորից ջերմության անընդմեջ արտուղման ապահովումը: Ջերմակիրը պետք է ընդունակ լինել արագ կերպով կլանել և փոխանցել մեծ քանակությամբ ջերմություն, ունենալ եռման բարձր կետ և նեյտրոններ քիչ կլանել: Մակայն ջերմակիր ընտրելով գործը չի ավարտվում: Ռեակտորից դուրս գալիս ջերմակիրը դառնում է ռադիոակտիվ, դրա համար խողովակները, որով այն հոսում է և ջերմափոխանակիչը, որին նա փոխանցում է ջերմությունը, պետք է շրջապատել հուսալի պաշտպանիչով՝ անձնակազմը

ռադիոակտիվ ճառագայթման վտանգից զերծ պահելու համար: Դրա հետևանքով էկրանավորման բարդությունը և կշիռը բարձրանում է:

Լուրջ ուշադրություն է պահանջում ռեակտորի աշխատանքի ավտոմատ ղեկավարման սիստեմի ստեղծումը: Ղեկավարման հատուկ պուլտն ունի անհրաժեշտ բոլոր սարքերը՝ կարգավորող ձողերի դրոյությանը, շղթայական ռեակցիայի ընթացքին, առվակների մեջ ջրի ջերմաստիճանին և շոգու հատկություններին հետևելու համար: Ձողերի փոխարինման համար գոյություն ունի երկու ամբարձիչ, որոնք ղեկավարվում են հեռավորության վրա, լավ մեկուսացված խցիկից:

Բոլոր այդ տեխնիկական դժվարությունների հաղթահարումը կապված է ատոմային էլեկտրակայանների շինարարության զգալի ծախսերի հետ, սակայն այդպիսի կայանի շահագործումը համեմատաբար բարդ է և էժան, դրա համար նրա արտադրած 1 կվտժ էլեկտրաէներգիայի արժեքը մեծ չէր:

Գիտնականները խոր կերպով վերլուծեցին այն գործոնները, որոնցից կախված է ատոմային էլեկտրակայանների խնայողաբերությունը: Դա, ինչպես նշեց Վ. Ս. Եմելյանովը Ժնևի կոնֆերանսում, կախված է ուրան-235-ի այրման աստիճանից, շոգու հիմնական պարամետրերից (նրա ջերմաստիճանով և ճնշմամբ): Եվ այրման աստիճանը, և շոգու պարամետրերի բարձրացումը որոշվում է ջերմարտադրող տարրերի և ռեակտորի մյուս մասերի կառույցով: Դրանց կատարելագործման վրա են աշխատում մեր գիտնականները:

Պլուտոնիումի արտադրությանը նվիրված բաժնում արդեն նկարագրվել է բարձր ճնշմամբ շոգու գերտաքացումով ուրան-գրաֆիտային ռեակտորը: Այդ ռեակտորը 100 հազ կվտ կարողությամբ տուրբազեներատորի հետ միասին կազմում է խոշոր ատոմային էլեկտրակայանի առանձին բլոկը:

Ատոմային էներգիան խաղաղ նպատակներով օգտագործելու կոնֆերանսներից մեկում Դ. Ի. Բլոխինցևի և Ն. Ա. Նիկոլանի զեկուցման մեջ քննարկվել է 100 հազ կվտ կարողությամբ ատոմային էլեկտրակայանի տարբերակը, որն ունի երկու ռեակտոր՝ յուրաքանչյուրը 200 հազ կվտ ջերմային կարողությամբ: Այդ ռեակտորներում տեղադրված ուրանը անհրաժեշտ է հարստացնել ուրան — 235-ով մինչև 2,5%:

Այդպիսի ատոմային էլեկտրակայանի համար տարեկան անհրաժեշտ է մինչև 20 տ ուրան: Մեկ կվտժ էլեկտրաէներգիայի արժեքը, որն արտադրում է ատոմային էլեկտրակայանը, մոտ կլինի նույն կարողությամբ ածուխով աշխատող էլեկտրակայանի արտադրած 1 կվտժ էներգիայի արժեքին:

