

Бо ҳуқуқи дастхат



ОБИДОВ Зиёдулло Раҳматович

**КОРРОЗИЯИ ХҶЛАҶОИ
РУҶ-АЛЮМИНИИ НАСЛИ НАВ**

**05.17.03 – технологияи равандҳои электрохимиявӣ
ва муҳофизат аз коррозия**

АВТОРЕФЕРАТИ
диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
доктори илмҳои химия

Душанбе – 2017

Диссертатсия дар озмоишгоҳи «Маводҳои ба коррозия устувор»-и Институти кимиёи АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И. Никитин иҷро гардидааст.

Мушовири илмӣ: **Ғаниев Изатулло Наврузович** – доктори илмҳои химия, профессор, академики АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ: **1. Новоженов Владимир Антонович** – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи физикӣ ва ғайриорганикии Донишгоҳи давлатии Алтай;
2. Назаров Холмурод Марипович – доктори илмҳои техникӣ, профессор, сарҳодими илмии Агентии ядрои ва бехатарии радиатсионии АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон;
3. Саидов Ҷамшед Ҳамроқулович – доктори илмҳои техникӣ, дотсент, и.в. профессори кафедраи истеҳсоли маводҳо, технология ва ташкили сохтмони Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.

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

Ҳимояи диссертатсия 26 октябри соли 2017, соати 10⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.КOA-007 назди Институти кимиёи АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И. Никитин 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 АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И. Никитин шинос шавед:
www.chemistry.tj

Автореферат санаи «___» _____ соли 2017 аз рӯи феҳристи пешниҳодшуда, тақсим карда шудааст.

**Котиби илмии
шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои химия**

Норова М.Т.

ТАВСИФИ УМУМИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мубрам будани мавзӯи диссертатсия. Суоли баҳамтаъсироти хӯлаҳои металлӣ бо муҳитҳои газнамуд ва гуногуни агрессивӣ ҳангоми ҳарорати баланд дар маводшиносии муосир калидист. Сабаби муайянкунии муҳлати хизмати хӯлаҳо ин маҳсули реаксияҳои химиявӣ ва электрохимиявии онҳо бо компонентҳои муҳити атроф мебошанд. Талаботи фаҳмиш ва пешгӯии ин равандҳои баҳамтаъсироти хӯлаҳо аҳамияти илмӣ ва амалии зиёдро муаррифӣ менамояд. Талафоти ҷаҳонии металлҳо аз коррозия ниҳоят зиёд буда, беш аз 20 миллион тоннаро дар сол ташкил медиҳад. Бисёрнамудӣ ва мураккабии равандҳои химиявӣ ва электрохимиявӣ, ки дар системаҳои металлӣ бисёркомпонента ҳангоми алоқа бо муҳити атроф мегузаранд, имкон намедиҳанд, ки оиди ба итмомрасии равандҳои назариявии кинетикӣ ва термодинамикӣ сухан намуд.

Пӯлоди сиёҳ – асоси саноатро ташкил дода, мутаассифона ба коррозия дучор гардидааст. Ҳифз намудани он яке аз роҳҳои самараноки камкунии талафоти металл ба шумор меравад, зеро аз рӯйи баҳодихӣ, ҳар 90 сония дар ҷаҳон як тонна пӯлод ба зангоба мубаддал мегардад. Бинобар ин, ҳифз намудани конструкцияҳои металлӣ аз коррозия бояд беҳавф ва дарозмуҳлат истифодабарии онҳоро таъмин намуда, дар ин ҳолат такрории давриро тақозо нанамояд.

Дар айни замон, дар бозори ҷаҳонӣ конструкцияҳои пӯлодӣ бо рӯйпӯшҳои галфанӣ, ки хӯлаҳои Zn-ро бо 5 ва 55%-и вазнии Al (мутаносибан, галфан I ва II) дар бар мегиранд, беш аз беш тавлид мегарданд. Ин хӯлаҳои Zn-Al ҳамчун рӯйпӯш барои муҳофизати анодии пӯлод истифода шуда, беҳбуд намудани устувории онҳо ба коррозия бо ҷавҳаронидани элементи сеюм имконпазир мегардад. Масалан, дар адабиётҳо оиди таъсири мусбии металлҳои ишқорзаминӣ ба устувории коррозионии хӯлаҳои мазкур каме маълумот дода шудааст. Муайянкунанда ин созиш байни поляризатсияи пасти рӯйпӯш дар мавзеи вайроншуда (ки муҳофизати пӯлодро муайян менамояд) ва устувории коррозионии он дур аз ин мавзӯ мебошад.

Ҳамин тавр, дар рисолаи докторӣ натиҷаҳои таҳқиқоти илмии гузаронидаи муаллиф, ки ба таҳқиқоти таъсири иловаҳои бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (МИЗ) ва нодирзаминӣ (МНЗ) ба хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ ва физикӣ-химиявии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al бахшида шуда, ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлавии анодӣ барои ҳифз намудани конструкцияҳо, маснуот ва иншоотҳои пӯлодӣ аз коррозия барои истифода пешниҳод мегарданд, оварда шудааст.

Мавзӯи рисолаи диссертатсионӣ ба самтҳои «Стратегияи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи илм ва технология барои солҳои 2007-2015» ва «Барномаи истифодаи ихтироотҳои муҳим дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2010-2015» нигаронида шуда буд.

Маводҳои аввалия, синтези хӯлаҳо ва усулҳои таҳқиқот

Ба сифати маводҳои аввалияи таҳқиқот руҳ ва магнийи металлӣ тамғаи ХЧ (гранулшакл), алюминийи тамғаи А7 ва лигатураи он бо МНЗ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ (%-и вазн: 2% Sc ва Be, 7% Y ва 10% Ce, Pr, Nd, Er, Ca, Sr, Ba) истифода гардид. Гудозаҳо дар тарозуи аналитикии

APB-200 бо саҳеҳии $0.1 \cdot 10^{-4}$ кг баркашида шуда, намунаи хӯлаҳо бо назардошти сақати металлҳо гудозагирӣ гардид. Синтези хӯлаҳо дар бӯтаҳои аз оксиди алюминий сохташуда дар кӯраи муқовимати электрикии намуди СШОЛ дар ҳудуди ҳарорати $650-750$ °C гузаронида шуд. Пас аз нигоҳдорӣ то 30 дақиқа ҳангоми ҳарорати лозима, гудохтаҳо бодикқат омехта карда шуда, аз онҳо намунаҳо рехта шуданд. Намунаи хӯлаҳо пеш аз гузаронидани таҳқиқот аз оксидҳои бавучудомада тоза карда шуданд. Таркиби химиявии хӯлаҳои мазкур бо усули таҳлили микрорентгеноспектралӣ дар микроскопи электронии SEM навъи AIS2100 (Кореяи ҷанубӣ) санҷида шуд. Барои омӯзиши хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ ва физикаю химиявии хӯлаҳои ҳосилнамудаи Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) ҷавҳаронида шудаанд, усулҳои муосири таҳқиқот ва асбобҳои зерин истифода шуданд:

- усулҳои микроструктуравӣ ва микрорентгеноспектралии таҳлили таркиби элементии хӯлаҳои синтезшуда дар асбоби SEM (дар Донишгоҳи озоди ш.Маҷлиси Исфаҳони Ҷумҳурии исломии Эрон);
- усули потенциостатикӣ таҳқиқоти хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ хӯлаҳо бо речаи потенциодинамикӣ дар асбоби потенциостат ПИ-50.1.1;
- усули термогравиметрии омӯзиши кинетикаи оксидшавӣи баландҳароратии хӯлаҳо дар ҳолати сахт;
- усули таҳлили рентгенофазавӣ маҳсули оксидшавӣи хӯлаҳои таҳқиқшуда;
- таҳқиқоти хосиятҳои гармофизикии хӯлаҳо дар речаи «хунуккунӣ».

Мақсад ва вазифаҳои рисолаи диссертатсионӣ ин коркарди таркиби оптималии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) ва нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ҷавҳаронида шудаанд, мебошад, ки ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлаҳои анодӣ барои ҳифз намудани конструксияҳо, маснуот ва иншоотҳои пӯлодӣ аз коррозия пешниҳод мегарданд.

Мувофиқи мақсади гузошташуда, дар рисолаи диссертатсионӣ **вазифаҳои зерин** ҳал карда шудааст:

- таҳқиқоти хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) ҷавҳаронида шудаанд, дар электролитҳои концентратсияшон гуногуни HCl, NaCl ва NaOH, дар вобастагӣ аз pH-и муҳит;
- омӯзиши микроструктураҳо ва таъсири иловаҳои металлӣ ҷавҳаронӣ ба структура ва хосиятҳои хӯлаҳои ҷавҳаронидашуда;
- таҳқиқоти қонуниятҳои оксидшавӣи баландҳароратии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al бо МНЗ, бериллий, магний ва МИЗ дар муҳити ҳаво;
- муайянкунии таркиби фазавӣи маҳсули оксидшавӣи хӯлаҳои номбаршуда ва нақши онҳо дар механизми оксидшавӣ;
- такмилдиҳии дастгоҳ барои ҷенкунии гармиғунҷоиши хоси металлҳо ва хӯлаҳо дар речаи «хунуккунӣ»;
- таҳқиқоти хосиятҳои гармофизикии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо концентратсияҳои гуногуни Be, Mg, МИЗ ва МНЗ ҷавҳаронида шудаанд ва

аниқ намудани қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои гармофизикии хӯлаҳо дар фосилаи ҳарорати 300÷650 К;

- ҳисобкунии функсияҳои термодинамикии (энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс) хӯлаҳои системаҳои Zn5Al-МНЗ (Be, Mg, МИЗ) ва Zn55Al-МНЗ (Be, Mg, МИЗ) дар вобастагӣ аз ҳарорат;

- омӯзиши энталпии ҳалшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий, ки бо концентратсияҳои гуногуни бериллий ва магний ҷавҳаронида шудаанд;

- интиҳоби таркиби оптималии хӯлаҳои коркардшуда ва гузаронидани санҷишҳои таҷрибавӣ-саноатӣ.

Навгониҳои илмӣ рисола. Дар асоси таҳқиқотҳои эксперименталӣ:

- қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои коррозсионӣ-электрохимиявии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al аз миқдори МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) дар электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH бо концентратсияҳои гуногун, дар вобастагӣ аз рН-и муҳит аниқ карда шудааст;

- қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии баландҳарорати хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al бо МНЗ ва Be, Mg, МИЗ дар ҳолати саҳт муайян карда шудааст;

- нақши элементҳои ҷавҳаронӣ дар ҳосилкунии таркиби фазавии маҳсули оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки дар таркибашон МНЗ ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ доранд, аниқ карда шуда, инчунин нақши онҳо дар механизми оксидшавӣ низ нишон дода шудааст;

- қонуниятҳои тағйирёбии вобастагии ҳарорати хосиятҳои гармофизикӣ ва функсияҳои термодинамикии хӯлаҳои дучандаи Zn5Al, Zn55Al ва сечандаи системаҳои Zn5Al-Be (Mg, МИЗ, МНЗ) ва Zn55Al-Be (Mg, МИЗ, МНЗ) аниқ карда шудааст;

- муодилаи навишти тағйирёбии энталпии ҳалшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо Be ва Mg ҷавҳаронида шудаанд, муайян карда шудааст.

Аҳамияти амалии рисола дар коркарди таркиби оптималии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) ва нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ҷавҳаронида шудаанд, бо устувориашон ба зидди коррозия фарқ менамоянд ва ҳифзи онҳо бо патентҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷумҳурии Ислонд Эрон хотима меёбад.

Таркибҳои оптималии коркардшудаи хӯлаҳои руҳ-алюминий бо 9 патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷумҳурии Ислонд Эрон ҳифз карда шуда, санҷишҳои таҷрибавӣ-саноатии онҳо ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлаҳои анодӣ барои ҳифзи маснуоти пӯлодӣ аз коррозия дар Шуъбаи илмӣ-таҳқиқотии Донишгоҳи озодаи ш.Маҷлисӣ Исфаҳони Ҷумҳурии Ислонд Эрон гузаронида шудааст. Фоидаи иқтисодӣ аз истифодаи хӯлаҳои анодӣ ба сифати рӯйпӯшҳои муҳофизатии пӯлод 8.1\$ -ро дар 1 м² сатҳи ҳифзшавандаи маснуот ташкил дод.

Дастгоҳи эксперименталии коркардшуда барои ҷенкунии гармиғунҷоиши ҷисмҳои саҳт (Нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 510) дар равандҳои таълимӣ ва илмӣ дар факултети физикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ мавриди истифода қарор дорад.

