

ԿԱՐԾԻՔ

Հարություն Տիգրանի Գյուլասարյանի՝ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացված **«Երկաթի հիմքով մագնիսական նանոմասնիկների և նանոծուլվածքների սինթեզը և հետազոտությունը քաղցկեղային հյուսվածքների մագնիսական գերտաքացման համար»** վերնագրով ատենախոսության մասին

Անցյալ դարի վերջին քառորդից բուռն զարգացող ցածր չափայնությամբ պինդմարմնային համակարգերի տեսությունը և փորձը մեծապես խթանել և որակական նոր մակարդակի են հասցրել կառավարելի հատկություններով արհեստական նյութերի ստացման ակզբունքները և մեթոդները: Այսօր այդ նյութերը լայնորեն կիրառվում են գիտության և արտադրության ամենատարբեր ոլորտներում և կենցաղում: Նոր նյութերի շարքում կարևոր տեղ են զբաղեցնում տարաբնույթ (ըստ ձևի, չափերի, բաղադրության, կառուցվածքի) նանոմետրական չափերի մասնիկները, որոնք կիրառվում են կիսահաղորդչային միկրո- և նանոէլեկտրոնիկայում, օպտիկայում և օպտոէլեկտրոնիկայում, սպինտրոնիկայում և այլուր:

Վերջին տասնամյակներում ակտիվորեն ուսումնասիրվում են մագնիսական նանոմասնիկների ֆիզիկաքիմիական հատկությունները և դրանց հնարավոր կիրառությունները մարդկային գործնեության ամենատարբեր ոլորտներում: Հատկապես մեծ ուշադրություն է դարձվում այն հետազոտություններին, որոնք վերաբերում են նանոնյութերի կենսաբանական և բժշկական կիրառություններին:

Այս տեսանկյունից Հարություն Գյուլասարյանի **«Երկաթի հիմքով մագնիսական նանոմասնիկների և նանոծուլվածքների սինթեզը և հետազոտությունը քաղցկեղային հյուսվածքների մագնիսական գերտաքացման համար»** ատենախոսությունը խիստ արդիական է, ունի կարևոր գիտական արժեք և կիրառական մեծ ներուժ: Մասնավորապես, ատենախոսության թեմայի շրջանակներում հետազոտված որոշ նանոկոմպոզիտների կիրառություններն ուռուցքաբանության ոլորտում խոստանում են լուրջ հաջողություններ տարատեսակ ուռուցքների բուժման գործում:

Ատենախոսությունը բաղկացած է Ներածությունից, չորս գլխից, Ամփոփումից, Հապավումների ցանկից, Գրականության ցանկից (176 հղում), շարադրված է 136 էջի վրա, պարունակում է 61 նկար ու գրաֆիկ և 12 աղյուսակ:

Ներածության մեջ հիմնավորված է աշխատանքի նպատակը, գիտական նորույթը, կիրառական նշանակությունը, պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները և ատենախոսության համառոտ բովանդակությունը: Տրված է նաև ատենախոսության հիմնադրույթների փորձարկման մասին տեղեկություն, ինչպես նաև հավակնորդի հրատարակած գիտական աշխատանքների ցանկը:

Ատենախոսության **I գլուխը** կրում է ակնարկային բնույթ: Այն ներկայացնում է վերջին երկու տասնամյակներում քաղցկեղի բուժման ոլորտում իրադրությունը, հիվանդության բուժման ժամանակակից ռազմավարությունները, որոնք ներառում են սկզբունքորեն նոր մոտեցումներ՝ ջերմաբուժություն, իմունաբուժություն, լազերային բուժում և այլն: Հետազոտությունները հիմնականում միտված են օգտագործվող կլինիկական մեթոդների հիմքում ընկած ֆիզիկական ամենատարբեր երևույթների մանրամասն ուսումնասիրմանը, բուժական ժամանակակից տեխնոլոգիաների ստեղծմանը և բուժական պրակտիկայում դրանց կիրառություններին:

