

Бо ҳукуқи дастнавис



РАҲИМОВ Хуршед Абдуллоевич

**МАҲЛУЛҲОИ САХТ ДАР АСОСИ ВИСМУТИДҲОИ
ЭЛЕМЕНТҲОИ НОДИРЗАМИНИИ ЗЕРГУРУҲИ ИТТРИЙ**

05.02.01 – маводшиносӣ (дар техникаи криогенӣ ва электронӣ)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
номзади илмҳои техникӣ

Душанбе - 2018

Диссертатсия дар озмоишгоҳи «Маводҳои ба коррозия устувор»-и Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи илмҳои Тоҷикистон иҷро гардидааст.

Роҳбарони илмӣ: **Абулҳаев Владимир Чалолович**-доктори илмҳои химия, профессор, муовини директор оид ба илм ва таълими Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АИ ҚТ;
Назарзода Хайрулло Холназар - номзоди илмҳои техникӣ, ректори Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон.

Муқарризони расмӣ: **Сафаров Аҳрор Мирзоевич** – доктор илмҳои техникӣ, профессори кафедраи «Технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурӣ»-и Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ;
Азизқулова Она Азизқуловна – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи «Химияи ғайриорганикӣ»-и Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Муассисаи пешбар: Институти физикаю техникаи АИ ҚТ ба номи С.У. Умаров

Ҳимояи диссертатсия « 12 » сентябри соли 2018 соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-007 назди Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини АИ ҚТ баргузор мегардад.

Суроға: 734063, ш. Душанбе, хиёбони Айнӣ, 299/2.

E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Бо матни пурраи диссертатсия метавонед дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи интернетии Институти кимиёи ба номи В.И.Никитини АИ ҚТ шинос шавед:

www.chemistry.tj

Автореферат санаи « » _____ соли 2018 аз рӯи феҳристи пешниҳодшуда ирсол карда шудааст.

**Котиби илмии Шӯрои
диссертатсионӣ, доктори
илмҳои химия, дотсент**

З.Р. Обидов

ТАВСИФИ УМУМИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мубрам будани мавзӯи диссертатсия

Элементҳои нодирзаминӣ, хӯла ва пайвастагиҳои химиявӣ дар асоси онҳо дар соҳаҳои гуногуни техника истифода бурда мешаванд: дар истеҳсолоти шиша, сафол, металлургияи сиёҳ, техникаи электроравшаной, атомӣ, лазерӣ, саноати химиявӣ, тиб, кишоварзӣ ва дар дигар соҳаҳо.

Имкониятҳои истифодабарии элементҳои нодирзаминӣ ба охир нарасидаанд ва вобаста аз таҳқиқоти хосиятҳои пайвастагиҳо ва хӯлаҳо васеъ шуда истодаанд.

Дар солҳои охир корҳои оиди ҷустуҷӯи маводҳои магнитии нав дар асоси элементҳои нодирзаминӣ афзун гаштанд. Интерметаллидҳои магнитии YCo_5 , $SmCo_5$, бечодаи (гранаты) оҳану-элементҳои нодирзамин, инчунин хӯлаи неодим-оҳан-бор ($(Nd_2Fe_{14}B)$) ба даст оварда шудаанд, ки дар техникаи баландбасоматӣ ва дар асбобҳои электронӣ истифодаи амалии худро пайдо намуданд. Аз ин лиҳоз, корҳои илмие, ки бо ҳосил кардан ва таҳқиқи хӯлаҳо ва пайвастагиҳо дар асоси элементҳои нодирзаминӣ вобаста ҳастанд, мубрам мебошанд.

Муқаррар карда шуд, ки пайвастагиҳо ва хӯлаҳои элементҳои нодирзаминии зергурӯҳи иттрий бо висмут (висмутидҳо) хосиятҳои магнитиро зоҳир менамоянд. Масалан, висмутидҳои элементҳои нодирзаминии Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) дар шароити муқаррарӣ парамагнетик мебошанд. Ин имконият фароҳам меоварад, ки дар асоси висмутидҳо маводи магнитӣ бо хосияти баланди магнитӣ ҳосил карда шавад.

Аз ин сабаб муайян кардани шароити синтези хӯлаҳои системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва муқаррар кардани табиати физикӣ-химиявии онҳо масъалаи муҳими илмӣ ва амалӣ мебошад.

Дарачаи қорқарди мавзӯ

Таҳлили адабиёти илмӣ дар бораи он шаҳодат медиҳад, ки дар байни пайвастагиҳо ва хӯлаҳои элементҳои нодирзаминӣ танҳо моновисмутидҳои элементҳои нодирзаминӣ муфассал омӯхта шудаанд. Висмутидҳои дигар таркибҳо ниҳоят кам омӯхта шудаанд. Дар адабиёти илмӣ маълумот оиди маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), ки дар диссертатсия объектҳои таҳқиқ мебошанд, оварда нашудааст.

Мақсад ва вазифаҳои рисолаи диссертатсионӣ

Мақсади кор - синтези маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), муқаррар намудани табиати физикӣ-химиявии онҳо ва ба даст овардани маводе, ки нисбат ба висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) хосиятҳои баландтари магнитиро зоҳир менамоянд.

Барои ба мақсади гузошашуда расидан, ҳалли масъалаҳои зерин ба миён омад:

- таҳқиқи таъсири элементҳои нодирзаминӣ ($Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) бо висмут ва Gd_5Bi_3 бо Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), дар раванди ҳосилшавии маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$);

- коркарди усулҳои синтези висмутидҳои LnBi , Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$);

-гузаронидани аттестатсияи висмутидҳои синтез карда шудаи LnBi , Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$);

- дар асоси далелҳои таҳлили физикӣ-химиявӣ сохтани диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$);

-сохтани вобастагии концентратсионии хосиятҳои электрофизикӣ (муқовимати хоси электрикӣ, гармо-қ.э.х.) ва микросаҳтии маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$), дар шароити муқаррарӣ;

-таҳқиқ кардани вобастагии ҳароратии хосиятҳои электрофизикӣ (муқовимати хоси электрикӣ, гармо-қ.э.х.) ва пазирандагии молярии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ дар ҳудуди 298-773 К.

Навгониҳои илмӣ рисола:

- усулҳои илмӣ асоснок кардашудаи синтези висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$) коркард шуданд;

- таҳқиқотҳои диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) имконият доданд, ки қонуниятҳои дар соҳти онҳо зоҳир гашта – ҳосилшавии қатори изоструктурии маҳлулҳои саҳти ҷойивазшавии $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$) ва якхела будани соҳти системаҳо муқаррар карда шаванд;

- моментҳои магнитии муассири ионҳои элементҳои нодирзаминӣ, ҳарорати парамагнетии Кюри, хосияти гузаронандагии электрикӣ муайян карда шуда, ба навъи тартиби магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$); баҳо дода шуд.

- маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$) ҳосил карда шуданд, ки дорой хосиятҳои баланди магнитӣ ҳастанд.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии рисола

Ҷиҳатҳои назариявии натиҷаҳои таҳқиқот оиди синтези висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$), маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$), хосиятҳои электрофизикӣ ва магнитии онҳо барои шарҳи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ дигар пайвастагиҳо ва ҳӯлаҳои элементҳои нодирзаминӣ бо висмут истифода бурдан мумкин аст.

Аҳамияти амалии рисола дар он аст: (Практическая значимость работы заключается в следующем)

- висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$) метавонанд дар техникаи криогенӣ ва электронӣ татбиқи худро биёбанд;

- маълумотҳо оиди хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, электрофизикӣ, магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$), маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5 \div 4.5$) ва диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) маводи маълумотӣ

(справочный материал) аст. Ин маълумотхоро аспирантҳо ва кормандони илмӣ дар раванди иҷроиши корҳои илмӣ истифода бурданашон мумкин аст. Ғайр аз ин, маводҳои рисола дар раванди таълим барои хондани **маърузаҳо** аз **фанҳои** химияи физикӣ, ғайриорганикӣ, таҳлили физикӣ-химиявӣ ва маводшиносӣ низ истифода бурдан мумкин аст.

Мазмуни асосии рисола, ки дар химоя пешкаш мегардад:

- таъсири физикӣ-химиявӣ элементҳои нодирзаминӣ бо висмут дар раванди ҳосилшавии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5\div 4.5$);

- тарзҳои ҳосил кардани висмутидҳои LnBi , Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5\div 4.5$);

- натиҷаҳои таҳқиқи диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва қонуниятҳои, ки дар онҳо зоҳир мегарданд; -хосиятҳои электрофизикӣ ва магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) ва маҳлулҳои саҳти $\text{Gd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$; $x = 0.5\div 4.5$).

Дарачаи саҳеҳият ва баррасии натиҷаҳо

Саҳеҳии натиҷаҳои ба даст овардашуда бо мувофиқати сифатии натиҷаҳои ҳосил намуда ва истифодабарии тарзҳои гуногуни таҳлили физикӣ-химиявӣ тасдиқ карда шуд.

Натиҷаҳои асосии рисола дар конферонсҳои зерин муҳокима ва баррасӣ гардидаанд: VI Нумановских чтениях (г. Душанбе, 2009 г.); республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» (г. Душанбе, 2009 г.); областной научно-теоретической. конференции, посвящённой «Году образования и технической культуры» (г. Курган-Тюбе, 2010 г.); республиканской научно-теоретической конференция молодых учёных Таджикистана, посвященной 20 –летию 16-ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан (г. Душанбе, 2012 г.); республиканской научно-теоретической конференции: «Основы педагогико-технологической и технической подготовки преподавателей технологии», посвященной 35-летию образования кафедры «Технической механики и черчения» ТГПУ им. С. Айни и 20-летию образования национальной армии (г. Душанбе, 2013 г.); международной научно-практической конференции «Комплексный подход к использованию переработке угля» (г. Душанбе, 2013 г.); республиканской научно-практической конференции «Перспективы синтеза в области химии и технологии гетеросоединений », посвященной 20-летию кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии ТНУ (г. Душанбе, 2013 г.); республиканской научно-теоретической конференции: «Новые методы обучения технологических дисциплин в инновационном процессе» (г. Душанбе, 2013 г.); международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения» (г. Душанбе, 2013 г.); республиканской научной конференции на тему «Химия, технология и экология воды», посвященной году «Сотрудничество по водной проблеме» и 55-летию кафедры «Общая и не-

органическая химия, ТГПУ им. С.Айни» (г. Душанбе, 2013 г.); республиканской научной конференции на тему: «Экология и вопросы обучения и воспитания», посвященной 70- летию заведующего кафедрой «Химическая технология и экология» ТГПУ им. С. Айни, доцента Шарипова И.Н. (г. Душанбе, 2014 г.); республиканской конференции «Применение современных технических средств в обучение предмета технологии», посвященной 20 –летию конституции Республики Таджикистан (г. Душанбе, 2015 г.); апрельской конференции профессорско-преподавательского состава ТНУ (г. Душанбе, 2016 г.); международной научно-практической конференции «Независимость – основа развития энергетики страны», посвященной празднованию «Дня энергетика» (Бохтарский район, 2017 г.).