Мазмуни асосии рисола, ки дар ҷимоя пешкаш мегардад:

- қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои коррозсионӣ-электрохимиявӣ ва микроструктураҳои хӯлаҳои руҳ-алюминий бо МНЗ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ;
- қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳои $Zn_{5}Al$ ва $Zn_{55}Al$, ки бо Be , Mg , МИЗ ва МНЗ чавҳаронида шудаанд, дар вобастагӣ аз консентратсияи компоненти чавҳаронӣ ва ҳарорат;
- натиҷаҳои таҳлили рентгенофазавии маҳсули оксидшавии хӯлаҳои бо бериллий, магний, металҳои ишқорзаминӣ ва нодирзаминӣ чавҳаронидашудаи руҳ-алюминий, ҳангоми ҳарорати баланд;
- қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои гармофизикӣ (суръати хунукшавии хӯлаҳо аз вақт, зароби гармидиҳӣ, гармиғунҷоиши хос) ва функсияҳои термодинамикӣ (энталпия, энтропия, энергияи Гиббс) хӯлаҳои бо МНЗ, Be , Mg ва МИЗ чавҳаронидашудаи $Zn_{5}Al$ ва $Zn_{55}Al$ дар вобастагӣ аз консентратсияи компоненти чавҳаронӣ ва ҳарорат;
- натиҷаҳои муайянкунии калориметрии энталпии ҳалшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий, ки бо бериллий ва магний чавҳаронида шудаанд.

Саҳми шахсии муаллиф дар таҳлили маълумоти адабиёт, истифодаи усулҳо ва ҳалли вазифаҳои гузошташуда, такмилдиҳии дастгоҳ, тайёркунӣ ва гузаронидани таҳқиқот дар шароити озмоишгоҳӣ, коркарди оморӣ натиҷаҳои эксперименталӣ ва ҷамъбасти намудани мазмуни асосӣ ва хулосаҳои диссертатсия хотима меёбад.

Дарачаи саҳеҳият ва баррасии рисола. Дарачаи саҳеҳияти рисола бо усулҳои муосири таҳқиқот, мувофиқати сифатии натиҷаҳои ҳосилнамуда, қиматҳои эксперименталӣ ва тасаввуроти назариявии дар адабиёт мавҷуда, таъмин мегардад. Натиҷаҳои рисолаи диссертатсионӣ дар конфронсҳои илмӣ, симпозиумҳо ва форумҳои зерин муҳокима ва баррасӣ гардидаанд:

байналмилалӣ: VI Междунар. конф. «Нумановские чтения», Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан (Душанбе, 2009); IV Междунар. конф. «Перспективы развития науки и образования в XXI веке», Таджикский технический университет (ТТУ) им. акад. М.С. Осими (Душанбе, 2010); 1st, 2nd and 3rd Intern. conf. and simp. on «Materials heat treatment», Islamic Azad University (Iran, Isfahan, Majlesi Branch, 2010, 2011, 2012); 17th Intern. conf. on «Solid compounds of transition elements» (France, Annecy, 2010); IX Intern. conf. on «Crystal chemistry of intermetallic compounds», Ivan Franko Nation University of Ukraine (Львов, 2010); Междунар. конф. «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии», Абишевские чтения, Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева (Казахстан, Караганда, 2011); IV Междунар. конф. «Эффективность сотовых конструкций в изделиях авиационно-космической техники» (Украина, Днепропетровск, 2011); VII Междунар. конф. «Восточное партнерство» (Польша, 2011); Intern. conf. on «Euromat-2011» (France, Montpellier, 2011); V Междунар. конф. «Перспективы применения инновационных технологий и совершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ», ТТУ им. М.С. Осими

(Душанбе, 2011); Междунар. конф. «Перспективные разработки науки и техники» (Прага, 2011); Междунар. конф. «Достижения высшей школы» (Россия, Белгород, 2011); Междунар. конф. «Современные вопросы молекулярной спектроскопии конденсированных сред», Таджикский национальный университет (ТНУ) (Душанбе, 2011); Intern. simp. on «Calorimetry and thermal effect in catalysis» (France, Montpellier, 2012); Междунар. конф. «Нефть и газ Западной Сибири», ТюмГНГУ (Россия, Тюмень, 2013); Междунар. конф., посв. 1150-летию Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази, Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан (Душанбе, 2015); Междунар. форум «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны», Комитет молодежи, спорта и туризма при Правительстве Республики Таджикистан (ПрРТ); Технологический университет Таджикистана (ТУТ) и Компания «РОССОТРУДНИЧЕСТВО» в Республике Таджикистан (Душанбе, 2015); Междунар. конф. «Наука, техника и инновационные технологии в эпоху могущества и счастья», посвящ. Дню науки в Туркменистане (Ашхабад, 2015); Всероссийской междунар. конф. «Новые технологии – нефтегазовому региону», ТюмГНГУ (Тюмень, 2015).

чумхуриявӣ: «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», ТТУ им. М.С. Осими (Душанбе, 2009, 2011); «Молодежь и современная наука», Комитет молодежи, спорта и туризма при ПрРТ (Душанбе, 2009, 2010, 2011); «Прогрессивные методы производства», ТТУ им. М.С. Осими (Душанбе, 2009); «Инновационные технологии в науке и технике», ТУТ (Душанбе, 2010); «Пути совершенствования технологической подготовки будущих учителей технологии», Таджикский государственный педагогический университет (ТГПУ) им. С.Айни (Душанбе, 2010); «Академик М. Осими и развитие образования», ТТУ им. М.С. Осими (Душанбе, 2011); «Проблемы современной координационной химии», ТНУ (Душанбе, 2011); «Пути инновационного совершенствования обучения технологических дисциплин в учебных заведениях», ТГПУ им. С.Айни (Душанбе, 2011); «Методы повышения качества и целесообразности процессов производства», ТТУ (Душанбе, 2011); «Из недр земли до горных вершин», ТГМУ (Чкаловск, 2011); «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений», ТНУ (Душанбе, 2011); «Основные задачи материаловедения в машиностроении и методики их преподавания», ТГПУ им. С.Айни (Душанбе, 2012); «Вклад науки в инновационном развитии регионов Республики Таджикистан» (Душанбе, 2012); «Актуальные проблемы современной науки», посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне, Филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в городе Душанбе (Душанбе, 2015); «Состояние химической науки и её преподавание в образовательных учреждениях Республики Таджикистан», ТГПУ им. С.Айни (Душанбе, 2015).

Интишорот. Натиҷаҳои асосии рисолаи диссертсионӣ дар 67 интишороти илмӣ, аз ҷумла 2 монография, 29 мақола дар маҷаллаҳои тақризии бонуфуз, ки ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия намудааст: «Физикохимияи повархони ва заҳифаи материалҳо», «Ҷурнал

прикладной химии», «Журнал физической химии», «Теплофизика высоких температур», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета)», «Современный научный вестник», «Oriental Journal of Chemistry», «Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology», «Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук», «Доклады АН Республики Таджикистан», «Вестник Таджикского технического университета» ва дар 36 маводҳои конфронси байналмилалӣ ва ҷумхуриявӣ нашр шудааст, инчунин 9 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 1 патенти Ҷумҳурии Ислонд Эрон гирифта шудааст.

Ҳаҷм ва таркиби рисола. Рисолаи диссертатсионӣ аз ҷаҳор боб иборат буда, муқаддима, боби таҳлили адабиёт, се боби маводи эксперименталӣ, хулосаҳо, рӯйхати адабиёт ва замимаҳо дар бар мегирад. Диссертатсия дар 300 саҳифаи ҳуруфчинии компютерӣ баён мегардад, ки дорои 115 ҷадвал, 162 расм ва 171 номгуӣ манбаҳои адабиётӣ мебошад.

МАЗМУНИ АСОСИИ РИСОЛА

Дар муқаддима мубрам будани мавзӯи диссертатсия асоснок карда шуда, ҳаҷми таҳқиқотҳо муайян гардида, усулҳои махсуси таҳқиқот интихоб карда шуда, мақсади кор тасвир шуда, мазмуни асосии рисолаи диссертатсионӣ баён шудааст. Инчунин оид ба усулҳои мавҷудаи муҳофизати конструксияҳои металлӣ аз коррозия мухтасар шарҳ дода шудааст.

Дар боби аввал маълумотҳои адабиётӣ доир ба структураҳосилкунӣ ва ҳосиятҳои руҳ, алюминий, бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминию нодирзаминӣ ва ҳӯлаҳо бо иштироки онҳо, инчунин иттилоот оиди оксидшавӣ ва рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ рӯйпӯшҳои анодии муҳофизатии руҳ-алюминий низ оварда шудааст. Интиҳои боб хулосабарорӣ шуда, вазиҳоҳои рисолаи диссертатсионӣ маълум ва гузошта шудааст.

Дар боби дуввум натиҷаҳои таҳқиқоти рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) ҷавҳаронида шудаанд, дар электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH, дар вобастагӣ аз pH-и муҳит оварда шудааст.

Боби саввум ба таҳқиқоти кинетикаи оксидшавии баландҳароратии ҳӯлаҳои руҳ-алюминий бо бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ ва нодирзаминӣ дар ҳолати сахт, бахшида шудааст.

Дар боби ҷаҳорум натиҷаҳои таҳқиқоти вобастагии ҳароратии ҳосиятҳои гармофизикӣ ва функцияҳои термодинамикии ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва Be, Mg, МНЗ (Ca, Sr, Ba) ҷавҳаронида шудаанд, оварда шудааст.

Рисолаи диссертатсионӣ бо **хулосаҳои умумӣ, рӯйхати адабиётҳои истифодашуда** ва **замимаҳо** ба итмом мерасад.

ХОСИЯТҲОИ КОРРОЗИОНӢ-ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ ХӢЛАҲОИ РУҲ-АЛЮМИНИЙ БО МЕТАЛЛҲОИ НОДИРЗАМИНИЙ ВА ЭЛЕМЕНТҲОИ ГУРӢҲИ ПА ЧАДВАЛИ ДАВРӢ

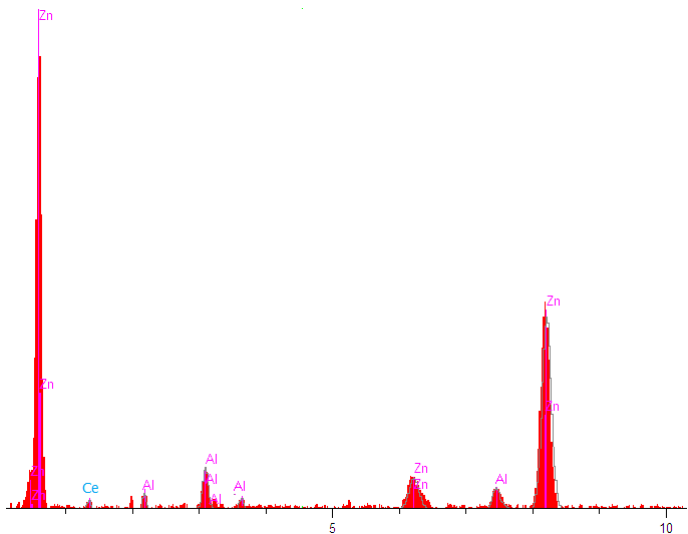
Асоси коркарди хӢлаҳои нав дар асоси руҳ ва алюминий, такмилдиҳии технологияи истеҳсолот ва беҳбудкунии хосиятҳои онҳо – ин рушди таҳқиқоти бунёдии илмии металлшиносӣ бо ҳал намудани вазифаҳои технологӣ мебошад.

Аҳамияти муҳим ба рӯйпӯшҳои хӯлави муҳофизатии маснуот, ин пеш аз ҳама бо имконоти назарраси беҳбудкунии онҳо маънидод гардида, дар баъзан ҳолат тағйирдиҳии принципалии хосиятҳои технологияи маводҳои маълум низ бамаврид аст. Таҳқиқоти хосиятҳои коррозсионии хӯлаҳои руҳ-алюминий, бешубҳа дорои аҳамияти илмӣ ва амалист, махсусан дар олами васеъистиғодабарии онҳо ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлави анодӣ барои ҳифзи маснуотҳо аз коррозия ҷолиби диққат аст. Бинобар ин, коркарди рӯйпӯшҳои муҳофизатии хӯлави насли нав дар ҳалли вазифаҳои гузошташуда оиди афзун намудани муҳлати хизмати маҳсулоти металлӣ, яъне дар устувории конструксияҳо ва маснуоти пӯлодӣ нақши муҳим мебозанд, ки яке аз роҳҳои самараноки камкунии талафоти металлҳо аз коррозия маҳсуб мешавад.