Այս բնագավառում կիրառվող ժամանակակից ֆիզիկական մեթոդներից է մագնիսական նանոմասնիկներ պարունակող հեղուկի գերտաքացման (հիպերթերմիա) մեթոդը, որի հիմքում ընկած են մագնիսական նանոմասնիկների եզակի հատկությունները: Ներկայացված են մագնիսական գերտաքացման մեթոդի ֆիզիկական էությունը և երևույթը բնութագրող հիմնական պարամետրերը, մագնիսական նանոմասնիկների առանձնահատկությունները, մագնիսական էներգիայի՝ ջերմայինի փոխակերպման տարբեր մեխանիզմներ (հիստերեզիսի կորուստներ, մրրկային հոսանքով պայմանավորված կորուստներ, ռելաքսային կորուստներ): Քննարկված են մագնիսական նանոմասնիկների բաղադրության և կենսահամատեղելիության խնդիրները, թվարկված են դրանց տեսակները, օգտագործման դրական կողմերը և հակացուցումները:

Մագնիսական նանոմասնիկների շարքում կարևոր դեր է վերապահված «միջուկ-թաղանթ» տիպի մագնիսական նանոմասնիկներին, քանի որ դրանց ֆիզիկական հատկությունները կարելի է նպատակաուղղված կառավարել՝ փոփոխելով նանոմասնիկի միջուկի չափը, թաղանթի հաստությունը և ձևը: Մեծ դեր է վերապահված նաև երկբաղադրյալ «միջուկ-թաղանթ» նանոմասնիկների ուսումնասիրությանը, որոնց և՛ միջուկը, և՛ թաղանթը ֆեռո-, ֆեռի- կամ հակաֆեռոմագնիսական են և կարող են ունենալ հնարավոր տարբեր դասավորություններ: Նշված է «միջուկ-թաղանթ» տիպի նանոմասնիկներում բաղադրիչների միջև փոխանակային փոխազդեցության, ինչպես նաև միջուկի և թաղանթի միջև միջմակերևութային փոխազդեցության կարևոր դերը:

Գերտաքացման երևույթի տեսանկյունից մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում «միջուկ-թաղանթ» տիպի «Fe-FeC» նանոմասնիկները, որոնց մագնիսական բնութագրերը կարելի է նպատակաուղղված փոփոխել կարբիդի շերտի հաստության փոփոխությամբ, ինչպես նաև «երկաթ-երկաթի օքսիդ» տիպի կառուցվածքները ($\text{Fe}-\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{O}_4$), որոնցում միջուկն ապահովում է մեծ հագեցման մագնիսացվածություն, իսկ թաղանթը՝ պաշտպանություն օքսիդացումից և կենսահամատեղելիություն:

Գլուխն ավարտվում է մագնիսական նանոմասնիկների սինթեզի հիմնական մեթոդներին նվիրված մասով:

Ատենսախոսության **II գլուխը** նվիրված է ածխածնային միկրոգնդերի կառուցվածքի և մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրությանը: Ածխածնային միկրոգնդերը հիմնական ելանյութերից են, որոնցից սինթեզվում են «մետաղ-ածխածին» նանոկոմպոզիտները, ուստի կարևոր է պարզել դրանց մագնիսական հատկությունները և հնարավոր ներդրումները նանոկառուցվածքների մագնիսական բնութագրերում:

Ներկայացված է ածխածնային նանոկառուցվածքների, մետաղական նանոմասնիկների և տարբեր մետաղական համաձուլվածքների պատրաստման համար ՀՀ ԳԱԱ ՖՀ-ում մշակված օրգանական և մետաղ-օրգանական միացությունների պինդֆազային պիրոլիզի (ՊՖՊ) մեթոդը, որի միջոցով էլ օրգանական անմետաղ ֆտալոցիանինից ($\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8$) և փոքր խտությամբ պոլիէթիլենից ($(\text{C}_2\text{H}_4)_n$) սինթեզվել են ածխածնային