Интишорот. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот 38 мақола, аз он ҷумла 6 мақола дар маҷаллаҳо, ки аз тарафи КОА –и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия карда мешавад, нашр шудааст. Инчунин 3 патенти хурди ҚТ оиди ихтироот гирифта шуд.

Саҳми шахсии муаллиф аз таҳлили адабиёти илмӣ оиди мавзӯи рисолаи диссертационӣ, ҳалли масъалаҳои таҳқиқотӣ, ки дар ҳаммуаллифӣ иҷро карда шудаанд, муайян кардани роҳҳои ҳалли масъалаҳои гузошта шуда, таҳрири натиҷаҳои таҷрибавӣ ва аз тасвияи хулосаҳои рисола иборат аст.

Таркиб ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи диссертационӣ дар 125 саҳифаи хуруфчинии компютерӣ баён гашта, аз муқаддима, чор боб, хулосаҳо, рӯйхати 115 адад манбаъҳои адабиётӣ ва замимаҳо иборат аст. Рисола дорои 43 расм, 20 ҷадвал ва 24 саҳифа замима аст.

БОБИ 1 СИНТЕЗ ВА ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ–ХИМИЯВИИ ХӢЛАҲО ВА ПАЙВАСТАГИҲОИ СИСТЕМАҲОИ ЭЛЕМЕНТҲОИ ЭНЗ – ВИСМУТ (ШАРҲИ АДАБИЁТ)

Мувофиқи таҳлили адабиёт оиди диаграммаҳои ҳолати системаҳои ЭНЗ – Vi хулоса баровардан мумкин аст, ки аз ҳама бештар маълумоти боэътимод барои диаграммаҳои ҳолати системаҳои ЭНЗ-и зергурӯҳи иттрий бо висмут, ғайр аз системаи Yb –Vi, ки саҳеҳиро талаб мекунад, ба даст оварда шуданд.

Диаграммаҳои ҳолати системаҳои ЭНЗ- и зергурӯҳи серий бо висмут хело сустар омӯхта шудаанд. Дар таҳқиқоти такрорӣ диаграммаҳои ҳолати системаҳои Ln - Vi (Ln = La, Ce, Sm) эҳтиёҷ доранд. Диаграммаи ҳолати системаи Eu – Vi то ҳол омӯхта нашудааст.

Шарҳи адабиёт оиди кристаллохимияи пайваستاгиҳои системаҳои ЭНЗ – Vi нишон медиҳад, ки дар ин системаҳо асосан пайваستاгиҳои Ln₂Vi, Ln₅Vi₃, Ln₄Vi₃, LnVi ва LnVi₂ ҳосил мешаванд, ки дар сингонияҳои тетрагоналӣ, гексагоналӣ, кубӣ ва ромбӣ кристаллизатсия мешаванд.

Дар системаҳои ЭНЗ-и зергурӯҳи серий бо висмут ҳосил шудани пайваستاгиҳои намуди Ln₂Vi, Ln₄Vi₃ и LnVi₂ хос аст. Инчунин дар ҳама системаҳо пайваستاгиҳои Ln₅Vi₃ ва LnVi вучуд доранд.

Дар системаҳои ЭНЗ-и зергурӯҳи иттрий бо висмут пайвастагиҳои намуди Ln_4Bi_3 , танҳо дар системаҳои $\text{Ln} - \text{Bi}$ (Gd, Tb) ҳосил мешаванд. Ғайр аз ин, дар қорҳои илмие, ки ба таҳқиқи диараммаҳои ҳолати системаҳои ЭНЗ-и зергурӯҳи иттрий бо висмут бахшида шуданд, дар бораи дар системаҳои $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) эҳтимолияти ҳосил шудани пайвастагиҳои LnBi_2 дарак медиҳанд.

Аз шарҳи адабиёт оиди ҳосиятҳои физикӣ-химиявии хӯлаҳо ва пайвастагиҳои системаҳои ЭНЗ – висмут меояд, ки то замони муосир аз ҳама пурра ҳосиятҳои физикӣ-химиявии моновисмутидҳои ЭНЗ – LnBi омӯхта шудаанд.

Бо таҳқиқоти ҳосиятҳои электрофизикӣ ва магнитии хӯлаҳо ва пайвастагиҳои системаҳои $\text{Ln} - \text{Bi}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}$), инчунин маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_4\text{Bi}_3 - \text{Ln}_4\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}$) муқаррар карда шудааст, ки ба онҳо гузаронандагии электрикӣ хос аст ва дар шароити муқаррарӣ ҳосияти парамагнитиро зоҳир менамоянд.

Ҳосиятҳои физикӣ-химиявии пайвастагиҳои Ln_2Bi , Ln_5Bi_3 , Ln_4Bi_3 ва LnBi_2 бениҳоят ночиз омӯхта шуданд. Инро, аз нуқтаи назарамон бо сусти қорқард шудани тарзҳои синтези пайвастагиҳо ва хӯлаҳои системаҳои ЭНЗ бо висмут, ки дар адабиёти илмӣ оварда шудаанд, имконияти боътимод синтез қардани моддаҳои гомогенӣ ва ба дараҷаи кофӣ тозаро таъмин наменамояд. Масалан, синтези висмутидҳо бо тарзи ампулӣ ё худ бо тарзи гудозиши компонентҳо ҳосил қардани павастагиҳо ва хӯлаҳои гомогениро дар гумон таъмин наменамояд.

Ҳосиятҳои химиявии пайвастагиҳо ва хӯлаҳои системаҳои ЭНЗ – Bi ночиз омӯхта шуданд. Инро бо он шарҳ додан мумкин аст, ки хӯлаҳо дар асоси ЭНЗ ҳосиятҳои аҷиби физикиро зоҳир менамоянд ва таҳқиқчиёро дар қустуҷӯи маводи нав умедвор мекунад.

БОБИ 2 СИНТЕЗИ МАҲЛУЛҲОИ САҲТИ СИСТЕМАҲОИ $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) ВА УСУЛҲОИ ТАҲҚИҚОТҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВӢ

2.1 Синтези маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$)

Бо мақсади қорқарди усулҳои синтези маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) бо қалби таҳлили рентгенофазӣ ва микроструктурӣ раванди ба ҳам таъсир қардани ЭНЗ бо висмут ва Gd_5Bi_3 бо Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) таҳқиқ қарда шуд.

Ба сифати компонентҳои аввала дар раванди синтези маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) дисстелятҳои ЭНЗ ва висмути навъи ОСЧ 11-4 истифода бурда мешуданд.

Аз сабаби ба яқдигар наздик будани ҳароратҳои гудозиши висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$), раванди ба ҳам таъсир қардани ЭНЗ бо висмут ва Gd_5Bi_3 бо Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) дар як режими ҳароратӣ ва вақтӣ, дар ҳудуди 573÷1673 К ва вақти нигоҳдорӣ 3÷4 соат таҳқиқ қарда шуд.

Барои гузаронидани таҳқиқот омехтаро, ки аз тарошаҳои ЭНЗ ва висмут бо таркиби муайяни стехиометрӣ бо массаи 5-10 г. иборат аст, пресс карда ба тигели герметизатсия кардашудаи молибденӣ ҷойгир мекунад, баъд тигелро дар шароити вакуум (0,0133 Па) гарм мекунад (бо суръати 5-10 град./дақ.) бо нигоҳдории минбаъда дар ҳудуди ҳароратҳои 573÷1673 К.

Бо усули рентгенофазӣ ва микроструктурии таҳлил, таркиби фазавии маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ бо висмут дар раванди ҳосилшавии маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$, $x = 0.4 \div 4.5$) муқарар карда шуд. Муайян гардид, ки дар ҳудуди ҳароратҳои 573-823 К маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ бо висмут аз моновисмутидҳо ва висмути озод иборат аст.

Ҳосилшавии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.4 \div 4.5$) дар ҳудуди ҳароратҳои 973-1573 К ба қайд гирифта шудааст. Баробари ин маҳлулҳои саҳти якфазавии $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.4 \div 4.5$) дар ҳарорати 1673 К ва вақти нигоҳдорӣ дар 3 ± 0.5 соат ҳосил мешаванд.

Таҳлили микроструктурӣ натиҷаҳои таҳлили рентгенофазии маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ бо висмут тасдиқ мекунад. Ба сифати мисол дар диссертатсия суратҳои микроструктураи маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ бо висмут дар раванди ҳосил шудани маҳлули саҳти $Gd_3Tb_2Bi_3$ оварда шуданд.

Таҳқиқотҳои гузаронида шуда имконият фароҳам оварданд, ки ду усули ҳосил кардани маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) коркард карда шаванд:

1. Бо ҳам таъсир кардани бевоситаи ЭНЗ ва висмут.

2. Бо ҳам таъсири кардани Gd_5Bi_3 бо Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

Бо усули якум маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.4 \div 4.5$) ин тавр ҳосил мекарданд. Омехтаи тарошаҳои ЭНЗ ва висмут бо таркиби муайяни стехиометрӣ бо массаи 15-20 г пресс карда ба тигели герметизатсия карда шудаи молибденӣ ҷой карда мешуданд ва баъд ба таври зинавӣ дар ҳудуди ҳароратҳои 573-1673 К дар вакуум (0,0133 Па) бо суръати 5-10 град./дақ бо нигоҳдории минбаъда дар муддати 3-4 с. гарм мекунад.

Бо усули дуюм маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.4 \div 4.5$) бо ба ҳам таъсир кардани Gd_5Bi_3 бо Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) пешакӣ синтез кардашуда чунин ҳосил мекарданд. Омехтаи хокаи Gd_5Bi_3 ва хокаи яке аз Ln_5Bi_3 (бо массаи 15-20 г.) пресс карда, ба тигели герметизатсия кардашудаи молибденӣ ҷой намуда ва баъд дар шароити вакуум (0,0133 Па) то ҳарорати оптималии синтез 1673 К гарм мекарданд (бо суръати гармкунии ва хунукшавӣ 80 град./дақ.) ва дар ин ҳарорат дар муддати 2 ± 1 соат нигоҳ медошанд.

Муқаррар карда шудааст, ки барои ҳамаи маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) шароити оптималии синтез якхела аст.

Висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) бо истифодабарии ба сифати компонентҳои аввала моновисмутидҳо - $LnBi$ ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва ЭНЗ ҳосил карда мешуданд. Барои гузаронидани синтези пайва-

стагиҳои Ln_5Bi_3 омехтаи хокаи моновисмутидҳо ва тарошаи ЭНЗ (бо массаи то 20 г), ки ба стехиометрияи 62.5 ат.% ЭНЗ ва 37.5 ат.% Bi ҷавобгӯ аст, пресс карда ба тигели герметизатсия карда шуда ҷой намуда, то ҳарорати оптималӣ, ки барои Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Lu}$) $1623 \pm 50 \text{ K}$, ва Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) $1523 \pm 50 \text{ K}$ ташкил меод, гарм мекарданд ва дар ин ҳарорат дар муддати 2 ± 1 соат нигоҳ мепошанд.