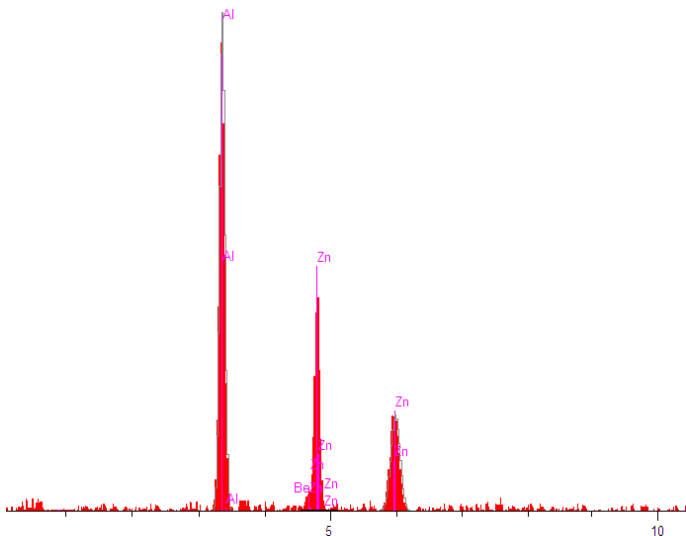
Маълум аст, ки системаи мавҷудаи коркарди рӯйпӯшҳои хӯлави бо усули озмудан ва сахвият ба талаботи муосир ҷавобгӯ набуда, зарурияти систематизатсиякунонии принципҳои синтези хӯлаҳо ва асосноккунии интиҳоби элементҳои металлӣ ҷавҳаронӣ ва комплекси онҳоро тақозо менамояд. Масалан, ҳангоми баҳодиҳии таъсири элементҳои металлӣ ҷавҳаронӣ ба хосиятҳои хӯлаҳо, тавзеҳоти асосӣ ин ҳудуди ҳалшавии металлҳои дар руҳ ва алюминии ҷавҳаронидашуда дар ҳарорати эвтектика ё перитектика мебошад. Зариби тақсимот дар вобастагӣ бо ҳалшавии металлҳои ҷавҳаронидашуда дар фазаҳои моеъ ва сахти хӯла ифода гардида, бо дараҷаи гуногунтаркибӣ ва тақсимои метали ҷавҳаронидашуда дар структураи хӯла ва концентратсияи он дар сарҳади донаҳо, тавсифонида мешавад. Элементи ҷавҳаронии хӯла метавонад нақши модификаторро ё структураҳосилкуниро иҷро намояд. Аз ин лиҳоз, ба сифати компонентҳои ҷавҳаронии хӯлаҳои руҳ-алюминий $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва Be, Mg, МИЗ (Ca, Sr, Ba) интиҳоб карда шуданд.

Маълумоти пурра оиди маводҳои аввалия, синтез ва таҳлили химиявии хӯлаҳои таҳқиқшуда дар қисмати «Тавсифи умумии рисола» баён шудааст. Таркиби элементии хӯлаҳои мазкур бо таҳлили микрорентгено-спектралӣ дар микроскопи электронии SEM навъи AIS2100 (Кореяи ҷанубӣ) санҷида шуд. Саҳеҳии муайянкунии миқдори компонентҳои ҷавҳарони-дашудаи хӯла аз бузургҳои ченкунӣ $\pm 10^{-3}$ –ро ташкил дод (расмҳои 1, 2).

Дар намуди ҷамъбасти, дар ҷадвали 1 натиҷаҳои таҳлили химиявии хӯлаҳо дар намуди додашуда ва аниқнамудаи миқдори элементҳои ҷавҳаронӣ (дар мисоли МНЗ) дар хӯлаҳои $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ аз рӯйи таҳлил дар асбоби SEM оварда шудааст. Натиҷаҳои таҳлил шаҳодат медиҳанд, ки таркиби хӯлаҳои ҳосилнамуда амалан бо ингредиентҳои додашудаи хӯла мувофиқат менамоянд (ҷадвали 1). Технологияи синтези хӯлаҳо метавонад ҳангоми синтези дигар таркибҳои хӯлаҳо низ истифода шавад.



Расми 1. Шиддатнокии хатҳои дифраксионии компонентҳои хӯлаи Zn5Al, ки 0.01%-и вазн серий дорад.



Расми 2. Шиддатнокии хатҳои дифраксионии компонентҳои хӯлаи Zn55Al, ки 0.01%-и вазн бериллий дорад.

	Units	Conc	Error-2sig	Intensity(c/s)	Line	Elt.
	wt%.	5.000	21.129	1,275.41	Ka	Al
	wt%.	94.991	15.641	517.76	Ka	Zn
	wt%.	0.009	2.154	14.23	Ka	Ce
Total	wt%.	100.0000				

	wt%.	wt%.	wt%.	wt%.	wt%.	wt%.
	55.000	44.990	21.129	1,275.41	Ka	Al
	44.990	15.641	517.76	Ka	Zn	
	0.010	2.154	14.23	Ka	Be	
Total	wt%.	100.000	21.129	1,275.41		

kV 20.0
Take off Angle 25.0°
Elapsed Livetime 10.0

Ҷадвали 1. Таҳлили миқдори металлҳои нодирзаминӣ дар хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al дар асбоби SEM

Хӯла	Миқдори додашудаи металлҳои нодирзаминӣ, %-вазн			Миқдори аниқшудаи МНЗ дар натиҷаи таҳлил дар асбоби SEM		
	<i>Sc</i>	<i>Y</i>	<i>Er</i>	<i>Sc</i>	<i>Y</i>	<i>Er</i>
<i>Zn5Al</i>	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005
	0.01	0.01	0.01	0.010	0.010	0.009
	0.05	0.05	0.05	0.050	0.047	0.049
	0.1	0.1	0.1	0.095	0.100	0.098
	0.5	0.5	0.5	0.500	0.498	0.493
	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>
	0.005	0.005	0.005	0.0050	0.0046	0.0038
	0.01	0.01	0.01	0.0097	0.0100	0.0095
	0.05	0.05	0.05	0.0500	0.0478	0.0494
	0.1	0.1	0.1	0.0953	0.0995	0.0980
0.5	0.5	0.5	0.5000	0.4995	0.4949	
<i>Zn55Al</i>	<i>Sc</i>	<i>Y</i>	<i>Er</i>	<i>Sc</i>	<i>Y</i>	<i>Er</i>
	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005
	0.01	0.01	0.01	0.009	0.010	0.010
	0.05	0.05	0.05	0.050	0.050	0.046
	0.1	0.1	0.1	0.100	0.097	0.094
	0.5	0.5	0.5	0.497	0.496	0.500
	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>
	0.005	0.005	0.005	0.0048	0.0050	0.0049
	0.01	0.01	0.01	0.0010	0.0097	0.0010
	0.05	0.05	0.05	0.0498	0.0500	0.0490
0.1	0.1	0.1	0.1000	0.0998	0.0993	
0.5	0.5	0.5	0.4999	0.4996	0.5000	

Ҳамин тавр, аз хӯлаҳои гуногунтаркиби синтезнамуда, намунаи хӯлаҳо дар қолиби рехтагарии графитӣ бо андозаҳои диаметр – 8 мм ва дарозӣ – 140 мм ҳосил карда шуданд. Пеш аз воридкунии намунаи хӯлаҳо ба маҳлули корӣ қисмати ғуллаҳои он бо коғази сунбода тоза карда шуда, сайқал дода, беравған карда шуда, бодикқат бо спирт шӯста шуда, баъдан ба маҳлули электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH ворид карда шуданд.

Таҳқиқоти потенциостатикӣ рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er), Be, Mg ва МИЗ (Ca, Sr, Ba) чавхаронида шудаанд, дар (муҳити коррозионии коркарднамудаи истифодабарӣ дар шароити озмоишгоҳӣ) муҳитҳои кислотагӣ (0.001н (pH=3), 0.01н (pH=2), 0.1н (pH=1) HCl), нейтралӣ (0.03, 0.3 и 3% NaCl (pH=7)) ва ишқорӣ (0.001н (pH=10), 0.01н (pH=11), 0.1н (pH=12) NaOH), дар речаи потенциодинамикӣ бо суръати тобиши потенциал дар 2 мВ/сония, дар асбоби потенциостат ПИ-50.1.1 гузаронида шуд.

Натиҷаҳои таҳқиқот дар мисоли хӯлаҳои бо скандий чавхаронидашудаи руҳ-алюминий дар ҷадвалҳои 2-4 оварда шудааст. Дида мешавад, ки иловаҳои скандий бо миқдори камтарин (0.005-0.05%-и вазн) потенциали аниқнамудаи озоди коррозияи хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al –ро ба самти мусбат дигаргун намуда, вале ҳангоми концентратсияҳои зиёди он бошад, бузургии $E_{оз.кор.}$ паиҳам ба тарафи қиматҳои манфӣ майл менамояд. Ҳамин вобастагӣ барои потенциалҳои коррозия ($-E_{корр.}$), питтингҳосилкунӣ ($-E_{пх.}$) ва репассивии ($-E_{реп.}$) хӯлаҳо низ мушоҳида гардид. Бо афзоиши концентратсияи хлорид-ионҳо қимати потенциалҳои нишондодашудаи хӯлаҳои бо скандий чавхаронидашуда кам шуда, пастшавии устувории коррозионии хӯлаҳоро нишон дод. Ҳамин гуна тамоюл дар ҳама муҳитҳои таҳқиқшуда мушоҳида гардид (ҷадвалҳои 2-4).

Натиҷаҳои таҳлили муқоисавӣ суръати коррозияи хӯлаҳо нишон доданд, ки суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al бо илова намудани компонентҳои чавхаронии хӯла (то 0.05%-и вазн) кам шуда, афзоиши баъдии онҳо (>0.1%-и вазн) суръати коррозияро каме зиёд намуда, вале аз рӯи муқоисакунӣ бузургии қимати мутлақ бошад, суръати коррозияи хӯлаҳои аввалия зиёд нашудаанд. Чӣ тавр, ки аз натиҷаҳои ҷамъбасти таҳқиқот бармеояд, хӯлаҳои бо МНЗ чавхаронидашуда дар муқоиса бо хӯлаҳои бо элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ чавхаронидашудаи руҳ-алюминий, мутаносибан дар муҳитҳои 0.03 ва 3%-и электролити NaCl, қимати камтарини суръати коррозияро доранд, (ҷадвалҳои 5 ва 6).

Микроструктураҳои (x300, x1000, x2200) хӯлаҳои бо МНЗ, Be, Mg ва МИЗ чавхаронидашудаи Zn-Al дар микроскопи электронии SEM суратгирӣ шуд. Дар мисоли хӯлаҳои Zn5Al- ва Zn55Al-Be(Mg) дида мешавад, ки иловаҳои (0.05, 0.1%-и вазн) Be ба структураи хӯлаҳои аввалия таъсири дигаргункунӣ мерасонанд, яъне бо афзоиши миқдори онҳо камшавии андозаи донаҳои маҳлули саҳти Zn дар Al (α -Al) ва Al дар Zn (γ -Zn) ва глобулиризаторсияи онҳо мушоҳида гардид (расмҳои 3, 4). Механизми таъсири магний барои хӯлаҳои аввалия яқхела аст, яъне иловаҳои ками магний дар хӯлаҳо ҳал шуда, фазаҳои нав бавучуд наоварда, вале нақши дигаргункунандаро бозида структураи хӯлаҳоро назаррас хурд намудаанд (расмҳои 3 ва 4 а, б, д, е).

