

Հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների  
ինստիտուտի տնօրեն, ֆիզ. մաթ. գիտ. թեկնածու՝

Պ.Հ. Մուժիկյան



«23» հոկտեմբերի 2025 թ.

**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԳԱՐԿԱՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ**

Նարինե Հրաչիկի Ամիրխանյանի «Լուծույթների այրմամբ սինթեզի կինետիկայի և մեխանիզմի հետազոտությունը մետաղի նիտրատ - օրգանական վերականգնիչ համակարգերում» թեմայով Բ.00.04 - «Ֆիզիկական քիմիա» մասնագիտությամբ քիմիական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ

Նարինե Ամիրխանյանի ատենախոսական աշխատանքը նվիրված է նյութագիտության արդի և հեռանկարային ուղղություններից մեկի՝ լուծույթների այրմամբ սինթեզի միջոցով որոշակի դասի նյութերի (մետաղներ, դրանց օքսիդներ, բարդ միացություններ) ստացման օրինաչափությունների հետազոտմանը: Լուծույթների այրմամբ սինթեզը (ԼԱՍ) հանդիսանում է տեխնոլոգիական այրման յուրահատուկ և նորարարական տարատեսակ՝ դասվելով բարձր ջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզի դասին:

ԼԱՍ մեթոդը այսօր դիտարկվում է որպես արդյունավետ, արագ և էներգախնայող եղանակ նանոմասշտաբային նյութերի ստացման համար: Այնուամենայնիվ, չնայած մեթոդի նկատմամբ աճող հետաքրքրությանը, այն դեռևս ունի որոշ սահմանափակումներ, որոնք կապված են կառուցվածքային վերահսկելիության, արգասիքի բաղադրության և ձևավորման մեխանիզմների ոչ լիարժեք բացահայտման, ինչպես նաև թունավոր գազերի առաջացման հետ: Դրան գումարվում է նաև այն հանգամանքը, որ մինչ այժմ առկա է սահմանափակ թվով գիտական աշխատանքներ, որոնք վերաբերվում են ԼԱՍ-ի կինետիկայի և մեխանիզմի ուսումնասիրությանը: Ն. Ամիրխանյանի ատենախոսական աշխատանքի հիմնական նպատակը հենց այս բացերի լրացումն է՝ ԼԱՍ պրոցեսների կինետիկայի և մեխանիզմի խորացված ուսումնասիրության միջոցով:

Ատենախոսական աշխատանքը կառուցված է տրամաբանական հաջորդականությամբ և ներառում է ներածություն, վեց գլուխ, եզրակացություններ և գրականության ցանկ: Այն ձևակերպված է 139 էջերում, պարունակում է 8 աղյուսակ, 63

նկար և 153 գրական հղում: Աշխատանքի հիմնական բովանդակությունը ներկայացված է 7 գիտական հոդվածներում և գիտաժողովների 7 թեզիսներում:

Ներածության բաժնում հստակ ներկայացված են աշխատանքի արդիականությունը, նպատակը, խնդիրները և գիտագործնական նշանակությունը: Հեղինակը հիմնավորում է ընտրված թեմայի կարևորությունը՝ ցույց տալով ԼԱՍ մեթոդի դերը ժամանակակից նանո և նյութագիտության մեջ:

Գրական ակնարկում հեղինակը մանրամասնորեն և խորությամբ ներկայացրել է ԼԱՍ-ի ծագումը, զարգացման պատմությունը, իրականացման եղանակները և մեթոդական մոտեցումները: Հատուկ ուշադրություն է դարձվել ելանյութերի ընտրությանը՝ ցույց տալով, որ ԼԱՍ պրոցեսներում առավել նպատակահարմար օքսիդիչներ են մետաղների նիտրատները: Մասնավորապես, մանրամասնորեն վերլուծվել է օրգանական վերականգնիչների դերը, և առանձնացվել են ուրոտրոպինը՝ որպես ուժեղ վերականգնիչ, ինչպես նաև գլիցինը և լիմոնաթթուն՝ որպես միջին ուժեղության վերականգնիչներ: Հեղինակը հենց այս վերականգնիչներն է կիրառել իր փորձարարական աշխատանքներում՝ ցուցադրելով դրանց ազդեցությունն այրման ընթացքի և արգասիքների բաղադրության ու կառուցվածքի վրա:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է մեթոդական մոտեցումներին, որտեղ մանրամասն նկարագրված են ԼԱՍ-ի իրականացման պայմանները և կիրառված հետազոտական մոտեցումները: Հեղինակը մշակել և կիրառել է մեթոդական համակարգ, որը հնարավորություն է տվել ոչ միայն չափել այրման ջերմաստիճանը և ալիքի տարածման արագությունը, այլև իրականացնել այրում հաստատուն ճնշման ռեակտորում՝ հնարավորություն ստանալով ուսումնասիրել ճնշման ազդեցությունն այրման ընթացքի վրա: Այս բաժնում հստակ ներկայացված են հետազոտական բոլոր կիրառված մեթոդները՝ ներառյալ թերմոդինամիկական վերլուծությունը, ջերմազուգային եղանակը, ջերմային անալիզը, զանգվածասպեկտրաչափական ուսումնասիրությունը: Ստացված արգասիքների բաղադրությունը որոշվել է ռենտգենյան դիֆրակցիայի անալիզի եղանակով, իսկ ստացված արգասիքների կառուցվածքը բնութագրվել են տարբեր էլեկտրոնային մանրադիտակներով: Բացի այդ, կիրառվել են նաև արգասիքների ֆիզիկաքիմիական բնութագրական չափումներ՝ տեսակարար մակերեսի, կարծրության, մագնիսական հատկությունների որոշման նպատակով:

Հաջորդ գլուխներում ներկայացված են նմուշների սինթեզի և հետազոտությունների արդյունքները, որոնք ամբողջացնում են ատենախոսական աշխատանքը:

Ուսումնասիրվել են երեք տարբեր համակարգեր՝ պահպանելով նույն օքսիդիչը (նիկելի նիտրատը), սակայն փոփոխելով վերականգնիչը՝ կիրառելով գլիցին, ուրոտրոպին և լիմոնաթթու:

Իրականացվել են թերմոդինամիկական հաշվարկներ և դրանք համեմատվել փորձարարական տվյալների հետ՝ ցույց տալով, որ հաշվարկված ադիաբատ

ջերմաստիճանները սովորաբար բարձր են իրական այրման ընթացքում չափված ջերմաստիճաններից: Մշակված մեթոդիկայի օգնությամբ որոշված այրման պարամետրերի հիման վրա առաջին անգամ ԼԱՍ պրոցեսներում տարբեր բաղադրությամբ խառնուրդների համար կիրառվել է Մերժանով-Խայկինի մեթոդը՝ թույլ տալով գնահատել պատասխանատու փուլերի ակտիվացման էներգիաները:

Հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ որոշ դեպքերում էլանյութերի քայքայումը կարող է հանդիսանալ պրոցեսը սահմանափակող փուլ, իսկ գլիցին և լիմոնաթթու պարունակող համակարգերում առաջանում են միջանկյալ կոմպլեքս միացություններ, որոնց քայքայումը կարող է որոշել այրման ընդհանուր ընթացքը:

Նիկելի նիտրատ-ուրոտրոպին համակարգում առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվել միջավայրի ճնշման ազդեցությանը: Ցույց է տրվել, որ ճնշման փոփոխությունը զգալիորեն ազդում է այրման արգասիքի բնույթի վրա՝ բարձր ճնշման պայմաններում հնարավոր դարձնելով մաքուր մետաղների ստացումը՝ առանց օքսիդների հետքերի: Կոբալտի նիտրատ-ուրոտրոպին համակարգի դեպքում հաջողվել է ստանալ նաև կոբալտի մետակայուն փուլ, որը դժվար է ստանալ այլ մեթոդներով: Ընդ որում, ստացված մետաղները հեշտությամբ կոմպակտավորվել են, և ստացվել են 90%-ից բարձր հարաբերական խտությամբ նմուշներ:

Ուրոտրոպին պարունակող համակարգերի ջերմային անալիզը ցույց է տվել, որ պրոցեսը սահմանափակող փուլ են հանդիսանում էլանյութերի քայքայման փուլերը: Բացի ԼԱՍ-ին բնորոշ գազերից (ազոտ, ածխաթթու գազ, ջրային գոլորշի), արձանագրվել է նաև մեծ քանակությամբ մեթանի և հիդրազինի արտազատում, որոնք ունեն վերականգնիչ բնույթ և նպաստում են մետաղների լրիվ վերականգնմանը:

Ուսումնասիրվել են նաև ավելի բարդ համակարգեր, որոնք պարունակել են երկու տարբեր նիտրատներ: Նմանատիպ համակարգերում հաջողությամբ ստացվել են  $\text{Ni}_3\text{Fe}$  ինտերմետաղական միացությունը,  $\text{Ni-Cu}$  համաձուլվածքը, ինչպես նաև վառելիքի ավելցուկային քանակների դեպքում՝ բարդ կոմպլեքս  $\text{Ni}_3\text{CuN}$  միացությունը:

Ատենախոսության հիմնական գիտական նորույթը կայանում է երկաթի, կոբալտի, նիկելի և պղնձի նիտրատների վրա հիմնված համակարգերում մակրոկլինետիկայի և այրման մեխանիզմների ուսումնասիրության մեջ: Ցույց է տրված մետաղների, օքսիդների, համաձուլվածքների և բարդ նիտրիդների ստացման համար սինթետիկ պայմանների օպտիմալացման հնարավորությունը:

Աշխատանքը կարևոր գործնական նշանակություն ունի. ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել քիմիական տեխնոլոգիայի տարբեր ճյուղերում, ինչպես նաև ընդգրկվել բուհական ուսումնական ծրագրերում: ԼԱՍ մեթոդով նանոմասշտաբային նյութերի ստացման վերաբերյալ առաջարկվող մոտեցումները հետաքրքրություն կառաջացնեն այն կազմակերպությունների մոտ, որոնք զբաղվում են նոր նյութերի մշակմամբ և արտադրությամբ:



Ատենախոսության նյութը ներկայացված է հստակ, կառուցվածքային և տրամաբանական հաջորդականությամբ: Գրելու ոճը պարզ և մատչելի է, եզրակացությունները՝ հստակ և հիմնավորված: Աշխատանքի արդյունքները ամփոփված են եզրակացություններ բաժնում, որտեղ ներկայացված են ինչպես տեսական, այնպես էլ գործնական արժեք ունեցող դրույթներ:

Աշխատանքի վերաբերյալ առկա են հետևյալ դիտողություններ/առաջարկները.

1. Աշխատանքի գիտական նորույթը ատենախոսության մեջ ներկայացված է 7 կետով, իսկ սեղմագրի մեջ 6 կետով:
2. Ատենախոսության մեջ աշխատանքի գիտական նորույթի առաջին և երկրորդ կետերը շատ ընդհանուր են ձևակերպված: Հեղինակը կարող էր, հիմնվելով իր փորձնական արդյունքների վրա, տալ ավելի առարկայական ձևակերպում:
3. Աշխատանքը, ընդհանուր առմամբ, շարադրված է պատշաճ գիտական մակարդակով, սակայն տեքստում առկա են որոշ տեխնիկական (տպագրական) վրիպակներ, մասնավորապես ոչ թե հիստերեզիսի փոս, այլ օղակ (նկ.35) և այլն:

Նշված դիտողությունները սկզբունքորեն չեն վերաբերվում պաշտպանությանը ներկայացված հիմնական դրույթներին և աշխատանքի հիմնական արդյունքներին, ուստի չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը: Աշխատանքում ստացված արդյունքների հավաստիությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսությունն իր արդիականությամբ, ծավալով, գիտական նորությամբ, և արդյունքների կարևորությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՄՆ Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի 7 գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրն համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

### Եզրակացություն

Նարինե Հրաչիկի Ամիրխանյանի «Լուծույթների այրմամբ սինթեզի կինետիկայի և մեխանիզմի հետազոտությունը մետաղի նիտրատ - օրգանական վերականգնիչ համակարգերում» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, որը կատարված է պատշաճ գիտական մակարդակով: Իր ծավալով և գիտական մակարդակով այն լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՄՆ Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին

ներկայացվող պահանջներին, իսկ նրա հեղինակն արժանի է F.00.04 - «Ֆիզիկական քիմիա» մասնագիտությամբ քիմիական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Հեղինակն աշխատանքը ներկայացրել է ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի ընդհանուր սեմինարին՝ 2025 թ.-ի հոկտեմբերի 21-ին: Աշխատանքի քննարկմանը մասնակցել են ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտորներ Դ.Հ. Սարգսյանը, Ա.Վ. Պապոյանը, Ա.Ս. Մուկասյանը, Ա.Գ. Պետրոսյանը, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուներ Պ.Հ. Մուժիկյանը, Ա.Ս. Մանուկյանը, Լ.Ս. Ծառուկյանը, Ա.Դ. Սարգսյանը, Գ.Ա. Պետրոսյանը, Մ.Ա. Խանբեկյանը, Եվ.Ա. Կաֆադարյանը, Մ.Ն. Ներսիսյանը, Հ.Տ. Գյուլասարյանը, քիմիական գիտությունների թեկնածուներ Ա.Բ. Հարությունյանը, Խ.Ղ. Կիրակոսյանը, հայցորդ Ա.Ա. Առաքելյանը և ուրիշները:

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի

Պինդ մարմնի ֆիզիկայի լաբորատորիայի վարիչ՝

Ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածու Ա.Ս. Մանուկյան



«23» հոկտեմբերի 2025 թ.

Ա.Ս. Մանուկյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի

գլխավոր տնօրեն՝ Ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածու Լ.Ս. Ծառուկյան