Моновисмутидҳоро ба таври бевосита ба ҳам таъсир кардани тарошаҳои ЭНЗ бо висмут дар тигелҳои герметизатсия карда шуда дар ҳароратҳои 1173-1373 K ва вақти нигоҳдорӣ 4 ± 1 соат синтез карда шуданд.

Дар ин боби рисолаи диссертатсионӣ ҳосиятҳои кристаллохимиявии висмутидҳои синтез карда шудаи Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) ва LnBi ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) оварда шуданд.

2.2. Усулҳои таҳқиқи физикӣ-химиявӣ

Таҳлили дифференсиалии термикӣ

Ба таҳлили дифференсиалии термикӣ (ТДТ) пайваस्ताгиҳои синтез карда шудаи Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$, $x = 0.4-4.5$) ва маҳлулҳои саҳти системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) гирифта менамуданд.

ТДТ дар дастгоҳи ВДТА-8М3 (варианти модернизатсия карда шуда), дар муҳити гелии навъи ВЧ (Ту-51-681-75) гузаронида шуд.

Саҳеҳии муайян кардани ҳарорат $\pm 1\%$ аз бузургии ҷен карда шаванда ташкил мекард. Дар раванди гузарондани ТДТ массаи моддаи таҳлил шаванда 1.5-2 г. ташкил мекард. Дар ВДТА-8М3 ба сифати қосидаки ҳарорат гармочуфти W – W (Re 20%) истифода бурда шуд.

Таҳлили рентгенофазӣ (ТРФ)

ТРФ хӯлаҳоро дар дифрактометри «ДРОН -2» бо истифодабарии афканишоти CuK_α филтр карда шуда (филтр –Ni) мегузаронданд. Суръати ҳаракати дифрактограмма 30 сонияи кунҷиро дар як дақиқа ташкил мекард. Дифрактограммаҳо бо кунҷҳои брэгговӣ баъди ҳар 0.1 град. навишта шудабуданд.

Саҳеҳии муайян кардани параметрҳои катакҷаи элементарӣ ± 0.0005 нм. ташкил мекард.

Таҳлили микроструктурӣ (ТМС) ва ҷен кардани микросаҳтӣ

Ба таҳлили ТМС хӯлаҳои рехтаро гирифта мекарданд. Барои таҳқиқи микроструктураи хӯлаҳо онҳоро аввал бо қоғази сунбодаи К3100-К3320 ва баъд пайдархам бо хамираи алмосии АП80П, АП28П и АП1П сайқал медиҳанд. Барои зоҳир шудани микроструктура ва барҳам додани парчини сатҳи хӯлаҳо пас аз ба итмом расидани сайқалкунӣ онҳоро ба тезоб додан дар ҳаво, ё худ бо тезобдиҳандаи химиявӣ (0.5 % ҳаҷми HCl + 1% ҳаҷми HNO_3 дар спирт) коркард мекунанд.

Микроструктураи хӯлаҳо бо ёрии микроскопи «НЕОФОТ-21» дар рушноии инъикосшуда ва кутбшуда омӯхта шуд.

Микросаҳтии хӯлаҳо бо воситаи микроченкунандаи ПМТ-3 аз рӯи методикаи стандартӣ ҷен карда шуд.

Чен кардани зичӣ

Зичии хӯлаҳо бо усули пикнометрӣ аз рӯи методикаи стандартӣ чен карда шуд, инчунин зичии хӯлаҳо аз рӯи натиҷаҳои рентгенӣ низ ҳисоб карда шуд.

Чен кардани муқовимати хоси электрикӣ ва гармо-қ.э.х. дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К

Муқовимати хоси электрикӣ ва гармо-қ.э.х. дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К дар дастгоҳе, ки аз тарафи мо коркард шудааст, чен карда шуданд.

Ҳарорати моддаи таҳлилшавандаро бо гармочуфти WRe(5%) - WRe(20%) муайян мекарданд.

Ба сифати зондҳои потенциометрӣ шоҳаи WRe(5%) гармочуфт истифода бурда шуд.

Саҳеҳии нисбӣ дар раванди чен кардани муқовимати хоси электрикӣ ± 2.5 ва гармо-қ.э.х. $\pm 2\%$. ташкил мекард.

Таҳқиқи пазирандагии магнитӣ дар ҳудуди 298-773 К

Пазирандагии магнитии хӯлаҳо дар дастгоҳе, ки аз рӯи принципи таразуи лангардор кор мекунад, таҳқиқ карда шуданд.

Таҳқиқи пазирандагии магнитиро дар майдони магнитии 159-397 кА/м мегузаронданд. Ҳарорати моддаи таҳлилшавандаро дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К бо воситаи гармочуфти мис-константан, чен мекарданд.

Ба сифати моддаи намунавӣ намаки Мор ($\chi_{\text{хос.}} = 2 \cdot 10^{-6}$) ва купороси мис ($\chi_{\text{хос.}} = 6 \cdot 10^{-6}$) истифода бурда мешуданд.

Саҳеҳии нисбии чен кардани пазирандагии магнитӣ $\pm 3\%$ ташкил мекард.

БОБИ 3 ДИАГРАММАҲОИ ҲОЛАТ, ХОСИЯТҲОИ ЭЛЕКТРОФИЗИ – КИИ ВИСМУТИДҲОИ Ln_5Bi_3 ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) ВА МАҲЛУЛҲОИ САХТИ СИСТЕМАҲОИ $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$)

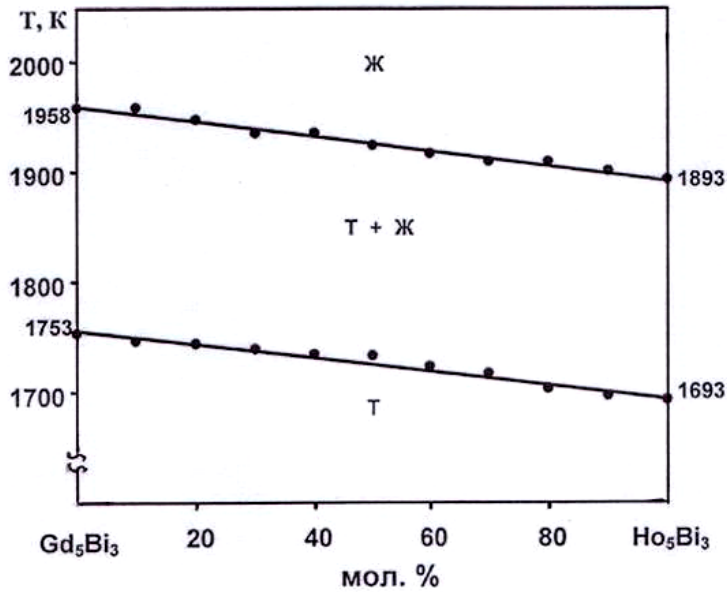
3.1 Диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$)

Диаграммаҳои ҳолати системаҳои $\text{Gd}_5\text{Bi}_3 - \text{Ln}_5\text{Bi}_3$ ($\text{Ln} = \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Lu}$) бо чунин усулҳои таҳлили физикӣ-химиявӣ таҳқиқ карда шуданд: дифференсиалию термикӣ, рентгенофазӣ ва микроструктурӣ.

Барои аниқ кардани сохти диаграммаҳои ҳолат, дар шароити муқаррарӣ, вобастагҳои концентратсионии муқовимати хоси электрикӣ, гармо-қ.э.х ва микросохтии маҳлулҳои саҳти системаҳои оварда шуда, таҳқиқ карда шуданд.

Дар асоси таҳлилҳои ТДТ, ТРФ ва ТМС муқаррар карда шудааст, ки ин диаграммаҳои ҳолат сохти якхела дошта, дар онҳо қатори бифосилаи маҳлулҳои

Дар асоси таҳлилҳои ТДТ, ТРФ ва ТМС муқаррар карда шудааст, ки ин диаграммаҳои ҳолат сохти якхела дошта, дар онҳо қатори бифосилаи маҳлулҳои



Рисми 1- Диаграммаи ҳолати системаи $Gd_5Bi_3 - Ho_5Bi_3$.

сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$), ҳосил мешавад, ки мисли компонентҳои аввала- Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ба таври инконгруэнт гудохта мешаванд.

Ба сифати мисол дар расми 1 диаграммаи ҳолати системаи $Gd_5Bi_3 - Ho_5Bi_3$ нишон дода шудааст.

Мувофиқи ТРФ маҳлулҳои бо компонентҳои аввала сохти якхела дошта, дар структураи ромбии намуди Y_5Bi_3 , бо гуруҳи фазои $Pnma$ кристаллизатсия мешаванд.

Дар рисолаи диссертационӣ ҳосияти кристаллохимии

явии ҳама маҳлулҳои сахти ҳосил кардашудаи системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$) оварда шудаанд. Ғайр аз ин, дар рисолаи диссертационӣ натиҷаи ҳисоби дифрактограммаҳои маҳлулҳои сахти зерин низ оварда шуданд: $Gd_{3.5}Tb_{1.5}Bi_3$, $GdDy_4Bi_3$, $Gd_{1.5}Ho_{3.5}Bi_3$, $Gd_2Er_{3.5}Bi_3$, $Gd_{2.5}Tm_{2.5}Bi_3$, $Gd_3Lu_2Bi_3$.

Вобастагии консентратсионии муқовимати ҳоси электрикӣ ва гармоқ.э.х. маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$) дар шароити муқаррарӣ ба диаграммаҳои ҳолати системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$) мувофиқат мекунад, зеро дар қачхатҳои ин вобастагиҳо нуқтаҳои экстремалӣ ҷой надоранд.

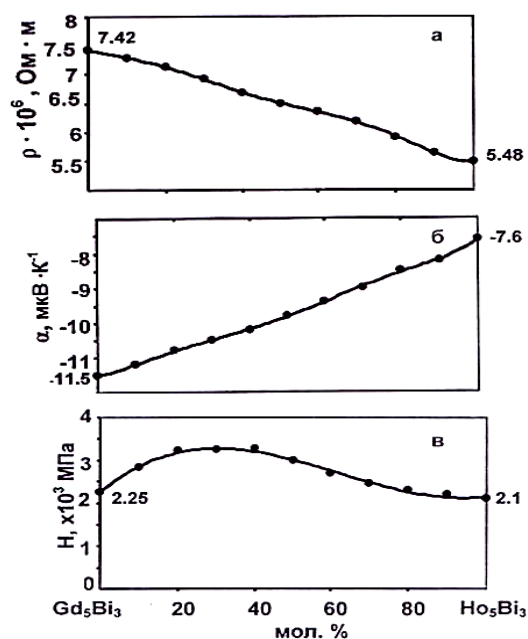
Дар расми 2, а, б, в ҳамчун мисол вобастагии консентратсионии муқовимати ҳоси электрикӣ, гармоқ.э.х. ва микросахтии маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$) нишон дода шудааст.