Ҷадвали 2. Хосиятҳои коррозияи-электрохимиявии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий ҷавҳаронида шудаанд, дар муҳити электролити HCl

Электролит	Микдори скандий дар хӯлаи Zn5Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия		Микдори скандий дар хӯлаи Zn55Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия	
		-E _{оз.кор.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	<i>i</i> _{корр.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³		-E _{оз.кор.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	<i>i</i> _{корр.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³
		В				А/м ²	г/м ² ·с		В				А/м ²	г/м ² ·с
0.1н HCl	-	1.102	1.107	1.015	1.023	0.148	1.80	-	1.085	1.090	1.040	1.045	0.078	0.572
	0.005	0.940	0.947	0.865	0.873	0.095	1.16	0.005	1.012	1.015	0.945	0.957	0.053	0.388
	0.01	0.900	0.907	0.830	0.838	0.095	1.15	0.01	0.961	0.965	0.905	0.915	0.052	0.381
	0.05	0.866	0.870	0.820	0.827	0.092	1.12	0.05	0.950	0.955	0.880	0.897	0.050	0.366
	0.1	0.990	0.995	0.873	-	0.099	1.20	0.1	1.020	1.025	0.970	0.989	0.057	0.418
	0.5	1.061	1.067	-	-	0.113	1.38	0.5	1.023	1.030	0.990	-	0.059	0.432
0.01н HCl	-	1.060	1.065	0.985	0.998	0.138	1.68	-	1.055	1.062	1.012	1.018	0.060	0.440
	0.005	0.925	0.920	0.855	0.864	0.094	1.14	0.005	1.008	1.010	0.940	0.953	0.039	0.286
	0.01	0.905	0.908	0.822	0.830	0.093	1.13	0.01	0.973	0.970	0.925	0.936	0.036	0.264
	0.05	0.875	0.880	0.810	0.817	0.090	1.10	0.05	0.940	0.942	0.900	0.910	0.035	0.256
	0.1	0.980	0.985	0.895	0.908	0.095	1.15	0.1	1.013	1.015	0.915	0.920	0.045	0.330
	0.5	1.035	1.030	0.970	-	0.107	1.30	0.5	1.020	1.025	0.950	0.957	0.047	0.344
0.001н HCl	-	1.027	1.025	0.950	0.965	0.114	1.39	-	1.025	1.030	0.950	0.970	0.050	0.366
	0.005	0.895	0.895	0.840	0.846	0.062	0.75	0.005	0.950	0.950	0.860	0.865	0.021	0.154
	0.01	0.880	0.883	0.805	0.812	0.046	0.56	0.01	0.945	0.943	0.845	0.853	0.018	0.132
	0.05	0.845	0.851	0.800	0.810	0.041	0.51	0.05	0.920	0.925	0.815	0.822	0.016	0.117
	0.1	0.965	0.965	0.880	0.885	0.070	0.85	0.1	0.961	0.965	0.870	0.878	0.023	0.168
	0.5	1.013	1.018	0.940	0.947	0.083	1.01	0.5	0.993	0.995	0.900	0.905	0.036	0.264

Ҷадвали 3. Хосиятҳои коррозияи-электрохимиявии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий чавхаронида шудаанд, дар муҳити электролити NaCl

Электролит	Микдори скандий дар хӯлаи Zn5Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия		Микдори скандий дар хӯлаи Zn55Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия	
		-E _{кор.оз.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	<i>i</i> _{кор.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³		-E _{кор.оз.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	<i>i</i> _{кор.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³
		В				А/м ²	г/м ² ·с		В				А/м ²	г/м ² ·с
3% NaCl	-	1.100	1.115	0.965	0.980	0.109	1.33	-	1.020	1.040	0.900	0.920	0.037	0.271
	0.005	1.050	1.055	0.936	0.945	0.042	0.51	0.005	1.000	1.015	0.865	0.881	0.020	0.146
	0.01	1.040	1.043	0.925	0.934	0.040	0.48	0.01	0.995	1.005	0.855	0.877	0.014	0.103
	0.05	1.025	1.030	0.917	0.927	0.039	0.47	0.05	0.975	0.970	0.835	0.848	0.012	0.088
	0.1	1.055	1.060	0.942	0.956	0.052	0.63	0.1	1.018	1.030	0.880	0.896	0.022	0.161
	0.5	1.085	1.088	0.955	0.968	0.065	0.79	0.5	1.035	1.055	0.905	0.917	0.024	0.176
0.3% NaCl	-	1.070	1.080	0.935	0.950	0.105	1.28	-	1.000	1.020	0.880	0.890	0.033	0.242
	0.005	1.036	1.039	0.915	0.930	0.038	0.46	0.005	0.980	0.995	0.845	0.860	0.019	0.139
	0.01	1.020	1.024	0.913	0.923	0.034	0.41	0.01	0.975	0.985	0.835	0.845	0.013	0.095
	0.05	1.014	1.016	0.905	0.915	0.033	0.40	0.05	0.950	0.955	0.815	0.824	0.011	0.081
	0.1	1.052	1.055	0.918	0.931	0.044	0.54	0.1	0.994	1.010	0.860	0.876	0.020	0.146
	0.5	1.065	1.075	0.930	0.945	0.053	0.65	0.5	1.015	1.025	0.885	0.897	0.022	0.161
0.03% NaCl	-	1.050	1.060	0.915	0.930	0.102	1.24	-	0.970	0.990	0.850	0.870	0.030	0.220
	0.005	1.023	1.025	0.895	0.904	0.037	0.45	0.005	0.950	0.965	0.825	0.833	0.018	0.132
	0.01	1.015	1.017	0.867	0.880	0.035	0.43	0.01	0.945	0.955	0.815	0.825	0.012	0.088
	0.05	1.010	1.013	0.860	0.873	0.033	0.40	0.05	0.925	0.915	0.795	0.804	0.010	0.073
	0.1	1.035	1.038	0.905	0.910	0.041	0.50	0.1	0.967	0.985	0.840	0.856	0.019	0.139
	0.5	1.040	1.045	0.910	0.922	0.049	0.60	0.5	0.987	1.005	0.860	0.877	0.021	0.154

Чадвали 4. Хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al,
ки бо скандий чавҳаронида шудаанд, дар муҳити электролити NaOH

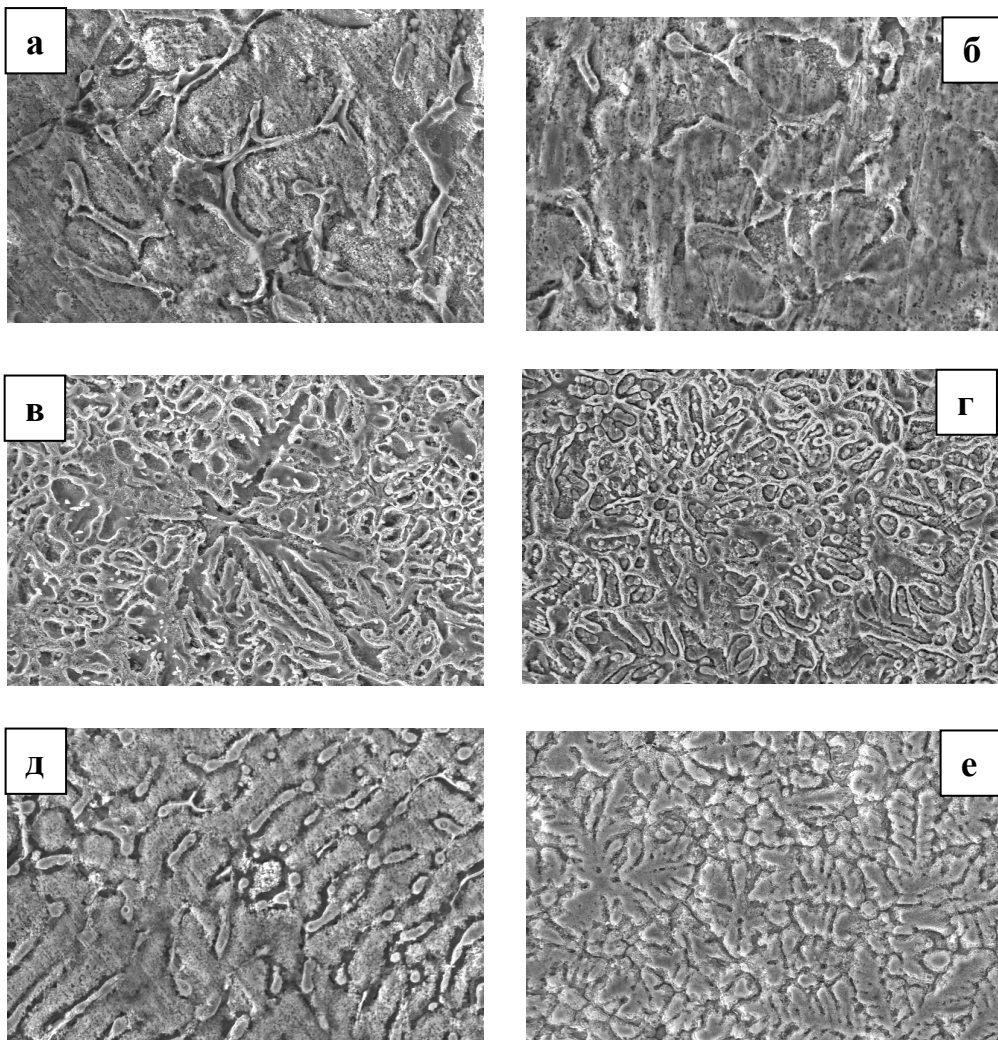
Электролит	Микдори скандий дар ҳӯлаи Zn5Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия		Микдори скандий дар ҳӯлаи Zn55Al, %-и вазн	Потенциалҳои электрохимиявӣ (э.х.н.)				Суръати коррозия	
		-E _{кор.оз.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	i _{кор.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³		-E _{кор.оз.}	-E _{корр.}	-E _{пх.}	-E _{реп.}	i _{кор.} ·10 ⁻²	K·10 ⁻³
		В				А/м ²	г/м ² ·с		В				А/м ²	г/м ² ·с
0.1Н NaOH	-	1.180	1.183	1.140	-	0.165	2.01	-	1.130	1.135	1.075	1.080	0.095	0.696
	0.005	1.110	1.115	1.064	-	0.122	1.49	0.005	1.050	1.050	1.000	1.011	0.074	0.542
	0.01	1.095	1.095	1.052	-	0.119	1.44	0.01	1.015	1.020	0.962	0.968	0.072	0.527
	0.05	1.070	1.080	1.040	-	0.115	1.40	0.05	1.000	1.005	0.901	0.909	0.070	0.513
	0.1	1.115	1.118	1.077	-	0.128	1.56	0.1	1.077	1.080	1.020	1.027	0.075	0.550
	0.5	1.140	1.145	-	-	0.144	1.75	0.5	1.087	1.090	1.032	-	0.077	0.564
0.01Н NaOH	-	1.150	1.148	1.050	1.055	0.158	1.92	-	1.100	1.107	0.940	0.948	0.075	0.550
	0.005	1.090	1.100	1.035	1.041	0.111	1.35	0.005	1.017	1.020	1.005	1.007	0.056	0.410
	0.01	1.080	1.086	1.025	1.034	0.108	1.32	0.01	0.990	0.995	0.815	0.822	0.053	0.388
	0.05	1.055	1.055	1.020	-	0.106	1.29	0.05	0.976	0.980	0.790	0.796	0.050	0.366
	0.1	1.103	1.107	1.040	-	0.119	1.45	0.1	1.020	1.025	0.840	0.848	0.058	0.425
	0.5	1.110	1.116	1.045	-	0.120	1.48	0.5	1.045	1.047	0.885	0.891	0.063	0.462
0.001Н NaOH	-	1.130	1.135	1.100	1.110	0.142	1.73	-	1.065	1.070	1.000	1.005	0.055	0.403
	0.005	1.050	1.055	1.025	1.034	0.085	1.03	0.005	0.907	0.910	0.841	0.845	0.021	0.154
	0.01	1.035	1.040	0.963	0.970	0.077	0.93	0.01	0.885	0.890	0.827	0.835	0.020	0.146
	0.05	1.020	1.022	0.950	0.960	0.069	0.84	0.05	0.855	0.860	0.807	0.811	0.017	0.124
	0.1	1.070	1.080	1.060	1.073	0.093	1.14	0.1	0.920	0.930	0.855	0.861	0.022	0.161
	0.5	1.108	1.110	1.080	1.087	0.095	1.16	0.5	0.984	1.000	0.960	0.963	0.025	0.183

Чадвали 5. Вобастагии муқоисавии суръати коррозияи хӯлаи Zn5Al аз миқдори МНЗ ва элементҳои гурӯҳи IIА чадвали даврӣ, дар муҳити электролити NaCl