նանոկառուցվածքները: Նմուշների տարրային բաղադրության վերլուծությունից պարզվել է, որ $S_{Pc}(700)$ նմուշում կա շուրջ 4 ատ.% ազոտ, իսկ $S_{Pc}(900)$ նմուշում՝ ≈ 1 ատ.%: Պոլիէթիլենի պինդֆազային պիրոլիզի արդյունքում ստացվում է միայն ածխածնի ատոմներ պարունակող նյութ՝ $S_{PE}(700)$: Ստացված նմուշների ձևաբանությունը և կառուցվածքն ուսումնասիրվել են ժամանակակից սարքավորումներով. տեսաձրող էլեկտրոնային մանրադիտակ (SEU), բարձր լուծունակությամբ լուսաձրող էլեկտրոնային մանրադիտակ (FELU), ռամանյան սպեկտրաչափ, ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակտային (ՌԾԴ) սպեկտրաչափ, ֆոտոէլեկտրոնային երկու սպեկտրաչափ, իսկ տարրային բաղադրությունը՝ ռենտգենյան ֆլուորեսցենտային ու ռենտգենյան դիսպերսային սպեկտրաչափներով: Ածխածնային միկրոգնդերի մագնիսական բնութագրերը չափվել են տատանվող նմուշի մագնիսաչափով, օգտագործվել են նաև էլեկտրոնային պարամագնիսական ռեզոնանսի և ֆեռոմագնիսական ռեզոնանսի սարքեր, իսկ 5–50Կ տիրույթի չափումները կատարվել են հեղուկհելումային կրիոստատի միջոցով:

Նմուշների SEU պատկերները հստակ պատկերացում են տալիս սինթեզված ածխածնային միկրոգնդերի չափերի բաշխման և նրանցում նանոկլաստերների տարբեր տեսակների առկայության մասին: Ռենտգենյան դիֆրակտաչափության արդյունքները փաստում են ածխածնային միկրոգնդերում 3,52 Å և 3,48 Å միջհարթությունային հեռավորություններով գրաֆիտացված նանոբյուրեղիկների առկայությունը, որոնց բնութագրական չափերն են՝ $L_c = 21$ Å՝ $S_{Pc}(700)$ և $S_{PE}(700)$ նմուշների և $L_c = 23,5$ Å՝ $S_{Pc}(900)$ նմուշի համար: Ցույց է տրվել նաև, որ պիրոլիզի բարձր ջերմաստիճաններում մեծանում են և՛ բյուրեղների չափերը, և՛ դրանց գրաֆիտացման աստիճանը: Բերված են ՌԾԴ սպեկտրները և փորձարարական ռամանյան սպեկտրները $S_{Pc}(700)$, $S_{PE}(700)$ և $S_{Pc}(900)$ նմուշների համար և դրանց մոտարկումները լորենցիաններով: Փորձարարական տվյալներից որոշվել են ստացված նմուշների երկարությունները և լայնությունները, ածխածնի ատոմներին փոխարինող ազոտի ատոմների 3 փոխդասավորությունները (պիրիդինային N, պիրոլային N և գրաֆիտային N) և դրանց համապատասխանող կապի էներգիաները:

II գլխի երկրորդ մասը նվիրված է անմետաղ ֆտալոցիանինի մագնիսական չափումներին, որոնք կատարվել են 5–300 Կ ջերմաստիճանային տիրույթում և մինչև 90 կԷ լարվածությամբ արտաքին մագնիսական դաշտերում: Պարզվել է, որ նմուշների մագնիսացման մեջ ֆեռոմագնիսական ներդրումը շատ փոքր է պարամագնիսականից (նկ. 15): Ստացվել են նաև հիստերեզիսի օղակները և մագնիսացման կախումները դաշտից $T=20$ Կ և $T=300$ Կ ջերմաստիճաններում (նկ. 16-18): Արդյունքների վերլուծությունից պարզվել է, որ $T>100$ Կ տիրույթում ֆեռոմագնիսականության ներդրումը մագնիսացման մեջ զգալիորեն փոքրանում է:

Էլեկտրոնային պարամագնիսական ռեզոնանսի մեթոդով համեմատվել են $S_{PC}(700)$ և $S_{PC}(900)$ նմուշների ԷՊՌ ազդանշանները՝ պարզելու համար դրանցում պարամագնիսական կենտրոնների բնույթը: ԷՊՌ ազդանշանի ինտեգրալային ինտենսիվությունների էական տարբերությունը պայմանավորված է ազոտի խառնուկային ատոմների առկայությամբ, որը մեծացնում է չզույգված սպինների կոնցենտրացիան: Բացի այդ, նմուշներում ածխածնային միկրոգնդերի կառուցվածքի և մագնիսականության փորձարարական արդյունքների համադրումից հետևում է, որ նանոգրաֆենում պարամագնիսական կենտրոնները՝ զիզզագ եզրերին տեղայնացված π -էլեկտրոնները և ազոտի խառնուկային ատոմների առկայության պատճառով առաջացած π -էլեկտրոնները արատներ են: Բարձր ջերմաստիճաններում դիտվող դիամագնիսականությունը նույն π -էլեկտրոնային համակարգի առկայության արդյունքն է:

$S_{PC}(700)$ նմուշում 100°C -ից ցածր ջերմաստիճաններում տեղի է ունենում նանոգրաֆենի պարամագնիսական կլաստերների չափերի աճ և անցում ֆեռոմագնիսական դոմենների: Ջերմաստիճանի նվազմանը զուգընթաց ($T<25$ Կ) դրանց քանակը և չափերը մեծանում են, որը հանգեցնում է դոմենների միջև փոխազդեցությունների աճի: Արդյունքում ծագում է ֆեռի- և հակաֆեռոմագնիսական կարգավորվածություն, որը հանգեցնում է նմուշի հագեցման մագնիսացման անկման:

Ատենախոսության **III գլուխը** նվիրված է ածխածնային մատրիցում $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ նանոմասնիկների կառուցվածքի և մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրմանը:

Գլխի ներածական մասում նշված են մագնիսական նանոմասնիկների՝ կենսաբժշկական պրակտիկայում կիրառման խնդիրները, դրանց լուծման հնարավոր ճանապարհները, հիմնավորված է ցեմենտիտի (Fe_3C) դերը, թվարկված են դրանց սինթեզի տեսակները, ներկայացված են ածխածնային մատրիցում $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ նանոմասնիկների կառուցվածքային և կենսահամատեղելիության փորձարկումներում օգտագործելու մագնիսական բնութագրերի հետազոտման արդյունքները: Ջրային կախույթներում մագնիսական գերտաքացման արդյունավետությունը բարձրացնելու և կենսահամատեղելիության փորձարկումներում օգտագործելու նպատակով ուսումնասիրվել են մասնիկների լավագույն բնութագրերը և արտաքին մագնիսական դաշտի պարամետրերը:

Նանոմասնիկներն ստացվել են ՖՀ-ում մշակված մետաղ-օրգանական տարբեր միացությունների, մասնավորապես՝ մետաղ-ֆտալոցիանինների ՊՖՊ մեթոդով: Փոփոխելով պիրոլիզի պայմանները (պիրոլիզի ջերմաստիճանը, տևողությունը, ճնշումը)՝ կարելի է ստանալ 10–300 նմ տրամագծով նանոմասնիկներ:

Տրված է հետագա ուսումնասիրությունների համար ՊՖՊ սինթեզի տարբեր պայմաններում ստացված ($\text{Fe-Fe}_3\text{C}$)@C նմուշների ցանկը: Այնուհետև ներկայացված են $\text{Fe-Fe}_3\text{C}@C$ նանոմասնիկների բնութագրման փորձարարական մեթոդները, նանոմասնիկների մոլեկուլային դինամիկայի սիմուլյացիաները և դրանցում օգտագործված ծրագրերը: Փորձարարական բազմաբնույթ չափումների արդյունքում պարզվել է, որ $\text{Fe@Fe}_3\text{C}$ «միջուկ-թաղանթ» մոդելը լավագույն ձևով է համապատասխանում փորձարարական տվյալներին:

Գլխի երկրորդ մասում հետազոտվել են նանոկոմպոզիտների մագնիսական հատկությունները՝ կախված ՊՖՊ պայմաններից: Նմուշի լրիվ հագեցման մագնիսացվածությունը տրված է որպես Fe -ի և Fe_3C -ի հագեցման մագնիսացվածությունների՝ ըստ բաղադրության միջինացված գումար: Հիստերեզիսի օղակների ուսումնասիրությունից հետևություններ են արվում Fe և Fe_3C բաղադրիչների փոխազդեցության մասին: Ցույց է տրվել, որ $\text{Fe-Fe}_3\text{C}@C$ նմուշի մագնիսացվածությունը դրսևորում է ֆեռոմագնիսին բնորոշ ջերմաստիճանային վարք, ընդ որում հագեցման և մնացորդային մագնիսացվածություն-