Вобастагии консентратсионии микросахтии маҳлулҳои сахт бо хати қачи дорои нуқтаи қимати зиёдтарини микросахтӣ, ки ба маҳлулҳои таркиби 40 мол.% Tb_5Bi_3 , 30 мол.% Dy_5Bi_3 , 35 мол.% Ho_5Bi_3 , 20 мол.% Er_4Bi_3 и 10 мол.% Lu_5Bi_3 рост меояд, тасвир ёфтааст. Хати қачи вобастагии консентратсионии микросахтии маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Tm_xBi_3$ ($x = 0.5 \div 4.5$) бошад, қариб ба таври хаттӣ тағйир меёбад.

3.2 Ҳосиятҳои электрофизикии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои сахти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$)

Бо мақсади муайян кардани электргузаронии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои сахти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ҳосиятҳои электрофизикии онҳо

(муқовимати хоси электрикӣ ва гармо-қ.э.х) дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К омӯхта шудааст.



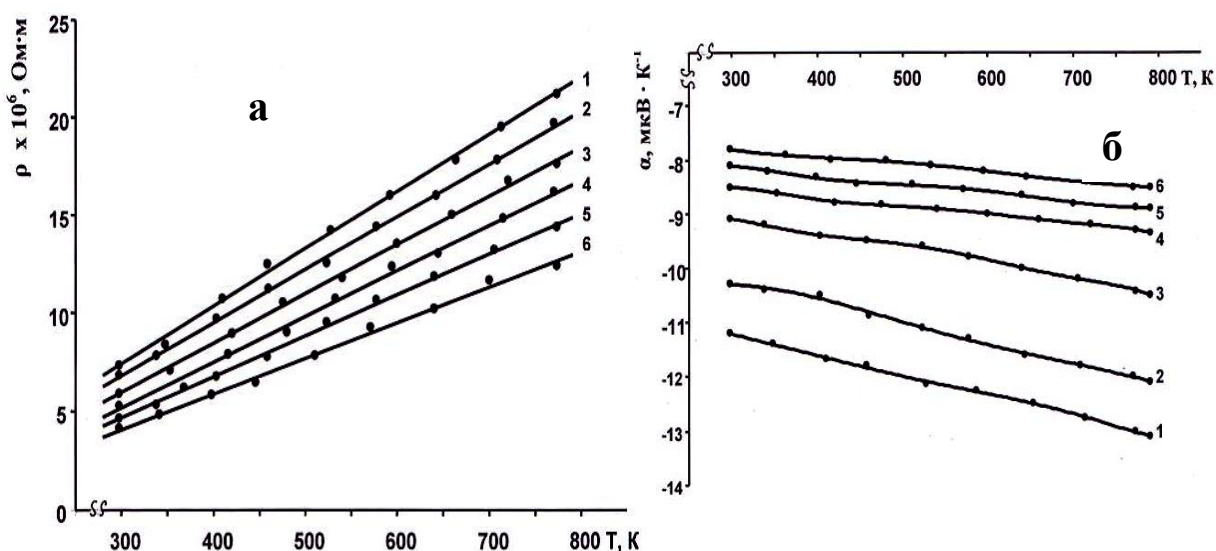
Расми 2 – Вобастагии концентратсионии муқовимати хоси электрикӣ (а), гармо-қ.э.х. (б) ва микросахтии (в) маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ho_xBi_3$; ($x = 0.5 \div 4.5$) дар ҳарорати 298 К.

Таҳқиқоти вобастагии ҳароратӣ ва концентратсионии муқовимати хоси электрикӣ (ρ) ва гармо-қ.э.х. (α) висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) дар таҷҳизоти аз тарафи мо сохташуда гузаронда шуд.

Дар расми 3 натиҷаҳои таҳқиқоти хосиятҳои электрофизикии баъзе маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) дар ҳудуди 298-773 К оварда шудааст.

Чӣ тавре, ки аз расм дида мешавад вобастагии ҳароратии муқовимати хоси электрикӣ ва гармо-қ.э.х дар ҳудуди 298-773 К ба таври хаттӣ тағйир меёбад. Ин дар бораи бо гузаронандагии металлӣ соҳиб будани маҳлулҳои саҳтро нишон медиҳад.

Дар рисолаи диссертатсионӣ қиматҳои муқовимати хоси электрикӣ, гармо-қ.э.х. металлҳои нодирзаминӣ, висмутидҳои Ln_5Bi_3 , ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm$) маҳлулҳои саҳти $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb,$



Расми 3 – Вобастагии ҳароратии муқовимати хоси электрикӣ (а) ва гармо-қ.э.х. (б) маҳлулҳои саҳт дар ҳудуди в ҳароратҳои 298-773 К: 1- $Gd_{4.5}Tb_{0.5}Bi_3$, 2- $Gd_{3.5}Dy_{1.5}Bi_3$, 3- $GdHo_4Bi_3$, 4- $Gd_2Er_3Bi_3$, 5- $Gd_{1.5}Tm_{3.5}Bi_3$, 6- $Gd_{0.5}Lu_{4.5}Bi_3$.

Dy, Ho, Er, Tm, Lu) дар шароити муқаррарӣ оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки электргузaronии висмутидҳо ва маҳлулҳои сахт аз электргузaronии элементҳои нодирзаминӣ як дараҷа паст аст.

3.3. Муҳокимаи натиҷаҳо

Кам омӯхта шудани висмутидҳои ЭНЗ бо таркиби гуногуни химиявӣ, аз нуқтаи назари мо, бо суст коркард шудани усулҳои синтези онҳо шарҳ додан мумкин аст. Маълум аст, ки синтези висмутидҳои гомогенӣ ва тоза иҷроиши як чанд талаботро талаб мекунад:

- синтези висмутидҳо бояд дар шароити вакуум ё худ дар муҳити инертӣ гузаронда шавад то ки ЭНЗ ва висмут оксид нашаванд;

- масолеҳе, ки аз вай тигел сохта шудааст, набояд ба ЭНЗ, висмут ва маҳсули реаксия таъсир расонад;

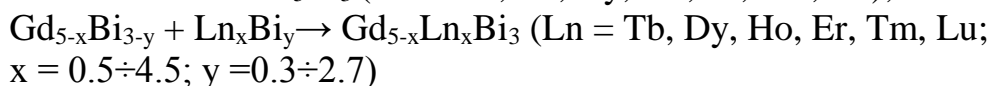
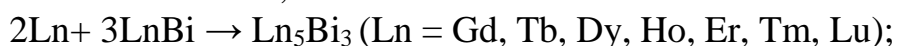
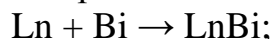
- аз сабаби он, ки дар ҳарорати баланд фишори буғҳои висмути тез ғудхта шаванда ба дараҷа баланд аст, синтез бояд дар шароити аз зонаи реаксия бӯҳор нашудани висмут гузаронда шавад:

Муқаррар карда шудааст, ки маҳсули таъсири бевоситаи ЭНЗ бо висмут дар раванди ҳосилшавии маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); ($x = 0.5 \div 4.5$) дар ҳудуди ҳароратҳои 673-823 К асосан иборатанд аз ЭНЗ ва ва моновисмутидҳо. Бо баланд шудани ҳарорат баробари моновисмутидҳо висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ҳосил мешаванд, ки ҳиссашон дар маҳсули реаксияи ЭНЗ бо висмут дар ҳудуди ҳароратҳои 973-1173 К зиёд мешавад.

Ҳосилшавии маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5 \div 4.5$) дар маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ ва висмут дар ҳарорати 1173 К қайд карда шуд.

Дар ҳудуди 1375-1573 К маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ ва висмут дуфазавӣ буда, аз висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлули сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); ($x = 0.5 \div 4.5$) иборат мебошанд. Дар баробари ин, маҳсули ба ҳам таъсир кардани ЭНЗ бо висмут дар ҳарорати 1673 К ва вақти ниғаҳдорӣ 3 ± 0.5 соат маҳлулҳои сахти якфазавии $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); ($x = 0.5 \div 4.5$) мебошанд.

Ҳамин тавр, таҳқиқотҳои гузаронида шуда раванди зинавии ҳосил шудани маҳлулҳои сахти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) аз рӯи реаксияҳои зерин нишон медиҳад:



Натиҷаҳои ба даст овардашуда оиди таҳқиқи раванди ба ҳам таъсиркунии ЭНЗ ва висмут имконият доданд, ки усулҳои зерини синтези маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); ($x = 0.5 \div 4.5$) коркард карда шавад:

- бо ҳам бевосита таъсир кардани ЭНЗ бо висмут;

- бо воситаи висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) пешакӣ синтез кардашуда.

Қайд кардан лозим аст, ки дар рисолаи диссертатсионӣ ба таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); $x = 0.5 \div 4.5$), ки бо усули дуҷум ҳосил карда буданд, гирифтोर намуданд. Усули дуҷуми синтези маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); $x = 0.5 \div 4.5$), нисбат ба яқум усули синтези маҳлулҳои саҳт барта-риҳои зерин дорад:

-яқум, аз сабаби он, ки дар висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) висмути зудғудоз дар ҳолати пайваста аст, ин аз минтақаи реаксия хориҷ шудани висмутро роҳ наметад;

- дуҷум, имконият метад, ки вақти синтези маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$); ($x = 0.5 \div 4.5$) кӯтоҳ карда шавад.

Натиҷаҳои таҳқиқоти диаграммаҳои ҳолати системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) нишон доданд, ки онҳо ҳамнавъ ҳастанд. Дар ҳама системаҳо маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; ($x = 0.5 \div 4.5$)) ҳосил мешаванд, ки мисли компонентҳои аввали реаксия дар сингонии ромбии намуди Y_5Bi_3 кристаллизатсия мешаванд ва ба таври инконгруэнт ғудохта мешаванд.

Мувофиқи назарияи муосир ҳосилшавии маҳлулҳои саҳт дар системаҳо бо омилҳои геометрӣ, ки омилҳои андозавӣ ва структуриро дарбар мегирад ва омили электрохимиявӣ муайян карда мешаванд. Омилҳои андозавӣ-омилҳои Юм-Розери ба ҳосилшавии маҳлулҳои саҳт мусоидат мерасонад, агар радиусҳои атомии компонентҳо аз 10-15% зиёд фарқ нақунанд. Мувофиқи талаботи омили структурӣ, структураҳои кристаллии компонентҳо бояд монанд бошанд, ё худ сохташон ба якдигар наздик бошад.

Дар зери мафҳуми омили электрохимиявӣ фарқи электроманфигии компонентҳоро мефаҳманд. Дар раванди ҳосил шудани маҳлулҳои саҳт электроманфигии компонентҳо набояд аз 0.6 воҳид зиёд фарқ қунанд.

Аз нуқтаи назари мо ба ҳосил шудани маҳлулҳои саҳт дар системаҳои мо ба ҳосил шудани маҳлулҳои саҳт дар системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) маҳлулҳои саҳти ҷойивазшавии $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5 \div 4.5$) омили геометрӣ-андозавӣ ва структурӣ мусоидат менамояд. Инак, радиусҳои ЭНЗ дар раванди ҳосилшавии маҳлулҳои саҳт аз якдигар 1-7 % фарқ меқунанд.