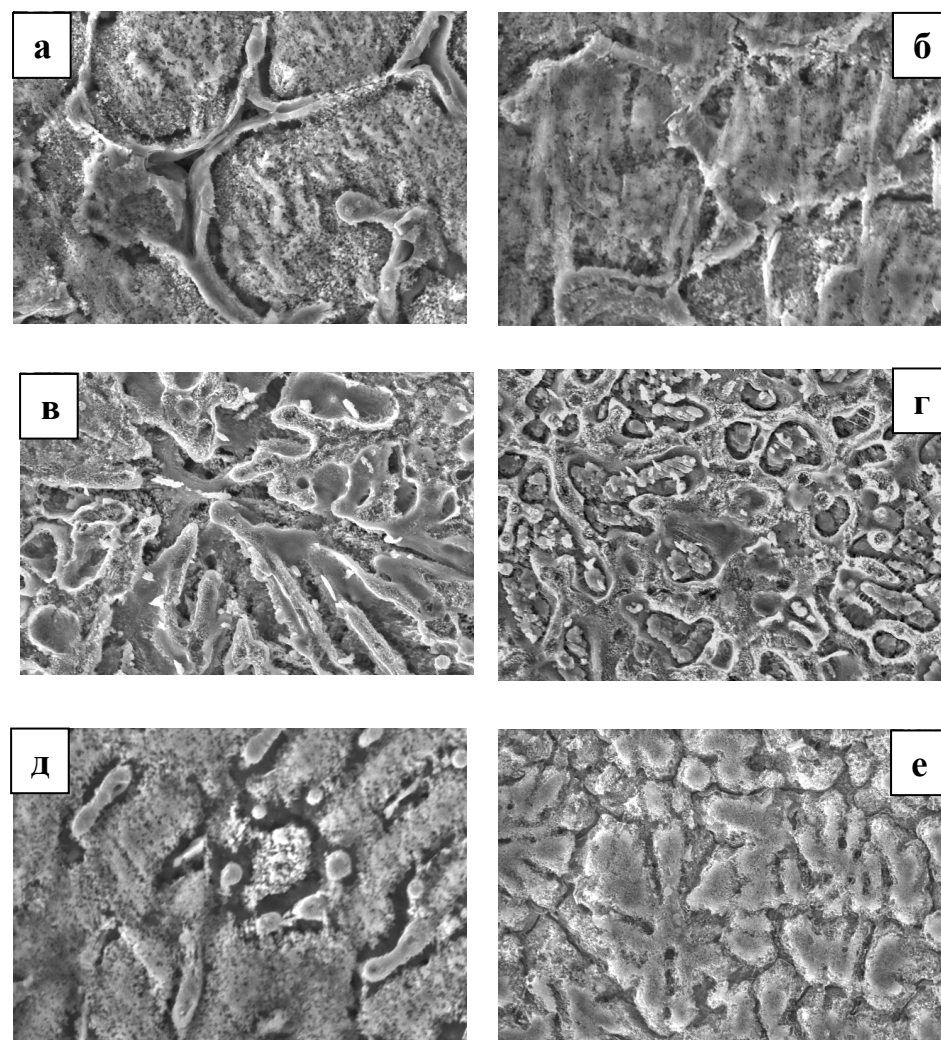
Компоненти чавҳаронии хӯлаи Zn5Al	Суръати коррозия ($K \cdot 10^{-3}$, $г \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$)									
	0.03% NaCl					3% NaCl				
	Миқдори иловаҳо, %-и вазн									
	-	0.005	0.01	0.05	0.1	-	0.005	0.01	0.05	0.1
-	1.24	-	-	-	-	1.33	-	-	-	-
Sc	-	0.45	0.43	0.40	0.50	-	0.51	0.48	0.47	0.62
Y	-	0.48	0.45	0.43	0.52	-	0.57	0.55	0.51	0.65
Ce	-	0.47	0.44	0.41	0.56	-	0.56	0.51	0.48	0.63
Pr	-	0.52	0.48	0.46	0.61	-	0.60	0.57	0.55	0.69
Nd	-	0.55	0.52	0.50	0.67	-	0.62	0.58	0.57	0.75
Er	-	0.58	0.56	0.52	0.69	-	0.64	0.60	0.58	0.78
Be	-	0.46	0.41	0.38	0.39	-	0.54	0.52	0.48	0.64
Mg	-	0.57	0.46	0.39	0.44	-	0.60	0.57	0.57	0.69
Ca	-	0.65	0.60	0.56	0.68	-	0.67	0.64	0.63	0.78
Sr	-	0.56	0.47	0.45	0.52	-	0.58	0.50	0.55	0.67
Ba	-	0.67	0.67	0.58	0.72	-	0.70	0.65	0.65	0.83

Чадвали 6. Вобастагии муқоисавии суръати коррозияи хӯлаи Zn55Al аз миқдори МНЗ ва элементҳои гурӯҳи IIА чадвали даврӣ, дар муҳити электролити NaCl

Компоненти чавҳаронии хӯлаи Zn55Al	Суръати коррозия ($K \cdot 10^{-3}$, $г \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$)									
	0.03% NaCl					3% NaCl				
	Миқдори иловаҳо, %-и вазн									
	-	0.005	0.01	0.05	0.1	-	0.005	0.01	0.05	0.1
-	0.220	-	-	-	-	0.271	-	-	-	-
Sc	-	0.132	0.088	0.073	0.139	-	0.146	0.103	0.088	0.161
Y	-	0.139	0.117	0.095	0.146	-	0.154	0.132	0.109	0.168
Ce	-	0.146	0.124	0.103	0.154	-	0.161	0.139	0.117	0.183
Pr	-	0.154	0.132	0.110	0.161	-	0.168	0.146	0.124	0.197
Nd	-	0.161	0.139	0.117	0.168	-	0.176	0.154	0.132	0.197
Er	-	0.168	0.146	0.125	0.176	-	0.183	0.161	0.139	0.205
Be	-	0.146	0.124	0.088	0.124	-	0.161	0.146	0.132	0.146
Mg	-	0.161	0.146	0.124	0.132	-	0.176	0.168	0.154	0.154
Ca	-	0.168	0.154	0.146	0.176	-	0.190	0.183	0.183	0.220
Sr	-	0.154	0.132	0.095	0.124	-	0.168	0.154	0.124	0.205
Ba	-	0.183	0.176	0.176	0.190	-	0.219	0.205	0.190	0.242



Расми 3. Микроструктураҳои (x1000) хӯлаҳои Zn5Al (а, в, д) ва Zn55Al (б, г, е), ки дар таркибашон 0.05%-и вазн бериллий (в, г) ва магний (д, е) доранд.



Расми 4. Микроструктураҳои (x2200) хӯлаҳои Zn5Al (а, в, д) ва Zn55Al (б, г, е), ки дар таркибашон 0.1%-и вазн бериллий (в, г) ва магний (д, е) доранд.

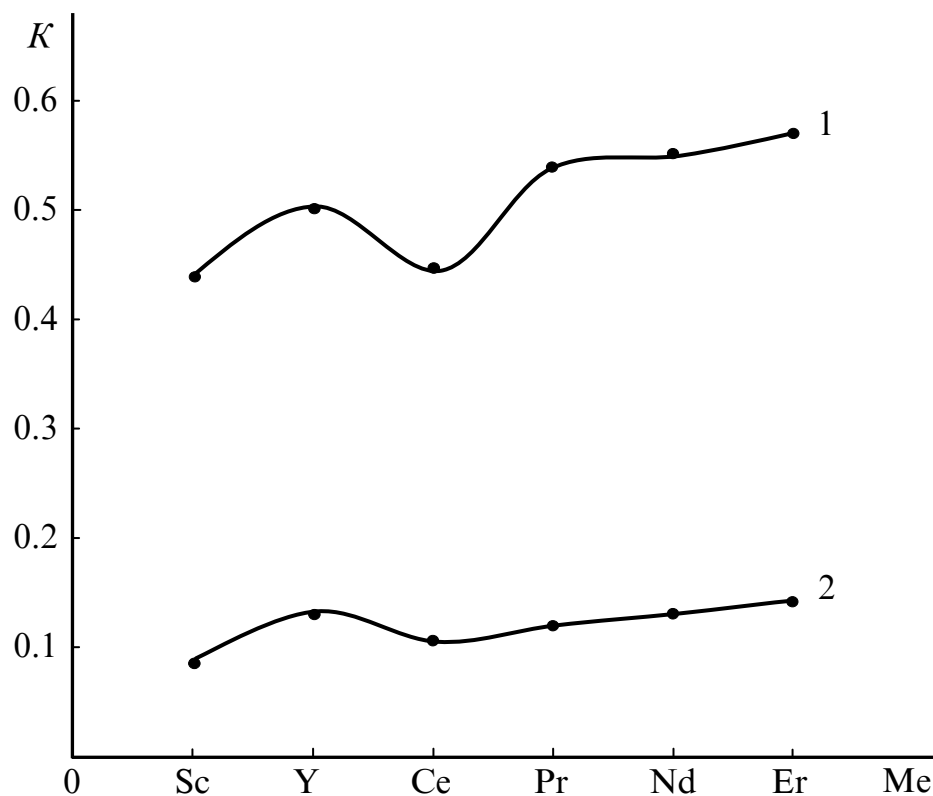
Хӯлаи $Zn5Al$ аз $Zn55Al$ бо таносуби фазаҳои $\alpha-Al$ ва $\gamma-Zn$ фарқ мекунад, яъне миқдори $\gamma-Zn$ дар ин хӯла бештар аст, нисбат ба хӯлаи $Zn55Al$ (расмҳои 3 ва 4 а, б). Муқоисакунии хӯлаҳои бо бериллий ва магний коркардшудаи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ нишон дод, ки хӯлаҳои бо бериллий чавҳаронидашуда структураи хеле хурд доранд, нисбат ба хӯлаҳо бо магний (расмҳои 3, 4).

Дар асоси таҳлилҳои намуда, қайд кардан бамаврид аст, ки скандий ва серий ҳамчун дигаргункунондаҳои самараноки структураҳои хӯлаҳои руҳ-алюминий $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ дар байни металлҳои нодирзаминӣ буда, дар байни элементҳои гурӯҳи ПА қадвали даврӣ бошад, бериллий ва стронсий элементҳои самаранок маҳсуб мешаванд.

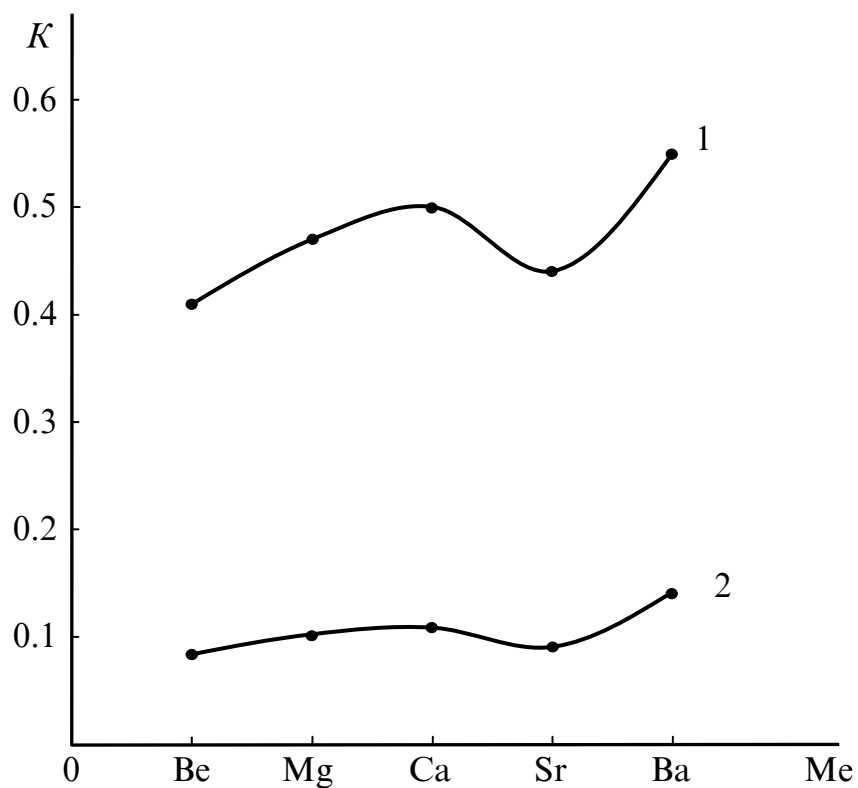
Дар расми 5 дида мешавад, ки ҳангоми гузариш аз хӯлаҳои бо скандий чавҳаронидашуда ба хӯлаҳои бо серий чавҳаронидашуда ва аз хӯлаҳо бо иттрий ба хӯлаҳо бо празеодим, неодим ва эрбий суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияи руҳ-алюминий кам мешаванд. Муқоисакунии хӯлаҳои чавҳаронидашуда аз рӯйи рақами тартибии элементҳои гурӯҳи ПА қадвали даврӣ нишон дод, ки ҳангоми чавҳаронии хӯлаҳои руҳ-алюминий аз бериллий ба стронсий ва аз магний ба калсий ва барий суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ кам мешаванд (расми 6).

Таҳлили муқоисавии вобастагии суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ аз миқдори MnZ , Be , Mg ва $MI3$ нишон дод, ки компоненти чавҳаронии хӯла (дар ҳудуди 0.005-0.05%-и вазн) суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияро 2-3 маротиба кам менамояд. Дар байни компонентҳои ба хӯлаҳои аввалия вориднамуда бештар скандий, серий, бериллий ва стронсий самаранок аст, зеро хӯлаҳо бо иштироки онҳо қиматҳои камтарини суръати коррозияро доранд (қадвалҳои 5, 6, расмҳои 5, 6). Устувории баланди коррозии хӯлаҳои руҳ-алюминий, ки бо скандий, серий, бериллий ва стронсий чавҳаронида шудаанд, дар муқоиса бо хӯлаҳо, ки бо иттрий, празеодим, неодим, эрбий, калсий ва барий коркард шудаанд, маҳз бо самаранок дигаргункунии онҳо структураи хӯлаҳои аввалияро, шарҳ дода шудааст (қадвалҳои 5, 6 ва расмҳои 5, 6).