ները, ինչպես նաև կոէրցիտիվ ուժը ջերմաստիճանից կախված նվազող ֆունկցիաներ են: Պիրոլիզի ջերմաստիճանի (T_{pyr}) բարձրացմանը զուգընթաց $Fe-Fe_3C@C$ նանոմասնիկների հագեցման մագնիսացվածությունն աճում է, իսկ կոէրցիտիվ ուժը՝ նվազում: Այսպիսի վարքը պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ T_{pyr} -ը բարձրացնելիս $Fe@Fe_3C$ նանոմասնիկում երկաթի մասնաբաժինն ավելանում է, որը հաստատվում է ՌՃԴ սպեկտրների վերլուծությամբ:

Ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց հագեցման մագնիսացվածության և մագնիսական անիզոտրոպության հաստատունները նվազում են, որը բնորոշ է ֆեռոմագնիսներին: Հագեցման մագնիսացվածությունն ավելի մեծ է բարձր T_{pyr} -ում սինթեզված նմուշների համար, իսկ անիզոտրոպության հաստատունն ավելի փոքր է, որոնք նույնպես հետևանք են նանոմասնիկներում երկաթի մասնաբաժնի ավելացման:

Հարկ է նշել $(Fe-Fe_3C)@C$ նանոկոմպոզիտի մագնիսական հիստերեզիսի կորերի վերլուծության արդյունքները, որոնք իրականացվել են մաթեմատիկական մոտարկումների մի քանի մեթոդով: Ստացվել են նանոկոմպոզիտի մեկ դոմենի միջին մագնիսական մոմենտի, մագնիսական անիզոտրոպության էներգիայի հաստատունի, կոէրցիտիվ ուժի, հագեցման և մնացորդային մագնիսացվածությունների արժեքները:

Գլխի 3.6 ենթաբաժինը նվիրված է $(Fe-Fe_3C)@C$ նանոկոմպոզիտի կենսահամատեղելիության հետազոտման փորձերին: Հեմոլիզի թեստերը կատարվել են նանոկոմպոզիտի տարբեր կոնցենտրացիաների համար, և որոշվել է հեմոլիզի ենթարկված էրիթրոցիտների մասնաբաժինը: Պարզվել է, որ այն ինկուբացիայի ժամանակի աճին զուգընթաց աճում է՝ դիտարկված կոնցենտրացիաների դեպքում մնալով ընդունելի 5% շեմից ցածր: Այս արդյունքը վկայում է ՊՖՊ մեթոդով ստացված $(Fe-Fe_3C)@C$ նանոկոմպոզիտի ցածր հեմոլիտային ռեակցիայի մասին:

Գլխի վերջում վերլուծված են $(Fe-Fe_3C)@C$ նանոկոմպոզիտների գերտաքացման չափումների արդյունքները: Ուսումնասիրվել է մագնիսական պարամետրերի ազդեցությունը տաքացման պարամետրերի վրա և նմուշների հիստերեզիսի փոքր օղակների անմիջական առնչությունը դրանց ջերմային արձագանքին: Ցույց է տրվել, որ փորձերում

ՊՖՊ մեթոդով $t_{\text{pyr}}=5$ րոպե ժամանակում սինթեզված բոլոր նմուշները (բացի մեկից) 375 կՀց հաճախությամբ և 60 մՏլ լայնությամբ մագնիսական դաշտում հասնում և գերազանցում են գերտաքացման լավագույն՝ 41–45°C պատուհանը: Գերտաքացման արդյունավետությունը որոշող SLP գործակցի կալորաչափական չափումների արդյունքների և հաշվարկային արժեքների համեմատությունից հետևում է, որ SLP գործակցի արժեքները փոփոխվում են՝ կախված նմուշների սինթեզի պարամետրերից՝ պայմանավորված տարբեր մագնիսական և կառուցվածքային հատկանիշներով: Ուստի նանոմասնիկների կառուցվածքի առանձնահատկությունները կարող են լավարկել դրանց տաքացման արդյունավետությունը, որը կարող է նպաստել նանոմասնիկների կիրառմանը կենսաբժշկական նաև այլ ոլորտներում:

Ատենախտության վերջին՝ **IV գլուխը** նվիրված է Fe-Fe₃O₄ նանոկոմպոզիտների սինթեզի, կառուցվածքի և մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրմանը:

ՊՖՊ եղանակով ստացված Fe-Fe₃C@C նմուշները լրացուցիչ օքսիդացվել են փակ թթվածնային միջավայրում 250°C ջերմաստիճանում, որի արդյունքում երկաթի նանոմասնիկների մակերևութային շերտում ձևավորվում են Fe միջուկով և Fe₃O₄ թաղանթով նանոմասնիկներ: Փոփոխելով թթվածնի ճնշումը՝ 0,001-ից մինչև 1 ՄՊա տիրույթում, հնարավոր է վերահսկել Fe_x(Fe₃O₄)_{1-x} նանոմասնիկների բաղադրությունը՝ փոփոխելով Fe-ի մասնաբաժինը ($0 \leq x \leq 1$):

Ինչպես և նախորդ հետազոտություններում, տարբեր սարքերով հետազոտվել են նմուշների ձևաբանությունը, չափերը, ֆազային բաղադրությունը, կառուցվածքը, ցանցի պարամետրերը, նանոմասնիկներում տարրերի (Fe, O₂, C) բաշխումները:

Մագնիսական հատկությունների հետազոտման արդյունքում որոշվել են տարբեր օքսիդացման աստիճաններով նանոմասնիկների հագեցման մագնիսացվածության և մագնիսաբյուրեղային անիզոտրոպության հաստատունի արժեքները, որոնց գիտենալը շատ կարևոր է ստացված նանոկոմպոզիտների գերտաքացման երկույթը մեկնաբանելիս:

Գլխի հետաքրքիր և կիրառությունների համար մեծ արժեք ներկայացնող հատվածը նվիրված է սինթեզված նանոկոմպոզիտների կախույթների տաքացման արդյունավետության ուսումնասիրմանը տրված պարամետրերով արտաքին փոփոխական մագնիսական դաշտում: Փորձով ցույց է տրվել, որ նանոկոմպոզիտում երկաթի օքսիդացման աստիճանի աճը հանգեցնում է նմուշի տաքացման նվազմանը: ($\text{Fe-Fe}_3\text{O}_4$)@C նմուշը փորձում հասնում է մոտովորապես 45°C ջերմաստիճանի, որը համապատասխանում է մագնիսական գերտաքացման լավագույն տիրույթին՝ $(41-45)^\circ\text{C}$:

Ստացված ջերմաստիճանային կախման կորերից հաշվարկվել են բնութագրական կորուստների հզորության գործակցի արժեքները, և պարզվել է, որ նանոկոմպոզիտում Fe-ի օքսիդացման աստիճանի մեծացմանը զուգընթաց այդ գործակցի արժեքը նվազում է, որը հետևանք է ինչպես հազեցման մագնիսացվածության, այնպես էլ մագնիսաբյուրեղային անիզոտրոպության հաստատունի նվազման:

Վերը շարադրվածից միարժեքորեն հետևում է, որ պաշտպանության ներկայացված ատենախոսությունը լուրջ գիտական ներդրում է մագնիսական նանոկոմպոզիտային մասնիկների սինթեզի և փորձարարական հետազոտությունների բնագավառում և ունի կիրառական հզոր ներուժ:

Ցանկանում եմ հատուկ նշել աշխատանքի կարևոր առանձնահատկությունները.

1. ստացված փորձերի արդյունքների հավաստիություն: Որպես կանոն, վերջնական եզրակացություններն արված են տարբեր փորձարարական եղանակներով կատարված չափումների համեմատության հիման վրա,
2. փորձերի արդյունքները ներկայացնող մեծաթիվ նկարները և գրաֆիկներն ունեն տեղեկատվական մեծ արժեք, կատարված են բարձր որակով:

Աշխատանքում ստացվել են գիտական մեծ արժեք ներկայացնող մի շարք արդյունքներ, որոնցից կցանկանայի նշել հետևյալները.