Омили структурӣ низ ба ҳосил шудани маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) мусоидат меқунанд, зеро компонентҳои аввала - Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳт дар як структура - структураи ромбии намуди Y_5Bi_3 кристаллизатсия мешаванд.

Таъсири омили электрохимиявӣ ба ҳосил шудани маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$), ба ғумон аст, зеро компонентҳои аввала моддаҳои содда-ЭНЗ ва висмут набуда, висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) мебошанд.

Натиҷаҳои таҳқиқоти хосиятҳои электрофизикии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) нишон доданд, ки ба онҳо гузаронандагии электрикии металлӣ хос аст. Баробари ин ба диаграммаҳо муво-

фиқат кардани вобастагиҳои консентратсионии хосиятҳои электрофизикӣ (муқовимати хоси электрикӣ ва гармо-қ.э.х) муайян карда шуд.

Муқаррар гардид, ки электргузаронии маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) ба электргузаронии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) наздик буда, вале аз электргузаронии ЭНЗ, нуқра, мис ва алюминий ($6.80 \cdot 10^7, 6.45 \cdot 10^7, 4.0 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$) хурд аст.

Нисбатан электргузаронии хурд, ки ба висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) хос аст, аз нуқтаи назари мо бо қисми таркибии электргузаронии умумӣ ва табиати банди химиявӣ муайян карда мешавад.

Маълум аст, ки дар минтақаи парамагнитӣ муқовимати хоси электрикии умумӣ аз муқовимати хоси электрикии боқимонда, фононӣ ва магнитӣ иборат аст. Муқовимати хоси электрикии боқимонда, ки аз ҳарорат вобаста нест дар натиҷаи пароканда шудани электронҳо дар омехтагиҳои бетараф ва дефектҳои панҷараи кристаллӣ ба вучуд меояд. Муқовимати хоси электрикии фононӣ бо пароканда шудани электронҳо дар лапишҳои акустикии панҷара (фононҳо) вобаста аст. Муқовимати хоси электрикии магнитӣ дар натиҷаи ба ҳам таъсир кардани электронҳои ноқилиятӣ бо моменти магнитии маҳдуд кардашудаи 4f-электронҳои ионҳои ЭНЗ пайдо мешавад. Яқум, ин бо ҳам таъсиркунӣ вобаста аст, аз рӯоварии нисбии спини s-ноқилиятӣ ва дуҷум аз спини натиҷавии 4f- қабат.

Мувофиқи назарияи муосир аз сабаби он ки дар 0 К 4f-электронҳо ба тартиб оварда шуданд, муқовимати магнитӣ ба сифр баробар аст.

Тартиби магнитӣ бо афзудани ҳарорат вайрон шуда, муқовимати магнитӣ пайдо мешавад, ки ба нуқтаи тартибии магнитӣ наздик шудан меафзояд.

Дар минтақаи парамагнитӣ тартиби 4f- қабат вайрон шуда, муқовимати магнитӣ бо қимати калонтарин ноил гашта, доимӣ мегардад.

Хосияти гетеродесмии банди химиявӣ дар структураҳои висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) метавонад, инчунин ба хосиятҳои электрофизикии онҳо таъсир расонад.

Ноқилияти металли висмутидҳоро ва маҳлулҳои саҳтро эҳтимолан мумкин аст, ки банди металли $Gd-Ln$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) дар структурашон буда, таъмин намояд.

Азбаски электргузаронии ҳамаи висмутидҳо ва маҳлулҳои саҳт аз электргузаронии ЭНЗ хурд аст, хулоса баровардан мумкин, ки қисми муайяни электронҳо аз сабаби дар структурашон будани банди химиявии ионии $Ln - Bi$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), банд ҳастанд.

Ғайр аз ин, ба табиати металлӣ доштани маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) вобастагии консентратсионии микросахтӣ низ нишон медиҳад. Дар қачхаттаи вобастагии консентратсионии микросахтии маҳлулҳои саҳт нуқтаҳои қимати зиёдтарини микросахтӣ дошта,

ба маҳлулҳои таркиби 40 мол.% Tb_5Bi_3 , 30 мол.% Dy_5Bi_3 , 35 мол.% Ho_5Bi_3 , 20 мол.% Er_4Bi_3 ва 10 мол.% Lu_5Bi_3 рост меояд.

Дарозии бандҳои Gd-Gd, Tb-Tb, Dy-Dy, Ho-Ho, Er-Er, Tm-Tm ва Lu-Lu дар висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ба ҳисоби миёна 0.364 нм, дар структураи маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) бошад, дарозии банди химиявӣ то 2% тағйир меёбад. Илова кардан лозим аст, ба саҳтии панҷараи кристаллиро метавонад банди Ln- Bi таъсир расонад. Аз эҳтимол дур нест, ки таъсири ин банд маҳз ба саҳтии маҳлулҳои саҳти таркиби 40 мол. % Tb_5Bi_3 , 30 мол.% Dy_5Bi_3 , 35 мол.% Ho_5Bi_3 , 20 мол.% Er_5Bi_3 ва 10 мол.% Lu_5Bi_3 калонтарин аст.

БОБИ 4 ХОСИЯТҲОИ МАГНИТИИ ВИСМУТИДҲОИ Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ВА МАҲЛУЛҲОИ САҲТИ СИСТЕМАҲОИ $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$)

4.1 Натиҷаҳои таҳқиқи хосиятҳои магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$)

Вобастагии ҳароратии пазирандагии молярии магнитии (χ_m) висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К таҳқиқ шудаанд.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки дар ҳама ҳудуди ҳарорати таҳқиқ **шуда**, висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) хосияти парамагнитиро зоҳир менамоянд. Вобастагии ҳароратии бузургии акси пазирандагии молярии магнитии висмутидҳо ($1/\chi_m$) дар ҳама ҳудуди ҳароратҳои таҳқиқ **шуда**, ба қонуни Кюри-Вейсс итоат мекунад.

Қиматҳои пазирандагии молярии магнитии висмутидҳо ва ҳарорати парамагнитии Кюри (θ_p), ки ба таври экстраполятсия қисми хаттии вобастагии $1/\chi_m - T$ ба тири ҳарорат муайян карда шудаанд дар ҷадвали 1 нишон дода шудааст.

Аз ҷадвал дида мешавад, ки дар байни висмутидҳои ЭНЗ аз ҳама ҳарорати баланди Кюри ба Gd_5Bi_3 , Tb_5Bi_3 , ва Dy_5Bi_3 хос аст. Дар навбати худ қиматҳои моментҳои магнитии муассири ($\mu_{\text{муасс.}}$) ионҳои ЭНЗ висмутидҳо ба қиматҳои моментҳои магнитии муоссири ионҳои сезарядии озоди ЭНЗ, ки аз рӯи қоидаи Хунд ҳисоб карда **шудаанд**, наздиканд.

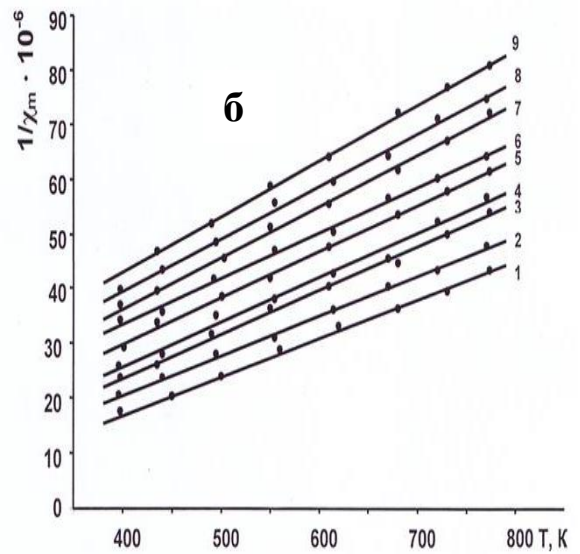
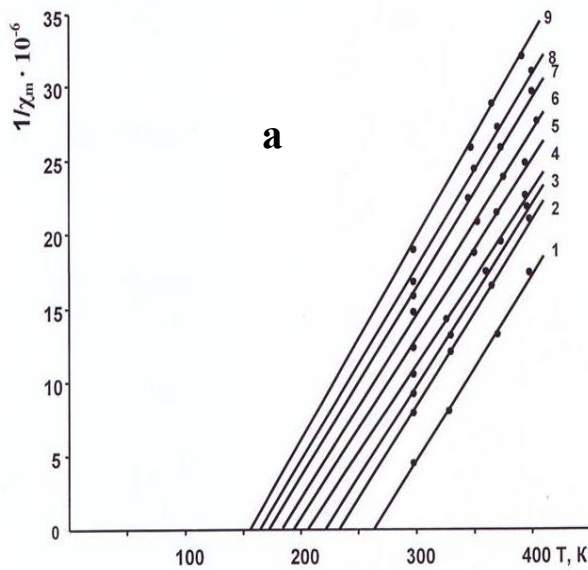
Маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5-4.5$) дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К, мисли висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), хосиятҳои парамагнитиро зоҳир менамоянд. Вобастагии ҳароратии бузургии акси пазирандагии молярии магнитии маҳлулҳои саҳт дар ҳама ҳудуди ҳароратҳои таҳқиқ **шуда**, ба қонуни Кюри-Вейсс итоат мекунад.

Ҳамчун мисол дар расми 4,а, б вобастагии $1/\chi_m - T$ маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Tb_xBi_3$; $x = 0.5-4.5$ в дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К нишон дода шудааст.

Хосиятҳои магнитии маҳлулҳои саҳт дар ҷадвали 2 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1- Хосияти магнитии висмутидҳои ЭНЗ

Висмутидҳо	$\chi_m \times 10^6$ при 298 К	θ_p , К	$\mu_{\text{муас.}} \times 10^{24} \text{ А} \cdot \text{м}^2$
Gd ₅ Bi ₃	280526.0	270	73.54
Tb ₅ Bi ₃	78289.4	146	90.14
Dy ₅ Bi ₃	62690.5	75	98.1
Ho ₅ Bi ₃	50028.0	40	94.22
Er ₅ Bi ₃	39908.2	15	88.2
Tm ₅ Bi ₃	26318.2	12	68.7
Lu ₅ Bi ₃	5051.2	5	31.9



Расми 4 – Вобастагии ҳарорати бузургии акси пазирандагии молярии магнитии маҳлулҳои саҳти Gd_{5-x}Tb_xBi₃ таркиби зерин дошта: (1)-10, (2) -20, (3) -30, (4) -40, (5) -50, (6) -60, (7) -70, (8) -80, (9) -90 мол. % Tb₅Bi₃, дар ҳудуди 298-400 К (а) ва 400-773 К (б).