## **ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱՆ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ՁԵՌՆԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ**

Վտանգի մասին, որի հետ կապված է միջուկային վառելիքի արտադրությունը, կարելի է դատել 1959 թ. նոյեմբերին ԱՄՆ-ի Օքրիջի ազգային լաբորատորիայում տեղի ունեցած փոքր պայթյունից, որը ուեղի ունեցավ այն շենքում, որտեղ վերամշակում էին բարձր ռադիոակտիվություն ունեցող մնացուկները՝ պլուտոնիումի ստացման նպատակով: Պայթյունի հետևանքով ոչնչացվել են մոտ 10 հազ դոլ արժողություն ունեցող սարքավորումներ և մի քանի ակր տարածության վրա ցիրուցան է եղել ոչ մեծ քանակությամբ պլուտոնիում: Պայթյունից հետո երեք ամսվա ընթացքում ակտիվազերծ խմբերը լիկվիդացրել են նրա հետևանքները: Նրանք վերաներկում էին շենքերը, կրկին ձյութապատում տանիքները, փոխում էին ճանապարհների ասֆալտե ծածկերը, հանում էին ճիմերը, փոխարենը նորը դնում և այլն: Ակտիվազերծման ընդհանուր ծախսերը կազմել են մինչև 350 հազ դոլ: Ակտիվազերծման այդպիսի երկարատև աշխատանքն անհրաժեշտ էր համեմատաբար ոչ մեծ քանակի պլուտոնիումային մնացուկների ցիրուցան լինելու հետևանքով:

Ատոմային ձեռնարկություններում պետք է պահպանել անձնակազմին ոչ միայն ռադիոակտիվ նյութերը օրգանիզմի ներսը թափանցելուց, այլև տարբեր տեսակի ճառագայթումների ներգործությունից:

Ալֆա և բետա-մասնիկները համեմատաբար հեշտ է կասեցնել մետաղի ոչ մեծ շերտերի միջոցով: Ավելի հաստ էկրաններն անհրաժեշտ են գամմա - ճառագայթների և նեյտրոնների ազդեցությունը կանխելու համար: Ինչպիսի՞ նյութեր կարող են օգտագործվել գամմա-ճառագայթներից և նեյտրոններից պաշտպանվելու համար սարքավորումներ պատրաստելիս: Պարզվում է, որ եթե գամմա - ճառագայթների թուլացման համար ավելի արդյունավետ են մեծ ատոմային կշիռ ունեցող խիտ

նյութերը, օրինակ, կապարը, ապա արագ թռչող նեյտրոններից պաշտպանվելու համար հարմար են այն նյութերը, որոնք պարունակում են ջրածին և որոնք ինչպես հայտնի է ունեն ամենափոքր ատոմային կշիռը: Արագ նեյտրոնների հոսքից որպես պաշտպանության միջոց կարելի է օգտագործել, օրինակ, սովորական ջուրը:

Գործնականորեն ինչպե՞ս է կազմակերպվում պաշտպանությունը ճառագայթումից: Ամենից առաջ հաշվի են առնում թե ինչի համար նախատեսված ատոմային սարքավորումը:

Ուսումնասիրենք պաշտպանական կառուցվածքը՝ տարբեր տեսակի բետոնի օգտագործմամբ: Բետոնը, ինչպես հայտնի է, իրենից ներկայացնում է կապակցվող նյութի՝ ցեմենտին և բետոնին կշիռ ու ամրություն տվող լցանյութի, որը պարունակում է ծանր քարի կտորներ, մետաղ կամ հանքաքար, խառնուրդի պրեցեսում գոյացող պրոդուկտ: Ճառագայթումից պաշտպանություն կառուցելու ժամանակ աշխատում են այնպես անել, որ բետոնի կազմի մեջ լինի նեյտրոնների ուժեղ կլանիչ և ծանր, խիտ տարր՝ գամմա-ճառագայթները թուլացնելու համար: Այդ պահանջները բավարարելու միջոցներից մեկը մեծ քանակությամբ ջուր պարունակող ցեմենտի կիրառումն է: Այդպիսի ցեմենտի շարքին կարելի է դասել մագնեզիումի օքսիքլորիդը: Նրանում ջրածնի պարունակությունը այնպես է, ինչպես ջրի մեջ է: Պատահական չէ, որ մի շարք ռեակտորների պաշտպանություն կառուցելու համար օգտագործում են մագնեզիումի օքսիքլորիդի խառնուրդը պողպատի կտորտանքի հետ: Ռեակտորների պաշտպանության կառուցման մյուս մեթոդը լցանյութով կաղապարների լցումը և բարձր ճնշման տակ բետոնի մեջ հեղուկ լուծույթի հետագա ներարկումն է:

Սովորական փորձնական ռեակտորում, որը աշխատում է սովորական ջրով և հարստացված ուրանով, պաշտպանությունը ճառագայթումից կատարված է չուգունի և ջրի միջոցով:

Արտասահմանյան մամուլում նկարագրված է բիոլոգիական պաշտպանության էկրանաձև կառուցվածք, որն օգտագործվում է ԱՄՆ-ի Կոլումբիայի համալսարանի ուսուցողական ռեակտորում: Թեթև լինելու նպատակով էկրանները պատրաստում են բորով ներծծված պարաֆինից: Այդ ռեակտորի ակտիվ գոտին կազմված է 270 գրաֆիտային ձողերից, այլումինե տարրերից: Նեյտրոնների պլուտոնիումի լիմուային

աղբյուրը ներարկվում է գրաֆիտե վանդակորմի ստորին մասը: Բորը, որը պարունակվում է պարաֆինի մեջ, կլանում է ռեակտորից դուրս թռչող նեյտրոնները: Այսպիսով, 160կգ կշիռ ունեցող պարաֆինե փոփոխվող սալիկները փոքր ծախսերով փոխարինում են կապարե կամ բետոնե ծանր էկրաններին: Այսպիսի թեթև կշիռ ունեցող էկրանի շնորհիվ այն կարելի է ձեռքի ամբարձիչով հեռացնել և ռեկտորին մոտենալու ընձեռել:

## **ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ**

1. Միջուկի էներգիայի անջատումն իսկական գիտա-տեխնիկական հեղափոխություն էր:
2. Միջուկային ռեակցիաների մանրակրկիտ ուսումնասիրությունը՝ դրանց իրականացումը սկսած ուրանի հանքավայրից մինչև ատոմային ռեակտոր և միջուկային էներգիայի անջատումը բազմակողմանիորեն ուսումնասիրված է:
3. Շղթայական ռեակցիան, բորը հնարավոր դարձավ ռադիոակտիվ միջուկների նեյտրոններով ռմբակոծելու արդյունքում:
4. Միջուկային ռեակցիաների ուսումնասիրությունը, իրականացումը, միջուկային ռեակտորի ստեղծումը հնարավոր դարձրին միջուկային էներգիայի խաղաղ նպատակներով օգտագործումը, որը համաշխարհային տնտեսության առաջընթացին մեծապես նպաստեցին:
5. Ժամանակակից ատոմակայաններում անվտանգության պայմանները բարձր մակարդակի են հասեցված:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Т. И. Трофимова „Курс Физики“ 1985
2. Ռ. Գաբրիելյան, Գ. Մելիքյան, Ֆիզիկա 10, Երևան, Լույս 2000
3. Ի. Վ. Սավելև «Ընդհանուր ֆիզիկայի դասընթաց», հ. 3 Երևան 1982