1. ՊՖՊ եղանակով սինթեզված նանոմասնիկների չափերը կարելի է նպատակաուղղված ձևով փոփոխել՝ փոփոխելով պիրոլիզի տևողությունը, իսկ բաղադրությունը կարելի է փոփոխել՝ փոխելով պիրոլիզի ջերմաստիճանը:

2. $(\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C})@\text{C}$ նանոկոմպոզիտների որոշակի կոնցենտրացիայով (1մգ/մլ) ջրային կախույթների գերտաքացման փորձերում որոշվել է SLP գործակցի առավելագույն արժեքին համապատասխանող պարամետրերի (պիրոլիզի ջերմաստիճան, տևողություն և մագնիսական դաշտի բնութագրեր) լավագույն արժեքները:

3. Ցույց է տրվել, որ որոշ կոնցենտրացիաների դեպքում $(\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C})@\text{C}$ նանոկոմպոզիտներն ունեն 5%-ից փոքր հեմոլիտային ռեակցիա, որը վկայում է դրանց կենսահամատեղելիության մասին:

Մի քանի խոսք աշխատանքում չպարզաբանված որոշ հարցերի և առկա թերությունների մասին:

1. Համընկնում է, արդյոք, արտաքին մագնիսական դաշտը գործող (նմուշի ներսում) դաշտի հետ:

2. Հնարավո՞ր է, արդյոք, հագեցման մագնիսացվածության մեծացում ի հաշիվ արտաքին հաստատուն մագնիսական դաշտում նանոմասնիկների կողմնորոշման:

3. Ինչո՞վ է պայմանավորված Աղ.3-ում բերված նանոմասնիկների՝ ՌՃԴ և ռամանյան սպեկտրադիտումներից ստացված բնութագրական չափերի զգալի տարբերությունը:

4. Կարելի էր ոչ այնքան հարմար էմմ/գ միավորի փոխարեն ամենուրեք օգտագործել ավելի հասկանալի Ամ²/կգ միավորը:

5. Նկարի մանրամասները տեսանելի դարձնելու նպատակով որոշ նկարներ կարելի էր տալ էջի երկայնքով (“լանդսքեյփ” տարբերակով):

6. Կարծում եմ, որ “երկմետաղ” եզրույթը անհրաժեշտ էր փոխարինել “երկբաղադրյալ” եզրույթով, քանի որ նանոմասնիկում (և՛ միջուկում, և՛ թաղանթում) միայն երկաթի ատոմներ կան:

7. Ինչո՞վ է պայմանավորված այն փաստը, որ S800/5 և S900/5 նմուշներում SLP գործակցի՝ կալորաչափությամբ ստացված արժեքները մեծ են հիստերեզիսի կորուստներով պայմանավորված արժեքներից, իսկ S1000/5 և S1100/5 նմուշների դեպքում հակառակ իրադրությունն է:

8. Կան որոշ տառասխալներ, բացթողումներ:

Ամփոփելով վերն ասվածը՝ հարկ է փաստել, որ «**Երկաթի հիմքով մագնիսական նանոմասնիկների և նանոծուլվածքների սինթեզը և հետազոտությունը քաղցկեղային հյուսվածքների մագնիսական գերտաքացման համար**» վերնագրով ատենախոսության մեջ ներկայացված գիտական արդյունքները զգալի և կարևոր ներդրում են նանոկոմպոզիտային մասնիկների ստացման տեխնոլոգիաների, մագնիսական նանոմասնիկների ֆիզիկայի, ինչպես նաև բժշկագիտության մի շարք բնագավառներում և լիովին բավարարում են ՀՀ ԲՈՀ-ի՝ թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը՝ **Հարություն Տիգրանի Գյուլասարյանը**, անկասկած, արժանի է ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի հայցվող գիտական աստիճանին:

Ատենախոսության սեղմագիրը համապատասխանում է նրա բովանդակությանը:

ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ,

ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների
դոկտոր, պրոֆեսոր՝

 Ա.Ա. Կիրակոսյան

Պրոֆ. Ա.Ա. Կիրակոսյանի

ստորագրությունը հաստատում եմ

ԵՊՀ գիտական քարտուղար



Մ.Վ. Հովհաննիսյան

11. 06. 25թ.