Ҷадвали 2 – Хосиятҳои магнитии маҳлулҳои саҳти Gd_{5-x}Ln_xBi₃ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5÷4.5)

Маҳлулҳои саҳт	$\chi_m \times 10^6$ при 298 К	θ_p , К	$\mu_{\text{эфф.}} \times 10^{24}, \text{ А} \cdot \text{м}^2$
1	2	3	4
Gd _{5-x} Tb _x Bi ₃ , (x = 0.5÷4.5)			
Gd _{4.5} Tb _{0.5} Bi ₃	225555.5	262	74.7
Gd ₄ TbBi ₃	127424.2	232	76.0
Gd _{3.5} Tb _{1.5} Bi ₃	108695.6	220	76.4
Gd ₃ Tb ₂ Bi ₃	95238.2	204	78.4
Gd _{2.5} Tb _{2.5} Bi ₃	81300.0	192	76.9
Gd ₂ Tb ₃ Bi ₃	68493.2	184	73.2
Gd _{1.5} Tb _{3.5} Bi ₃	63291.4	172	73.4

1	2	3	4
GdTb ₄ Bi ₃	59523.8	162	74.6
Gd _{0.5} Tb _{4.5} Bi ₃	52910.3	154	72.4
Gd_{5-x}Dy_xBi₃, (x = 0.5÷4.5)			
Gd _{4.5} Dy _{0.5} Bi ₃	92801.4	208	75.76
Gd ₄ DyBi ₃	73336.2	178	77.25
Gd _{3.5} Dy _{1.5} Bi ₃	65789.4	165	77.6
Gd ₃ Dy ₂ Bi ₃	56179.9	148	76.1
Gd _{2.5} Dy _{2.5} Bi ₃	51020.4	138	74.9
Gd ₂ Dy ₃ Bi ₃	45454.5	126	73.3
Gd _{1.5} Dy _{3.5} Bi ₃	40983.6	108	73.1
GdDy ₄ Bi ₃	37878.7	95	72.7
Gd _{0.5} Dy _{4.5} Bi ₃	35211.2	85	71.8
Gd_{5-x}Ho_xBi₃, (x = 0.5÷4.5)			
Gd _{4.5} Ho _{0.5} Bi ₃	104102.5	220	77.74
Gd ₄ HoBi ₃	76607.1	186	74.74
Gd _{3.5} Ho _{1.5} Bi ₃	66089.8	160	79.2
Gd ₃ Ho ₂ Bi ₃	54945,0	128	80.2
Gd _{2.5} Ho _{2.5} Bi ₃	52631,5	114	81.06
Gd ₂ Ho ₃ Bi ₃	45045,0	102	77.9
Gd _{1.5} Ho _{3.5} Bi ₃	40816,3	86	77.15
GdHo ₄ Bi ₃	36496.3	74	75.02
Gd _{0.5} Ho _{4.5} Bi ₃	34013.6	66	73.63
Gd_{5-x}Er_xBi₃, (x = 0.5÷4.5)			
Gd _{4.5} Er _{0.5} Bi ₃	77500.4	194	74.4
Gd ₄ ErBi ₃	60071.4	158	85.3
Gd _{3.5} Er _{1.5} Bi ₃	51282.0	124	78.3
Gd ₃ Er ₂ Bi ₃	48309.2	98	81.51
Gd _{2.5} Er _{2.5} Bi ₃	46511.6	82	83.18
Gd ₂ Er ₃ Bi ₃	44843.0	68	84.2
Gd _{1.5} Er _{3.5} Bi ₃	43478.2	58	84.76
GdEr ₄ Bi ₃	41386.8	46	84.76
Gd _{0.5} Er _{4.5} Bi ₃	40874.5	35	86.0
Gd_{5-x}Tm_xBi₃, (x = 0.5÷4.5)			
Gd _{4.5} Tm _{0.5} Bi ₃	53571.4	158	69.55
Gd ₄ TmBi ₃	44470.5	128	72.15
Gd _{3.5} Tm _{1.5} Bi ₃	41388.8	118	71.6
Gd ₃ Tm ₂ Bi ₃	39462.3	112	71.03
Gd _{2.5} Tm _{2.5} Bi ₃	36089.2	96	70.85
Gd ₂ Tm ₃ Bi ₃	32117.2	76	70.0
Gd _{1.5} Tm _{3.5} Bi ₃	30521.7	68	69.55
GdTm ₄ Bi ₃	29075.6	60	68.9
Gd _{0.5} Tm _{4.5} Bi ₃	27007.6	44	68.7

1	2	3	4
$Gd_{5-x}Lu_xBi_3$, ($x = 0.5 \div 4.5$)			
$Gd_{4.5}Lu_{0.5}Bi_3$	61590.9	210	61.01
Gd_4LuBi_3	25069.4	154	49.80
$Gd_{3.5}Lu_{1.5}Bi_3$	17200.0	126	45.07
$Gd_3Lu_2Bi_3$	14059.2	102	43.49
$Gd_{2.5}Lu_{2.5}Bi_3$	11626.8	86	41.17
$Gd_2Lu_3Bi_3$	9652.6	68	39.13
$Gd_{1.5}Lu_{3.5}Bi_3$	8196.7	52	37.28
$GdLu_4Bi_3$	6801.5	34	35.14
$Gd_{0.5}Lu_{4.5}Bi_3$	5760.3	18	33.29

Аз чадвал бармеояд, ки бо афзудани концентратсияи гадолиний дар таркиби маҳлулҳои сахт дар онҳо зиёд шудани қиматҳои ҳарорати парамагнитӣ дида мешавад. Муайян карда шудааст, ки ҳарорати парамагнитии Кюри (θ_p) маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5 \div 4.5$) аз θ_p Gd_5Bi_3 пастар буда, вале аз θ_p Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) баландтар аст.

4.2. Муҳокимаи натиҷаҳо

Бо таҳқиқи хосиятҳои магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои сахти $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) муқаррар карда шудааст, ки онҳо бо ЭНЗ хосияти ба якдигар наздики магнитиро зоҳир менаоянд. Висмутидҳо ва маҳлулҳои сахт дар шароити муқаррарӣ парамагнитӣ мебошанд. Ин ба мо ҳуқуқ медиҳад, ки пайдоиши магнетизми висмутидҳо ва маҳлули сахтро мисли магнетизми ЭНЗ бо назарияи РККИ (Рудерман-Киттел-Касуя-Йосида) маънидод кунем.

Мувофиқи ин назария магнетизми ЭНЗ аз таъсири мубодилавии ғайримустақими электронҳои ноқилиятӣ пайдо мешавад. Аз сабаби он, ки радиуси 4f- қабати ЭНЗ 1/10 масофаи байниатомиро ташкил медиҳад, таъсири бевоситаи байни 4f- қабатҳои атомҳои ҳамсоя ғайриимкон аст. Таъсири 4f-электронҳо аз ҳисоби поляризацияи s и p электронҳои ноқилиятӣ бавучуд меояд.

Дар назарияи РККИ дар раванди маънидод кардани механизми мубодила диққати асосӣ ба таъсири s – f мубодилавӣ дода мешавад. Ҳисоб карда мешавад, ки дар структураи ЭНЗ ду намуди электронҳо вучуд доранд- электронҳои компенсатсия нашудаи 4f-қабатҳо, ки асосан магнетизми ЭНЗ муайян мекунанд ва s и p электронҳои коллективизатсия шуда, ки хосиятҳои электрикии ЭНЗ муайян мекунанд.

Дар зери таъсири мубодилаи s – f, f -электронҳои басташуда спинҳои электронҳои ноқилиятиро поляризация мекунанд. Қайд кардан лозим аст, ки таъсири мубодилавии s – f, ки аз самти спин вобаста аст, барои поляризацияи спинҳои электронҳои ноқилиятӣ хусусияти остиллятсионӣ доштаро мусоидат мерасонад.

Хосиятҳои парамагнетии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er,$

Tm, Lu), эҳтимол аз таъсири мубодилавии байни ионҳои Ln – Ln (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) ва хосиятҳои парамагнети маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 \div 4.5$) низ аз таъсири мубодилавии ионҳои Gd – Gd и Gd – Ln (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) бавучуд меоянд.

Ба ғоидаи ин нуқтаи назар қиматҳои ҳарорати Кюри маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 \div 4.5$) (ҷадвали 2), шаҳодат медиҳанд, ки аз ҳисоби дар структурашон ҷой доштани таъсири мубодилави аз рӯи банди Gd – Gd, қиматҳои ҳарорати Кюриашон аз θ_p висмутидҳои Ln_5Bi_3 (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) ва аз θ_p ЭНЗ - Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, кӣ мувофиқан 232, 120, 85, 20, 10, 5 К калонтар аст.

Муқоисаи хосиятҳои магнитӣ ва электрофизикии висмутидҳои Ln_5Bi_3 (Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu), ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu); ($x = 0.5 \div 4.5$), ки дар кори мазкур ба даст оварда, таҳқиқ карда шуданд бо дигар намудҳои маҳлулҳои саҳт, масалан бо маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Sb_3 - Ln_5Sb_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho) ва $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb) ба ҳамдигар наздик будани онҳоро нишон медиҳад. Аз ин лиҳоз, тахмин кардан мумкин аст, ки маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu); ($x = 0.5 \div 4.5$) мисли ЭНЗ, маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xSb_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho) ва $Gd_{4-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Pr, Nd, Tb), ки дар ҳароратҳои паст ферромагнитӣ мебошанд, инчунин дар ҳароратҳои аз ҳароратҳои Кюри паст низ ферромагнитӣ мебошанд.

Аз маълумоте, ки дар рисолаи диссертатсионӣ оварда шудааст гуфтан мумкин аст, ки маводи нави магнитӣ – маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 \div 4.5$) коркард шудаанд.

Натиҷаҳои таҳқиқи хосиятҳои электрофизикӣ ва магнети висмутидҳои Ln_5Bi_3 (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 \div 4.5$) имконит медиҳанд, ки оиди истифодабарии перспективии амалии онҳо баъзе пешниҳодҳо дода шаванд.

Чӣ тавре дар боло қайд карда шуд, висмутидҳои Ln_5Bi_3 (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu), маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 - 4.5$) бо ЭНЗ хосияти наздики магнитиро зоҳир менамоянд. Аз ин сабаб, истифодабарии онҳоро ба ивази ЭНЗ, масалан дар техникаи криогенӣ дар таҷҳизоте, ки дар ҳароратҳои нитрогени моеъ ва гелии моеъ барои пурзӯр кардани сели магнитӣ, инчунин ҳамчун иловаҳо дар маводи магнитӣ барои баланд кардани индуксияи магнитӣ пешгӯӣ кардан мумкин аст.

Висмутидҳои Ln_5Bi_3 (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ (Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; $x = 0.5 - 4.5$), ки аз ҷиҳати ноқилияти электрикӣ байни ноқилҳо ва нимноқилҳо ҳолати мобайнро ишғол мекунанд, дар техникаи электронӣ барои сохтани гармоэлементҳо ва резистрҳо истифода бурдан мумкин аст.