Дар асоси таҳқиқотҳои анҷомдодашуда қонуниятҳои зерини тағйирёбии хосиятҳои коррозийн-электрохимиявии хӯлаҳои $Zn5Al$ ва $Zn55Al$, ки бо MnZ ва элементҳои гурӯҳи ПА қадвали даврӣ чавҳаронида шудаанд, аниқ карда шудааст: потенциали статсионари коррозия ($-E_{oz,кор.}$, В) ҳам барои хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$, $Zn55Al$ ва ҳам барои хӯлаҳои бо MnZ , Be , Mg , $MI3$ чавҳаронидашуда, аз рӯйи вақт ва нигоҳдорӣ дар электролитҳои гуногуни рН-и муҳит ба самти мусбат майл менамояд; бавучудоии қабати оксидии муҳофизатӣ дар 30-45 дақиқа ҳангоми воридкунии электрод ба электролит ба итмом мерасад ва аз таркиби химиявии онҳо кам вобаста аст; вобастагии потенциали озоди коррозияи хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ аз миқдори дар онҳо мавҷудаи MnZ , Be , Mg ва $MI3$ хусусияти ғайриоддӣ дорад, яъне иловаҳои компоненти чавҳаронии хӯла (то 0.05%-и вазн) $E_{oz,кор.}$ аниқнамудаи хӯлаҳо ба самти мусбат тағйир дода, вале ҳангоми афзоиши консентратсияи иловаҳо (>0.1%-и вазн) бузургии потенциали озоди коррозияи хӯлаҳои руҳ-алюминий мурабта ба самти қиматҳои манфӣ майл менамояд;



Расми 5. Вобастагии муқоисавии суръати коррозияи $K \cdot 10^{-3}$ ($\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$) хӯлаҳои Zn5Al (1) ва Zn55Al (2), ки дар таркибашон (0.05%-и вазн) метали нодирзаминӣ доранд, аз рақами тартибии компоненти ҷавҳаронии хӯла, дар муҳити электролити 0.3%-и NaCl.



Расми 6. Вобастагии муқоисавии суръати коррозияи $K \cdot 10^{-3}$ ($\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$) хӯлаҳои Zn5Al (1) ва Zn55Al (2), ки дар таркибашон (0.05%-и вазн) метали нодирзаминӣ доранд, аз рақами тартибии компоненти ҷавҳаронии хӯла, дар муҳити электролити 0.03%-и NaCl.

афзоиши консентратсияи хлорид-ионҳо қобилияти камкунии бузургии потенциали коррозияи хӯлаҳоро дорад, мутаносибан дар ҳама фосилаи рН-и муҳит; қачхатҳои поляризатсионии потенциодинамикии анодии хӯлаҳои бо металлҳои нодирзаминӣ ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (0.005-0.05%-и вазн) ҷавҳаронидашуда дар муқоиса бо қачхатҳои поляризатсионии анодии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al ба самти қиматҳои бештарини мусбии потенциал майл менамоянд, ки хеле пастшавии суръати ҳалшавии анодии хӯлаҳо дар муҳитҳои гуногун, аз ин шаҳодат медиҳанд; потенциалҳои коррозия ($-E_{\text{корр.}}$, В), питтингҳосилкунӣ ($-E_{\text{пк.}}$, В) ва репассивии ($-E_{\text{реп.}}$, В) хӯлаҳои руҳ-алюминий бо афзоиши консентратсияи металлҳои нодирзаминӣ ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (0.005-0.05%-и вазн) ба самти қиматҳои мусбӣ майл менамоянд, ки аз баландшавии устувории коррозсионии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al шаҳодат медиҳанд; устувории хӯлаҳо аз таъсири хлорид-ионҳо, мутаносибан дар электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH ҳангоми қиматҳои гуногуни рН-и муҳит, бо ҳосилшавии қабати оксидии муҳофизатии хеле устувор ва бенуқсон дар сатҳи хӯлаҳо шарҳ дода мешавад; устувории хӯлаҳо ба коррозияи питтингӣ дар муҳитҳои 0.03 ва 0.3%-и электролити NaCl бештар дида мешаванд; ҷавҳаронии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо металлҳои нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) (то 0.05%-и вазн) қобилияти 2–3 маротиба камкунии суръати коррозияи хӯлаҳои аввалияро, мутаносибан дар муҳитҳои кислотагӣ, нейтралӣ ва ишқорӣ фароҳам меоварад; таркиби хӯлаҳои бо МНЗ, Be, Mg ва МИЗ (0.005-0.05%-и вазн) ҷавҳаронидашудаи Zn5Al ва Zn55Al дар вобастагии коррозсионӣ, мутаносибан дар муҳитҳои кислотагӣ (электролит - HCl), нейтралӣ (электролит - NaCl) ва ишқорӣ (электролит - NaOH), яъне дар ҳудуди 3÷9 рН-и муҳит оптималӣ аст (ҷадвалҳои 2-4).

Таркиби хӯлаҳои коркардшуда бо 9 патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷумҳурии Ислонд Эрон ҳифз карда шуда, ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлавии муҳофизатии сатҳи маснуоти пӯлодӣ дар Шуъбаи илмӣ-таҳқиқотии Донишгоҳи озодаи ш.Маҷлисӣ Ҷумҳурии Ислонд Эрон санҷида шуд. Фоидаи иқтисодӣ аз истифодаи хӯлаҳои анодӣ ба сифати рӯйпӯшҳои муҳофизатӣ дар 1м² сатҳи ҳифзшавандаи маснуот 8.1\$ -ро ташкил дод.

Ҳамин тавр, натиҷаҳои таҳқиқоти рафтори анодии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al бо иловаҳои металлҳои нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) дар муҳитҳои кислотагӣ 0.001н (рН=3) HCl, нейтралӣ 0.03; 0.3; 3% (рН=7) NaCl ва ишқорӣ 0.001н (рН=10) NaOH имкони баландкунии устувории коррозсионии рӯйпӯшҳои хӯлавии анодиро аз ҳисоби оптималикунии таркиби онҳо нишон дод: консентратсияи компоненти ҷавҳаронии хӯлаҳои аввалия бояд 0.005-0.05%-и вазн (бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ ва нодирзаминӣ) – ро ташкил диҳад. Суръати коррозияи ин хӯлаҳои ҷавҳаронидашуда нисбат ба хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al 2-3 маротиба камтар аст, бинобар ин, хӯлаҳои нави кашфкардашуда метавонанд ба сифати рӯйпӯшҳои анодии насли нав барои ҳифзи конструкцияҳо, маснуотҳо ва иншоотҳои пӯлодӣ аз коррозия васеъ истифода шаванд.

ОКСИДШАВИИ БАЛАНДҲАРОРАТИИ ХҶЛАҲОИ РУҲ-АЛЮМИНИЙ БО МЕТАЛЛҲОИ НОДИРЗАМИНИЙ ВА ЭЛЕМЕНТҲОИ ГУРҶҲИ ПА ҶАДВАЛИ ДАВРӢ

Суоли баҳамтаъсироти хӯлаҳои металлӣ бо муҳитҳои агрессивии гуногун ҳангоми ҳарорати баланд хело муҳим мебошад, зеро аксарияти металлҳо ва хӯлаҳои дар техника истифодашаванда ё аз таъсири коррозия ва ё аз оксидшавӣ ҳангоми ҳарорати баланд, ҳатман ба вайроншавӣ дучор мегарданд. Бинобар ин, коркарди рӯйпӯшҳои муосири саноатӣ дар асоси хӯлаҳо барои ҳифзи маснуот, иншоот ва маводҳои конструксионӣ боис мешавад, зеро масоили оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳо кифоятан баҳодихии назариявӣ ва фаҳмиши амикро тақозо менамоянд. Шартҳои асосии боздории раванди оксидшавӣ ин омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявӣ ва кристаллохимиявии оксидҳои ҳосилшуда мебошад. Агар ҳаҷми оксиди ҳосилшуда аз ҳаҷми хӯла кам бошад, онгоҳ қабатҳои оксидии тунук, ноҳамвор ва роғдор ҳосил мешаванд. Дар ин ҳолат оксиген метавонад ба он ворид гардида, оксидшавиро дар роғҳои қабат бавучуд оварда, суръати онро тезонад. Агар маҳсули оксидшавӣ аз моддаҳои саҳт иборат бошад, онгоҳ онҳо дар сатҳи берунаи маснуот таҳнишин гардида, қабати оксидӣ ҳосил менамоянд. Ҳангоми дар қабатҳои оксидӣ мавҷуд набудани роғҳо диффузия танҳо дар фазаҳои саҳт мегузарад. Компоненти ҷавҳаронӣ ба таркиби оксидҳои хӯлаи дар сатҳи маснуот рӯйпӯшшаванда ворид гардида, диффузияи ин хӯларо душвор намуда, раванди умумии оксидшавиро суст менамояд.

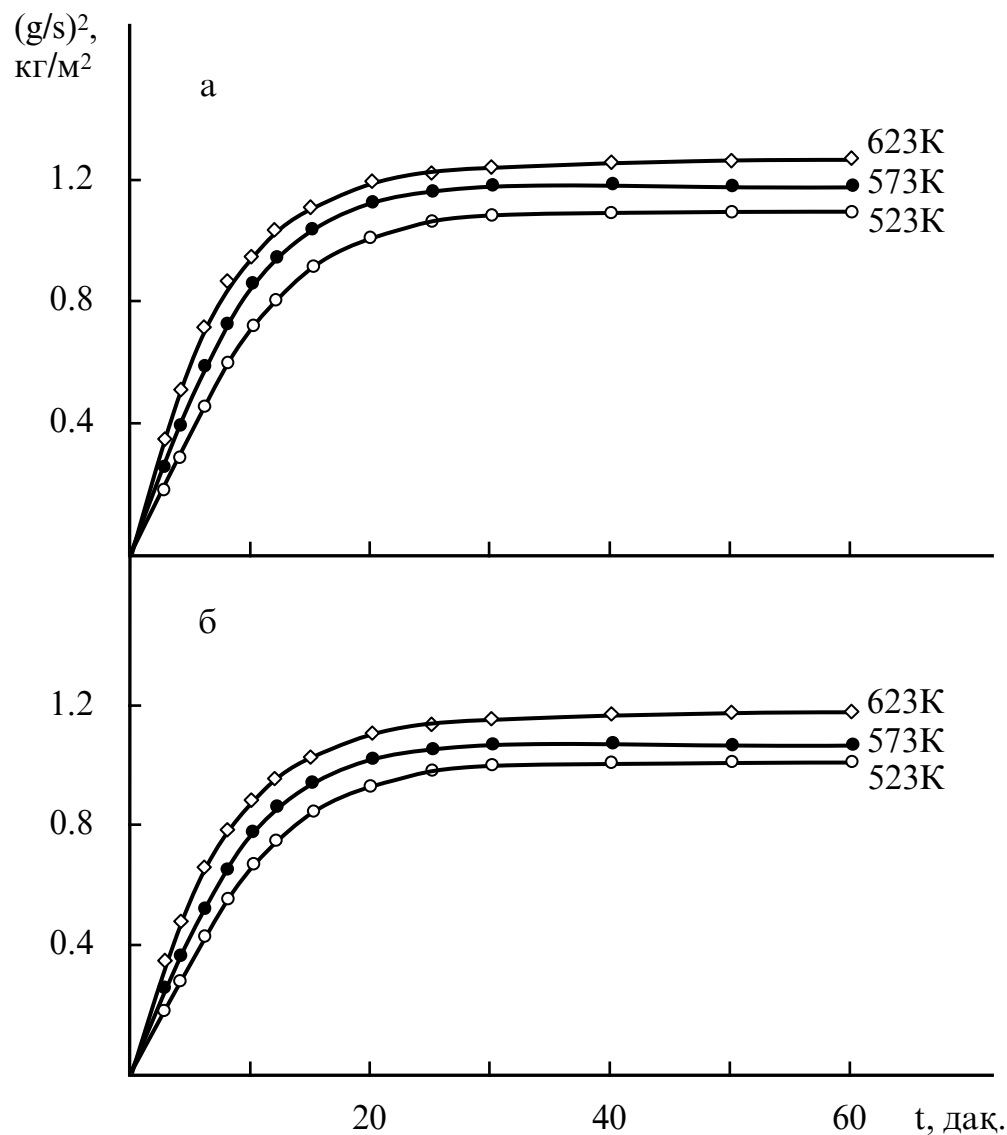
Усули таҳқиқоти оксидшавии хӯлаҳо ва маҳсули оксидшавии онҳо. Оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳо дар ҳолати саҳт бо усули термогравиметрӣ омӯхта шуд. Барои гузаронидани таҳқиқот аз дастгоҳ, ки аз кӯраи муқовимати карбонӣ бо чилдпушонӣ аз оксиди алюминий иборат аст, истифода карда шуд. Барои сохтани атмосфераи назоратӣ қисми болоии охири чилд бо сарпӯши обхунуккунанда маҳкам карда шуд, ки дорои суроҳӣ барои найчаи газгузарон, термopараҳо ва бӯта бо хӯлаи таҳқиқшаванда буда, намунаи хӯлаҳо ба сими фанарии платинавӣ овозон карда шуданд. Тағйирёбии вазни хӯлаҳо бо ёзандагии фанар тавассути катетометр КМ-8, ки ҳудуди ченкунии 0.0-0.5 м –ро дорад, қайд карда шуд. Барои амаликунии таҳқиқотҳо бӯта аз оксиди алюминий, ки андозаҳои зеринро (кутр 18-20 мм, баландӣ 25-26 мм) дорад, истифода гардид. Бӯтаҳо пеш аз таҳқиқот дар ҳарорати 1000-1200 °С, мутаносибан дар муҳити оксигенӣ то вазни доимӣ тафсонии дода шуд. Ҳарорат бо термopараи платина-платинородий, ки дар сатҳи болоии хӯлаи таҳқиқшаванда ҷойгир шудааст, чен карда шуд. Сарбории кӯра бо асбоби тиристор танзим карда шуд, ки ҳарорати кӯра бо саҳеҳии $\pm 5^\circ\text{C}$ нигоҳ дошта шавад. Ба сифати асбоби қайдкунии ҳарорат потенциометр ПП-63 истифода карда шуд. Пас аз интиҳои таҳқиқот система хунук карда шуда, бӯта бо намунаи хӯлаҳо баркашида шуда, сатҳи реаксионии он муайян карда шуд. Баъдан оиди маълумотгирӣ доир ба таркиби фаза дар маҳсули оксидшавӣ, қабатҳои оксидии ҳосилшуда аз сатҳи намунаи хӯлаҳо ҷудо карда шуда, бо усули таҳлили рентгенофазавӣ омӯхта шуд.

Оксидшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо металлҳои нодирзаминӣ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ, дар ҳолати сахт

Барои таҳқиқоти раванди оксидшавӣ якчанд хӯлаҳои руҳ-алюминий бо миқдори компонентҳои чавҳаронӣ дар ҳудуди 0.005-0.5%-и вазн (МНЗ, Ве, Mg, МИЗ) ҳосил карда шуд. Бо усули термогравиметрӣ кинетикаи оксидшавии хӯлаҳои сахт дар ҳаво омӯхта шуда, вазнгирии намунаи хӯлаҳо дар натиҷаи афзоиши қабати оксидӣ аз рӯйи вақт, ҳангоми ҳароратҳои доимии 523, 573, 598 ва 623 К чен карда шуд. Суръати ҳақиқии оксидшавӣ бо расиши аз аввали координат ба қачхатҳо гузаронидашуда бо формулаи $K = g/s \cdot \Delta t$ ҳисоб карда шуда, қимати энергияи эҳтимолии фаъолшавии раванди оксидшавӣ аз рӯйи тангенс кунҷии майлон дар вобастагии бевоситаи $lgK - 1/T$ муайян карда шуд.

Дар расми 7 қачхатҳои кинетикаи оксидшавӣ дар мисоли хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий чавҳаронида шудаанд, оварда шудааст. Дида мешавад, ки раванди оксидшавӣ дар марҳилаҳои аввал ба қонуни хаттӣ итоат намуда, баъдан пас аз 20-25 дақиқа ба вобастагии гипербола мегузарад, ки бевосита бавучудоии қабати оксидӣ, ҳангоми баҳамтаъсири оксигени ҳаво, ки дар 25-30 дақиқаи пайвастшавӣ ба итмом мерасад, аз ин шаҳодат медиҳад. Ҳамин гуна механизми оксидшавӣ бо ҳосилшавии таркиби мураккаби оксидҳо дар сатҳи хӯлаҳо, ки бо хосиятҳои баланди муҳофизатӣ тавсифонида шуд, шарҳ дода мешавад. Вобастагии ғайрихаттӣ $(g/s)^2 - t$ оксидшавии хӯлаҳои сахт бо скандий чавҳаронидашуда, нишон дод, ки қачхатҳои кинетикӣ ба хати рост майлон набуда, раванди оксидшавии хӯлаҳо ба қонуни парабола итоат наменамояд. Натиҷаҳои коркарди таҳлилии қачхатҳои мураббаъи оксидшавии хӯлаҳо, ки дар чадвали 7 дар мисоли хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий чавҳаронида шудаанд, оварда шудааст, аз ин шаҳодат медиҳанд. Вобастагии қачхатҳои $(g/s)^2 - t$ ба муодилаи гипербола $y = kt^n$ мансуб мегардад, ки дар он n аз 2 то 4 дар вобастагӣ аз таркиби хӯлаи оксидшаванда тағйир меёбад (расми 7, чадвали 7). Қиматҳои аз қачхатҳои кинетикӣ ҳисобнамудаи суръати ҳақиқии оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий чавҳаронида шудаанд, дар вобастагӣ аз ҳарорат ва таркиби хӯлаҳои таҳқиқшаванда, дар чадвали 8 оварда шудааст. Иловаҳои скандий дар ҳудуди 0.005-0.05%-и вазн қобилияти назаррас камкунии суръати ҳақиқии оксидшавии хӯлаи аввалияи Zn55Al –ро зоҳир намуд. Масалан, суръати оксидшавии хӯлаи аввалия – $3.32 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек⁻¹ ва барои Zn55Al+0.05Sc (%-и вазн) бошад $1.84 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·сек⁻¹ -ро ташкил дод.

Бештар ба оксидшавии хӯлаҳои аввалия таркиби химиявии онҳо таъсир расонид, ки зимни муқоисакунии хӯлаҳои системаҳои таҳқиқшудаи Zn5Al-МНЗ (Ве, Mg, МИЗ) ва Zn55Al-МНЗ (Ве, Mg, МИЗ) мушоҳида гардид. Ба хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al воридкунии Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er суръати оксидшавии онҳоро кам намуда, воридкунии Ве, Mg, Ca, Sr ва Ва ба хӯлаҳои аввалия суръати оксидшавии онҳоро зиёд намуд. Барои ҳар як компоненти аз назар гузаронда, меъёри муайяни концентратсияҳо мавҷуд аст, ки дар ҳудуди он чавҳаронии хӯлаҳо ба оксидшавии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al таъсири назаррас мерасонанд (расми 8, чадвали 8).



Чадвали 7. Натиҷаҳои коркарди қачхатҳои мураббаъи оксидшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий ҷавхаронида шудаанд, дар ҳолати саҳт

Миқдори скандий дар хӯла, %-и вазн	Ҳарорати оксидшавӣ, К	Муодилаи қачхатҳои оксидшавӣ	Зариби регрессия, R ²
Zn5Al	523	$y = 8E - 05x^3 - 0.007x^2 + 0.1833x$	0.990
	573	$y = 6E - 06x^4 - 0.0002x^3 - 0.003x^2 + 0.1916x$	0.995
	623	$y = 4E - 04x^3 - 0.0079x^2 + 0.249x$	0.996
Zn5Al+ 0.005 Sc	523	$y = 1E - 06x^4 + 0.0038x^3 + 0.0492x^2 - 0.0261x$	0.966
	573	$y = 2E - 05x^4 + 0.0055x^3 + 0.0697x^2 - 0.0494x$	0.997
	623	$y = 3E - 06x^4 + 0.0078x^3 + 0.0928x^2 - 0.0397x$	0.996
Zn5Al+ 0.5 Sc	523	$y = 1E - 06x^4 + 0.0038x^3 + 0.0487x^2 - 0.0179x$	0.996
	573	$y = 2E - 05x^4 + 0.0053x^3 + 0.0671x^2 - 0.0328x$	0.997
	623	$y = 3E - 06x^4 + 0.0076x^3 + 0.0896x^2 - 0.0193x$	0.996
Zn55Al	523	$y = 4E - 06x^3 - 0.0072x^2 + 0.1802x$	0.992
	573	$y = 3E - 05x^4 - 0.0001x^3 - 0.0032x^2 + 0.187x$	0.991
	623	$y = 2E - 03x^3 - 0.0069x^2 + 0.231x$	0.990
Zn55Al+ 0.005 Sc	523	$y = 1E - 06x^4 + 0.0001x^3 - 0.0482x^2 - 0.0250x$	0.987
	573	$y = 2E - 05x^4 + 0.0002x^3 - 0.0690x^2 - 0.0489x$	0.989
	623	$y = 3E - 06x^4 + 0.0002x^3 - 0.0920x^2 - 0.0390x$	0.990
Zn55Al+ 0.5Sc	523	$y = 1E - 06x^4 + 0.0001x^3 + 0.0480x^2 - 0.0169x$	0.991
	573	$y = 2E - 05x^4 + 0.0002x^3 + 0.0668x^2 - 0.0320x$	0.993
	623	$y = 3E - 06x^4 + 0.0002x^3 + 0.0890x^2 - 0.0183x$	0.995

Расми 7. Қачхатҳои кинетикаи оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al (а) ва Zn55Al (б), ки дар таркибашон 0.5%-и вазн скандий доранд.

Ҷадвали 8. Параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо скандий чавҳаронида шудаанд, дар ҳолати сахт

Ҳарорати оксидшавӣ, К	Миқдори скандий дар хӯлаи Zn5Al, %-и вазн	Суръати ҳақиқии оксидшавӣ, $K \cdot 10^{-4}$, $кг \cdot м^{-2} \cdot соғия^{-1}$	Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ, кҶ/мол	Миқдори скандий дар хӯлаи Zn55Al, %-и вазн	Суръати ҳақиқии оксидшавӣ, $K \cdot 10^{-4}$, $кг \cdot м^{-2} \cdot соғия^{-1}$	Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ, кҶ/мол
523	-	3.07	128.4	-	2.74	154.4
573		3.55			3.32	
623		3.91			3.73	
523	0.005	2.12	169.8	0.005	1.94	183.8
573		2.58			2.37	
623		2.96			2.68	
523	0.01	2.03	172.1	0.01	1.66	186.3
573		2.46			2.06	
623		2.85			2.33	
523	0.05	1.90	175.6	0.05	1.48	194.4
573		2.35			1.84	
623		2.70			2.08	
523	0.1	2.16	167.6	0.1	2.10	182.8
573		2.64			2.58	
623		3.01			2.94	
523	0.5	2.34	144.6	0.5	2.23	174.4
573		2.76			2.72	
623		3.14			3.08	

Барои таҳлили муқоисавӣ изохрони оксидшавии хӯлаи Zn55Al бо (0.05%-и вазн) MNZ, Be, Mg ва МИЗ дар расми 8 оварда шудааст. Ҳангоми гузариш аз хӯлаи аввалияи Zn55Al ба хӯлаҳои бо Sc ва Ce ҷавҳаронидашуда ва аз хӯлаҳои бо Y ҷавҳаронидашуда ба хӯлаҳо бо Er суръати оксидшавии хӯлаи аввалия кам гардида, афзоиши энергияи эҳтимолии фаъолшавии раванди оксидшавӣ ҳангоми 10 ва 20 дақиқа мушоҳида гардид (расми 8а). Динамикаи тағйирёбии суръати оксидшавӣ ва энергияи эҳтимолии хӯлаи Zn55Al ки бо бериллий, магний ва металлҳои ишқорзаминӣ ҷавҳаронида шудаанд, нишон дод, ки суръати оксидшавӣ ҳангоми гузариш аз Be ба Sr ва аз Mg ба Ba зиёд шуда, бузургии энергияи эҳтимолии хӯлаҳо дар ин ҳолат кам шудааст, ки ба тағйирёбии хосиятҳои элементҳои ҷавҳаронии хӯла дар ҳудуди зергурӯҳ мутобиқ аст (расми 8б). Тағйирёбии суръати ҳақиқии оксидшавии хӯлаҳо аз структураи кристаллӣ ва электронӣ, фаъолнокӣ, ҳалшавӣ ва дигар хосиятҳои компонентҳои ҷавҳаронӣ дар хӯлаҳои аввалия вобаста аст.