Х У Л О С А Ҳ О

1. Бо усулҳои таҳлили физикӣ-химиявӣ (рентгенофазӣ ва микроструктурӣ) таркиби фазавии маҳсули таъсири бевоситаи ЭНЗ бо висмут дар ҳудуди васеи ҳарорат таҳқиқ карда шуд. Ин имконият дод, ки механизми ҳосилшавии

маҳлулҳои сахт дар системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) муқаррар карда шавад.

2. Ду усули ҳосил кардани маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5-4.5$) коркард шудааст: бо ҳам бевосита таъсир кардани ЭНЗ бо висмут; бо воситаи компонентҳои висмутдори пешакӣ синтез карда шудаи висмутидҳои $LnBi$ ва Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

3. Бо усулҳои физикӣ-химиявӣ (дифференциалию-термикӣ, рентгено-фазӣ ва микроструктурӣ) диаграммаҳои ҳолати системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) таҳқиқ ва сохта шуданд. Қонуниятҳои дар сохти онҳо зоҳир гашта – якхела будани сохти системаҳо ва ҳосилшавии қатори изоструктурии маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5-4.5$), ки дар структураи ромбии навъи анти- Y_5Bi_3 кристаллизатсия мешаванд, муқаррар карда шуд.

4. Бо таҳқиқи хосиятҳои электрофизикии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5-4.5$), муайян карда шудааст, ки онҳо ноқилияти металиро зоҳир менамоянд. Вобастагии концентратсионии муқовимати хоси электрӣ, гармоқ.э.х. ва микросохтии маҳлулҳои сахт ба диаграммаҳои ҳолати системаҳо мувофиқат мекунад.

5. Маводи магнитӣ-маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5-4.5$), бо хосияти **баландтари** магнитӣ нисбат ба висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) коркард шуд. Қимати ҳарорати Кюри ва моменти магнитии муассири ионҳои ЭНЗ –и висмутидҳо ва маҳлулҳои сахт муайян карда шуданд. Ба тартиби магнитии маҳлулҳои сахт баҳо дода шуд, инчунин муайян карда шуд, ки тартиби магнитӣ дар онҳо аз рӯи механизми таъсири мубодилавии ионҳои ЭНЗ – таъсири РККИ муқаррар мегардад.

6. Нишон дода шудааст, ки висмутидҳои ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои сахти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5-4.5$) дар техникаи криогенӣ барои баланд кардани сели магнитӣ ва индуксияи магнитӣ дар маводи магнитӣ, инчунин дар техникаи электронӣ барои сохтани гармоэлементҳо ва резистрҳо истифода бурдан мумкин аст.

Натиҷаҳои асосии диссертатсия нашр шудаанд дар: - мақолаҳои илмие, ки дар маҷаллаҳои тақризшавандаи тавсиянамудаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон

1. **Рахимов, Х.А.** Магнетохимические свойства сплавов системы $Gd_5Bi_3-Tm_5Bi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов// Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., и геол. н. -2013. -№3 (152). -С.86-90.

2. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния системы $Gd_5Bi_3-Lu_5Bi_3$ / Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, И.Н. Ганиев, С.О.Убайдов// Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., и геол. н. -2013.- №4 (153). -С.93-97.

3. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния и магнитные свойства твердых растворов системы $Gd_5Bi_3-Ho_5Bi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, И.Н. Ганиев, С.О.Убайдов// Докл. АН РТ. -2013. -Т. 56. -№ 10. -С. 788-792.

4. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния и некоторые физические свойства твердых растворов системы $Gd_5Vb_3-Er_5Vb_3$ / Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, И.Н. Ганиев, С.О.Убайдов// Докл. АН РТ. -2013. -Т. 56. - № 11. -С. 894-897.

5. **Рахимов, Х.А.** Электрофизические свойства висмутидов Ln_5Vb_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$)/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, И.Н. Ганиев// Докл. АН РТ. -2014. -Т. 57.- № 5. -С. 386-390.

6. **Рахимов, Х.А.** Магнетохимические свойства сплавов системы $Gd_5Vb_3-Lu_5Vb_3$ /Х.А.Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров//Вестник ТНУ. -№1/4. (153). -2014. -С 131-135.

-Дар маводҳои конференсияҳои илмӣ:

7. **Рахимов, Х.А.** Электрофизические свойства сплавов и соединений системы $Dy - Vb$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров// Материалы VI Нумановских чтений. -Душанбе, 2009. -С.175- 177.

8. **Рахимов, Х.А.** Электрофизические свойства сплавов и соединений системы гольмий – висмут/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Ганиев И.Н. Х.Х., Назаров Х.Х.// Материалы VI Нумановских чтений. -Душанбе, 2009. -С.180-182.

9. **Рахимов, Х.А.** Физико-химические свойства сплавов и соединений системы $Gd - Vb$ / Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Н.Ш. Холов, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назаров// Материалы республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии». -Душанбе, 2009. -С.165-167.

10. Назаров, Х.Х. Электрофизические и магнитные свойства сплавов и соединений системы $Gd - Vb$ / Х.Х. Назаров, Н.Ш. Холов, **Х.А. Рахимов**, Д.Т. Исоев// Материалы.научно-теоретической областной конференции, посвященной «Году образования и технической культуры». -Курган – Тюбе, 2010. - С.137-139.

11. **Рахимов, Х.А.** Висмутиды редкоземельных элементов состава Ln_5Vb_3 ($Ln = Dy, Ho, Er, Tm, Yb$)/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Н.Ш. Холов, Х.Х., Назаров// Материалы научно-теоретической конференции молодых учёных Таджикистана «Молодежь и современная наука», посвященной 20 – летию 16- ой сессии Верховного Совета Республики Таджикистан». -Душанбе, 2012. -С.324-327.

12. **Рахимов, Х.А.** Некоторые физические свойства висмутидов редкоземельных элементов состава Ln_5Vb_3 ($Ln = Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu$)/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О. Убайдов// Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Основы педагогико-технологической и технической подготовки преподавателей технологии», посвященной 35-летию образованию кафедры «Техническая механика и черчение» ТГПУ им. С.Айни и 20-летию образования национальной армии. -Душанбе, 2013. -С. 5-7.

13. **Рахимов, Х.А.** Новые материалы на основе редкоземельных элементов Gd, Dy и висмута/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев//Материалы международной научно-практической конференции «Комплексный подход к использованию и переработке угля. –Душанбе, -2013. -С. 151-154.

14. **Рахимов, Х.А.** Электрофизические свойства сплавов систем Ln-Vi Электрофизические свойства сплавов систем Ln-Vi/ Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев//Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы синтеза в области химии и технологии гетеросоединений», посвященной 20-летию кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии ТНУ. –Душанбе, -2013. -С.141-143.

15. **Рахимов, Х.А.** Синтез и свойства сплавов систем Ln-Vi (Ln=Dy, Ho)/ Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев// Материалы республиканской научно- практической конференции «Перспективы синтеза в области химии и технологии гетеросоединений», посвященной 20-летию кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии ТНУ. –Душанбе, -2013–С. 145-147.

16. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния системы $Gd_5Vi_3-Er_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев,С.О.Убайдов//Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Новые методы обучения технологических дисциплин в инновационном процессе». –Душанбе, -2013. -С.84-85.

17. **Рахимов, Х.А.** Магнитные свойства сплавов системы $Gd_5Vi_3-Tb_5Vi_3$ / Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов//Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Новые методы обучения технологических дисциплин в инновационном процессе». –Душанбе, -2013. -С.85-86.

18. **Рахимов, Х.А.** Твердые растворы системы $Gd_5Vi_3 - Lu_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов//Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Новые методы обучения технологических дисциплин в инновационном процессе». –Душанбе, -2013. –С. 87-88.

19. **Рахимов, Х.А.** Синтез и электрофизические свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3 - Ho_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов//Материалы международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения». -Душанбе, -2013. -С. 84-86.

20. **Рахимов, Х.А.** Магнитные свойства висмутидов состава Ln_5Vi_3 (Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов //Материалы международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения». -Душанбе, -2013. -С. 91-93.

21. **Рахимов, Х.А.** Синтез и магнитные свойства сплавов системы $Gd_5Vi_3-Dy_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов// Материалы республиканской научной конференции на тему «Химия, технология и экология воды», посвященная году «Сотрудничество по водной проблеме» и 55-летию кафедры «Общая и неорганическая химия»ТГПУ им. С.Айни. –Душанбе, -2013. - С. 17-18.

22. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния системы $Gd_5Vi_3 - Tb_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов// Материалы республиканской научной конференции на тему «Химия, технология и экология воды», посвященная году «Сотрудничество по водной проблеме» и 55-летию кафедры «Общая и неорганическая химия» ТГПУ им. С.Айни.. -Душанбе, 2013. -С. 19-20.

23. **Рахимов, Х.А.** Кристаллохимические и электрофизические свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3 - Tm_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, С.О.Убайдов// Материалы республиканской научной конференции на тему

«Химия, технология и экология воды», посвященная году «Сотрудничество по водной проблеме» и 55-летию кафедры «Общая и неорганическая химия» ТГПУ им. С.Айни. -Душанбе, 2013. – С. 42-43.

24. **Рахимов, Х.А.** Магнетохимические свойства сплавов системы $Gd_5Vi_3-Er_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов, Н.Ш. Холов//Материалы Республиканской научной конференции на тему: «Экология и вопросы обучения и воспитания», посвященной 70- летию заведующего кафедрой «Химическая технология и экология» ТГПУ им. С.Айни, доцента Шарипова И.Н. –Душанбе, - 2014. С. 48- 50.

25. **Рахимов, Х.А.** Синтез и электрофизические свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3- Lu_5Vi_3$ /Х.А.Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов, Н.Ш. Холов//Материалы Республиканской научной конференции на тему: «Экология и вопросы обучения и воспитания», посвященной 70- летию заведующего кафедрой «Химическая технология и экология» ТГПУ им. С.Айни, доцента Шарипова И.Н. -Душанбе, - 2014. -С. 50-52.

26. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния системы $Gd_5Vi_3 -Tm_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов//Материалы республиканской конференции: «Применение современных технических средств в обучении предмета технологии», посвященной 20–летию конституции Республики Таджикистан. -Душанбе, 2015. -С. 184-186.

27. **Рахимов, Х.А.** Твердые растворы системы $Gd_5Vi_3 - Dy_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов//Материалы республиканской конференции: «Применение современных технических средств в обучении предмета технологии», посвященной 20–летию конституции Республики Таджикистан. -Душанбе, 2015. - С. 187-190.

28. **Рахимов, Х.А.** Магнитные свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3 - Er_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров, С.О.Убайдов// Материалы республиканской конференции: «Применение современных технических средств в обучении предмета технологии», посвященной 20–летию конституции Республики Таджикистан. -Душанбе, 2015. -С. 190-193.

29. **Рахимов, Х.А.** Синтез и кристаллохимические свойства сплавов системы $Gd_5Vi_3 -Ho_5Vi_3$ / Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров//Сборник тезисов докладов научной конференции «Актуальные проблемы современной науки, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне. -Душанбе, 2015. -С. 38-39.

30. **Рахимов, Х.А.** Твердые растворы на основе висмутидов гадолиния и лютеция состава 5:3/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров//Сборник тезисов докладов научной конференции «Актуальные проблемы современной науки, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне. - Душанбе, 2015.-С. 39-40.

31. **Рахимов, Х.А.** Синтез и некоторые физические свойства твердых растворов систем $Gd_5Vi_3-Ln_5Vi_3$ ($Ln =Tb, Dy$)/Х.А. Рахимов,В.Д. Абулхаев //Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско- преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию

Мир Сайида Али Хамадони», «Году семьи», и Международному десятилетию действия «Вода для жизни» 2005-2015 года». -Душанбе, 2015. – С. 31-32.

32. **Рахимов, Х.А.** Твердые растворы систем $Gd_5Vi_3 - Ln_5Vi_3$ ($Ln = Ho, Er, Tm$)/Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев//Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию Мир Сайида Али Хамадони», «Году семьи», и Международному десятилетию действия «Вода для жизни» 2005-2015 года».-Душанбе, 2015. -С. 35-36.

33. **Рахимов, Х.А.** Синтез и некоторые физические свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3-Lu_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров //Материалы XII Нумановских чтений «Состояние и перспективы развития органической химии в Республике Таджикистан», посвященные 55-летию со дня рождения доктора химических наук, профессора, член-корреспондента Академии наук Республики Таджикистан Куканиева М.А. –Душанбе, 2015. -С. 101-103.

34. **Рахимов, Х.А.** Кристаллохимические и магнитные свойства сплавов системы $Gd_5Vi_3 - Er_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назаров//Материалы XII Нумановских чтений «Состояние и перспективы развития органической химии в Республике Таджикистан», посвященные 55-летию со дня рождения доктора химических наук, профессора, член-корреспондента Академии наук Республики Таджикистан Куканиева М.А. –Душанбе, 2015. –С. 103-105.

35. **Рахимов, Х.А.** Диаграмма состояния и магнитные свойства твердых растворов системы $Gd_5Vi_3 - Tb_5Vi_3$ /Х.А. Рахимов, В.Д. Абулхаев, Х.Х. Назарова// Материалы международной научно-практической конференции «Независимость – основа развития энергетики страны», посвященной празднованию «День энергетики». –Бохтар, 2017. –С. 171-177.

-Ихтироотҳо аз рӯи мавзӯи диссертатсия:

36. Абулхаев, В.Д. Твердые растворы на основе висмутида гадолия и висмутида тербия/В.Д. Абулхаев, **Х.А. Рахимов**, Х.Х. Назаров//Малый патент Республики Таджикистан. №ТJ 671. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 18 февраля 2015 г.

37. Абулхаев, В.Д. Твердые растворы на основе висмутидов Gd_5Vi_3 и Ho_5Vi_3 /В.Д. Абулхаев, **Х.А. Рахимов**, Х.Х. Назаров//Малый патент Республики Таджикистан. №ТJ 788. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 20 сентября 2016 г.

38. Абулхаев, В.Д. Твердые растворы на основе висмутидов Gd_5Vi_3 и Dy_5Vi_3 /В.Д. Абулхаев, **Х.А. Рахимов**, Х.Х. Назаров//Малый патент Республики Таджикистан. №ТJ 854. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 2 ноября 2017 г.

АННОТАЦИЯ

**на диссертацию Рахимова Хуршеда Абдуллоевича на тему:
«Твердые растворы на основе висмутидов редкоземельных
элементов иттриевой подгруппы», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.02.01 – материаловедение (в криогенной и электронной технике)**

Целью работы явился синтез твердых растворов систем $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), установление их физико-химической природы и получение материалов, проявляющие повышенные магнитные свойства, относительно висмутидов Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

На основе проведенных исследований решены следующие задачи: разработаны методики синтеза висмутидов $LnBi$, Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) и твердых растворов $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$); на основании данных физико-химического анализа построены диаграммы состояния систем $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), также концентрационные и температурные зависимости электрофизических свойств твердых растворов систем $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) при комнатной температуре; исследована температурная зависимость молярной магнитной восприимчивости висмутидов Ln_5Bi_3 и твердых растворов $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ в диапазоне температур 298-773 К.

Установлена закономерность в строении диаграммы состояния систем $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), проявляющаяся в том, что все диаграммы однотипны и в них образуется непрерывный ряд изоструктурных твердых растворов $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$), кристаллизующихся в ромбической структуре типа Y_5Bi_3 .

Определено, что все полученные твердые растворы проявляют металлическую проводимость, что объясняется гетеродисмичным характером их химической связи и вкладом магнитной составляющей в общее удельное электросопротивление.

Выявлено, что твердые растворы $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$) в диапазоне температур 298-773 К проявляют парамагнитные свойства.

Диссертационная работа изложена на 125 страницах компьютерного набора, состоит из введения, четырех глав, выводов, библиографического списка, включающего 115 наименований и приложений. Диссертация содержит 43 рисунков, 20 таблиц и 24 страниц приложений.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 38 научных работ из них 6 в журналах рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, получено 3 Малых патента Республики Таджикистан.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, висмут, сурьма, синтез, рентгенофазовый анализ, химический анализ, дифференциальный-термический анализ, микроструктурный анализ, рентгенофазовый анализ, удельное электросопротивление, темо-э.д.с., магнитная восприимчивость, температура Кюри, парамагнитные и ферромагнитные свойства, химическая связь.

АННОТАТСИЯ

ба диссертатсияи Раҳимов Хуршед Абдуллоевич дар мавзӯи «Маҳлулҳои саҳт дар асоси висмутидҳои элементҳои нодирзаминии зергурӯҳи иттрий» барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.02.01

Мақсади кор - синтези маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), муқаррар намудани табиати физикӣ-химиявии онҳо ва ба даст овардани маводе, ки нисбат ба висмутидҳои Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) хосиятҳои баландтари магнитиро зоҳир менамоянд.

Дар асоси таҳқиқи гузаронидашуда масъалаҳои зерин ҳал карда шуданд: коркарди усулҳои синтези висмутидҳои $LnBi, Ln_5Bi_3$ ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$); дар асоси натиҷаҳои таҳлили физикӣ-химиявӣ диаграммаҳои ҳолати системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) сохта шуданд ва инчунин вобастагҳои концентратсионӣ ва ҳароратии хосиятҳои электрофизикии маҳлулҳои саҳти системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) дар шароити муқаррарӣ омӯхта шуданд; вобастагии ҳароратии пазирандагии магнитии висмутидҳои Ln_5Bi_3 ва маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К таҳқиқ карда шуданд; дар соҳти диаграммаҳои системаҳои $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) қонуниятҳои муайян гардиданд, ки дар яхела будани соҳти онҳо ва ҳосил шудани маҳлулҳои саҳти бифосилаи изоструктурӣ, ки дар структураи ромбии намуди Y_5Bi_3 кристаллизатсия мешаванд зоҳир мегарданд.

Муайян карда шудааст, ки ҳамаи маҳлулҳои ҳосил карда шуда ноқилияти металлро нишон медиҳанд, ки бо вучудияти дар структураи онҳо банди химиявии гетеродесмӣ ва ҳиссаи магнитии муқовимати электрикӣ ба муқовимати умумии ҳоси электрикӣ шарҳ додан мумкин аст.

Муқаррар карда шудааст, ки маҳлулҳои саҳти $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu; x = 0.5 \div 4.5$) дар ҳудуди ҳароратҳои 298-773 К хосиятҳои парамагнитиро нишон медиҳанд.

Рисолаи диссертатсионӣ дар 125 саҳифаи хуруфчинии компютерӣ баён гашта, аз муқаддима, чор боб, хулосаҳо, рӯйхати 115 адад манбаҳои адабиётӣ ва замимаҳо иборат аст. Рисола дорои 43 расм, 20 ҷадвал ва 24 саҳифа замима аст.

Интишорот. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот 38 мақола, аз он ҷумла 6 мақола дар маҷаллаҳо, ки аз тарафи КОА –и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия карда мешавад, нашр шудааст. Инчунин 3 патенти хурди ҶТ оиди ихтироот гирифта шуд.

Калимаҳои калидӣ: элементҳои нодирзаминӣ, висмут, сурма, синтез, таҳлили рентгенофазӣ, таҳлили химиявӣ, таҳлили дифференсиалию-термикӣ, таҳлили микроструктурӣ, таҳлили рентгенофазӣ, муқовимати ҳоси электрикӣ, гармо-қ.э.х., пазирандагии магнитӣ, магнитӣ, ҳарорати Кюри, хосиятҳои парамагнитӣ ва ферромагнитӣ банди химиявӣ.

ANNOTATION

**on the thesis of Rakhimov Khurshed Abdulloevich entitled:
«Solid solutions based on rare-earth bismuthides elements of the yttrium subgroup» submitted for competition degree of candidate of technical sciences on the specialty 05.02.01 - Materials Science (in cryogenic and electronic engineering)**

The aim of the work was the synthesis of solid solutions of the systems $Gd_5Bi_3 - Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), determination of their physicochemical nature and obtaining materials exhibiting increased magnetic properties with respect to bismuthides Ln_5Bi_3 ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$).

The following problems have been solved on the basis of the investigations carried out: the methods for synthesizing bismuthides $LnBi_3$, Ln_5Bi_3 ($Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) and solid solutions $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$; $x = 0.5 \div 4.5$); The phase diagrams of the $Gd_5Bi_3-Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) state and the concentration and temperature dependences of the electrophysical properties of the solid solutions of the $Gd_5Bi_3-Ln_5Bi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) at room temperature; the temperature dependence of the molar magnetic susceptibility of bismuthides Ln_5Bi_3 and solid solutions $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ was studied in the temperature range of 298-773 K.

A regularity is established in the structure of the phase diagram of the $Gd_5Bi_3-Ln_5Bi_3$ system ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), which is manifested in the fact that all the diagrams are of the same type and form a continuous series of isostructural solid solutions $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, x = 0.5 \div 4.5$), which crystallizing in a rhombic structure of the Y_5Bi_3 type.

It is determined that all obtained solid solutions impose metallic conductivity, which is explained by the heterodimic nature of their chemical bond and the contribution of the magnetic component to the total electrical resistivity.

It was found that solid solutions of $Gd_{5-x}Ln_xBi_3$ ($Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, x = 0.5 \div 4.5$) exhibit paramagnetic properties in the temperature range of 298-773 K.

The thesis is presented on 125 pages of a computer typed, consists of an introduction, four chapters, conclusions, a bibliographic list comprising 115 titles and applications. The thesis contains 43 figures, 20 tables and 24 pages of applications.

Publications: in accordance to the results of the research 38 scientific works were published from them 6 in the journals recommended by the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan, 3 Minor patents of the Republic of Tajikistan were received.

Keywords: rare-earth elements, bismuth, antimony, synthesis, X-ray phase analysis, chemical analysis, differential-thermal analysis, microstructural analysis, resistivity, thermo-e.m.f. , magnetic susceptibility, Curie temperature, paramagnetic and ferromagnetic properties, chemical bonding.