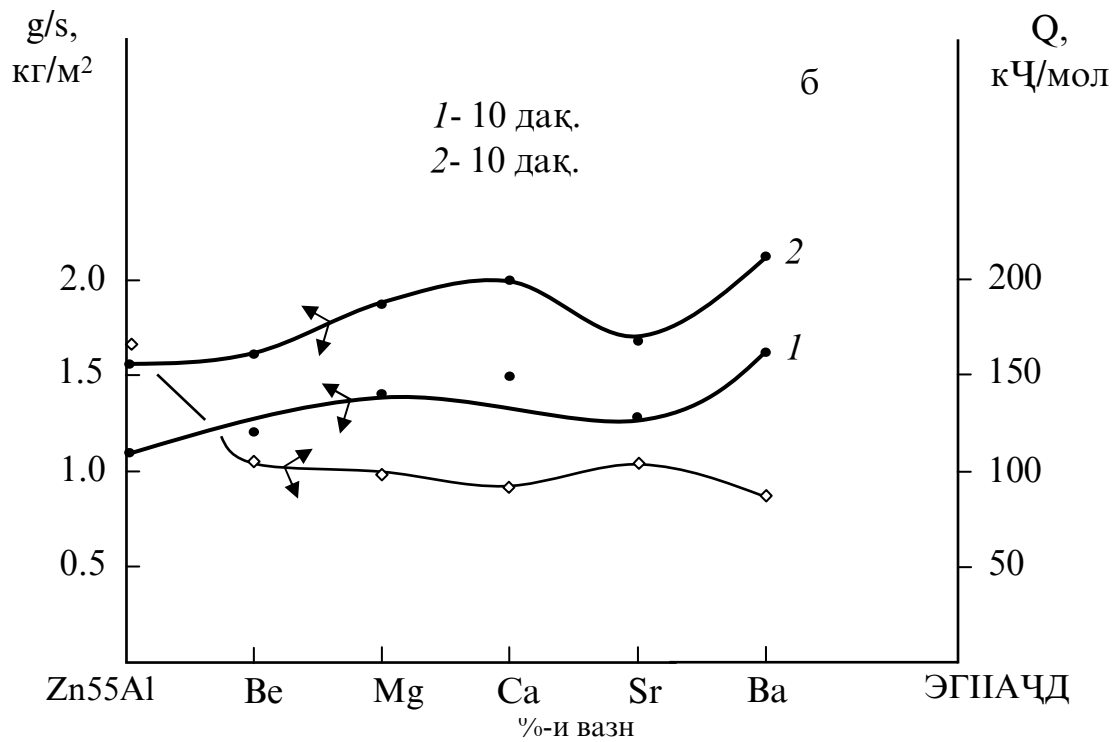
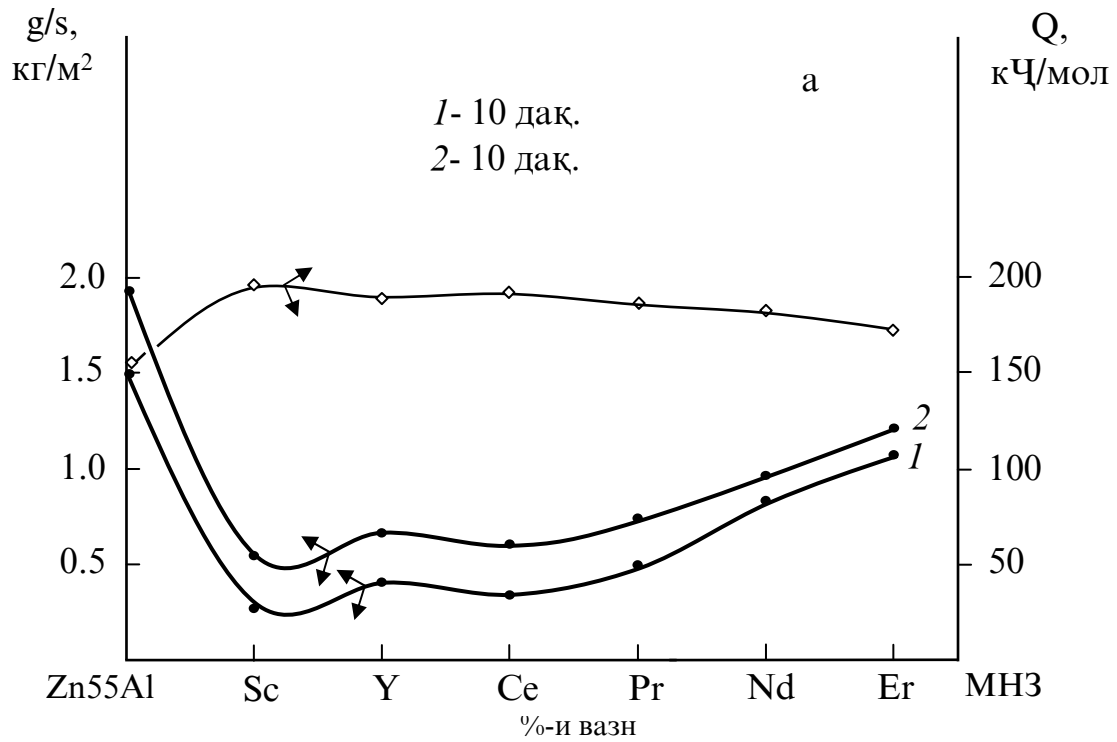
Дифрактограммаҳои маҳсули оксидшавии хӯлаҳои ҷавҳаронидашудаи руҳ-алюминий бо MNZ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ дар мисоли элементҳои ҷавҳаронии намояндаи зергурӯҳҳо нишон дод, ки маҳсули оксидшавии хӯлаҳои ҷавҳаронидашуда аз оксидҳои содда - Al_2O_3 , ZnO , Sc_2O_3 , Ce_2O_3 , BeO , SrO , $ZnAl_2O_4$ ва мураккаб - $Al_2O_3 \cdot ZnO$, $Al_2O_3 \cdot Sc_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot Ce_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot BeO$ и $Al_2O_3 \cdot SrO$ иборат аст (расми 9).

Дар чадвали 9 қиматҳои бузургии энергияи эҳтимолии фаъолшавии раванди оксидшавии хӯлаҳои ҷавҳаронидашудаи Zn5Al ва Zn55Al бо MNZ, Be, Mg ва МИЗ оварда шудааст. Дар байни MNZ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ қиматҳои бештарини энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ ба хӯлаҳо бо скандий, серий, бериллий ва стронсий мансуб аст. Ин вобастагӣ инчунин бо тағйирёбии бузургии суръати оксидшавии хӯлаҳои таҳқиқшуда тасдиқ карда шудааст, ки дар мисоли хӯлаи Zn55Al, ки бо MNZ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ ҷавҳаронида шудааст, вобаста аз рақами тартибии компонентҳои ҷавҳаронии хӯла дар расмҳои 10 ва 11 нишон дода шудааст. Ҳамчунин аз чадвали 9 мушоҳида карда шуд, ки қимати энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ аз скандий ба серий, иттрий, празеодим, неодим, эрбий ва аз бериллий ба стронсий, магний, калсий ва барий кам шудааст, ки ба қонуниятҳои тағйирёбии хосиятҳои компоненти ҷавҳаронии хӯла дар ҳудуди гурӯҳ мувофиқ аст.

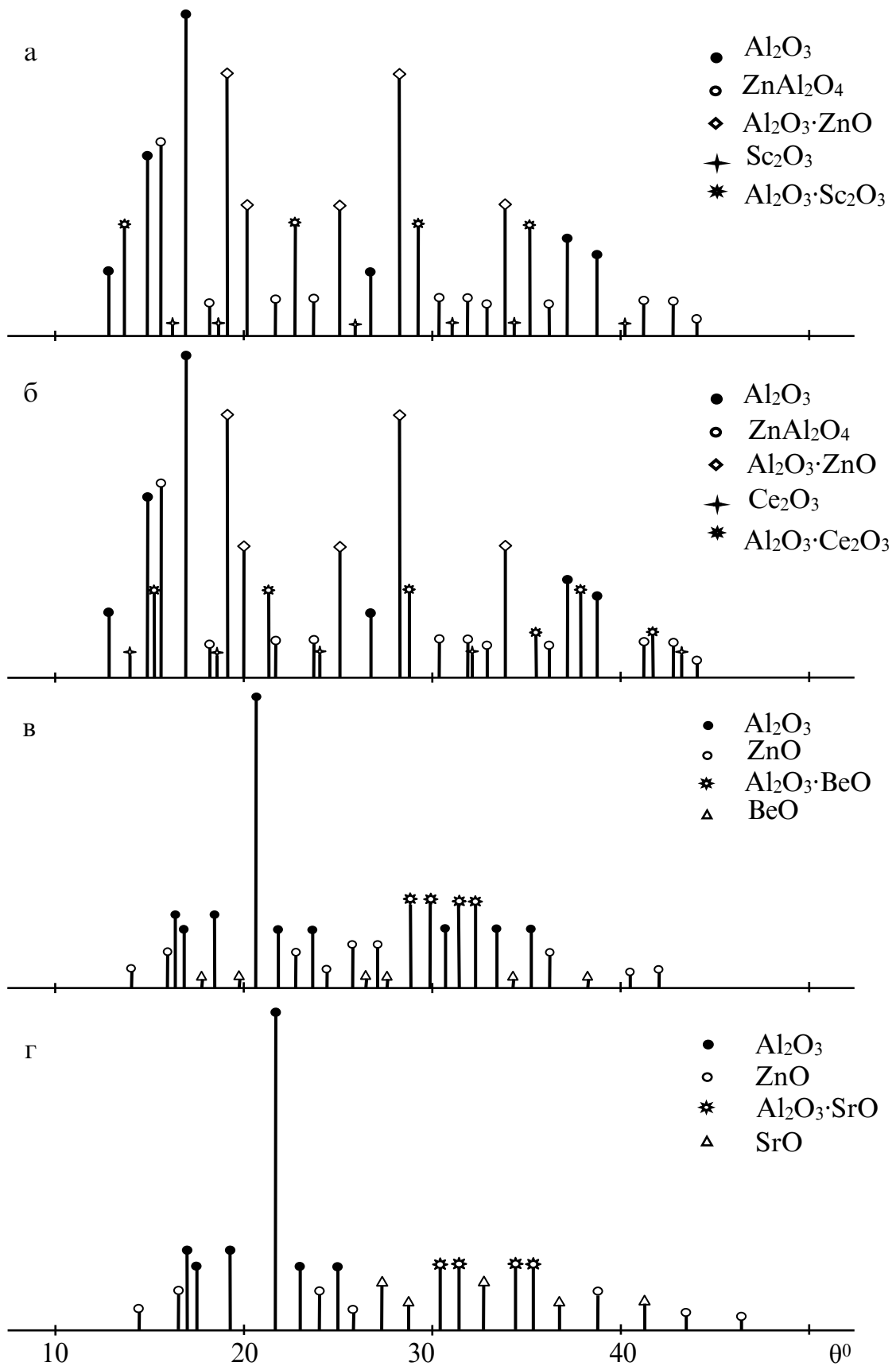
Бо афзоиши компоненти ҷавҳаронии хӯлаи аввалияи Zn55Al (аз 0.005 то 0.05%-и вазн) бузургии энергияи эҳтимолии фаъолшавии хӯлаи аввалия зиёд шуда, ҷавҳаронии баъдии хӯлаи аввалия бо (>0.05%-и вазн) MNZ, Be, Mg ва МИЗ номатлуб аст, зеро ба камшавии қимати энергияи эҳтимолиӣ ва афзоиши суръати оксидшавӣ мусоид аст (чадвали 9, расми 10, 11).

Дар асоси таҳқиқотҳои анҷомдодашудаи кинетикаи оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо MNZ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ ҷавҳаронида шудаанд, чунин қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии хӯлаҳо аниқ карда шудааст:

- оксидшавии хӯлаҳо ба қонуни гипербола бо суръати ҳақиқии тартиби 10^{-4} $кг \cdot м^{-2} \cdot сек^{-1}$ итоат менамояд;



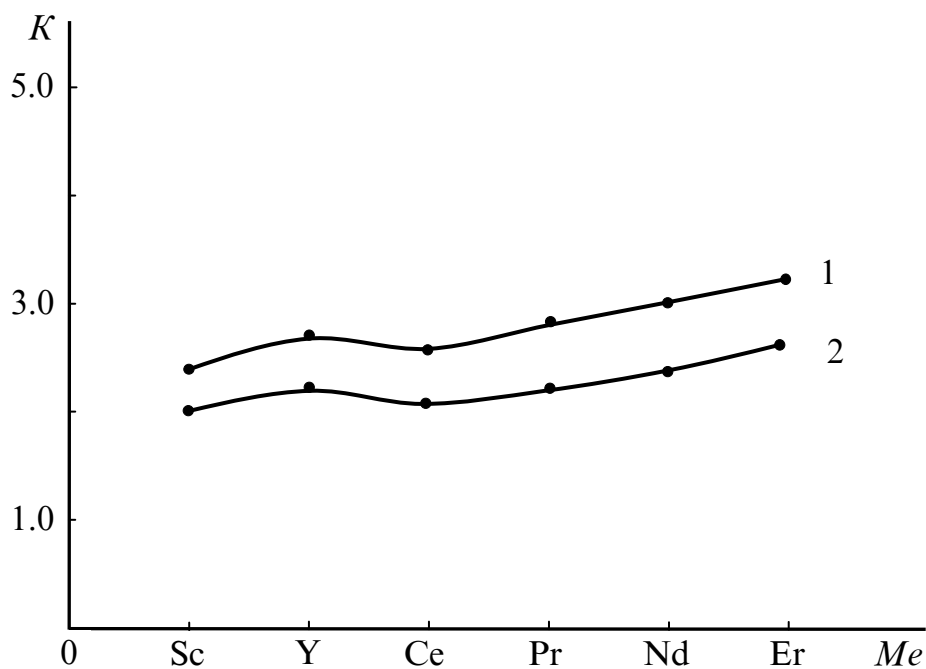
Расми 8. Изохрони оксидшавии (573 К) хӯлаи Zn55Al, ки дар таркибаш (0.05%-и вазн) МНЗ (а) ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ (б) дорад, аз рақами тартибии компоненти чавҳаронии хӯла.



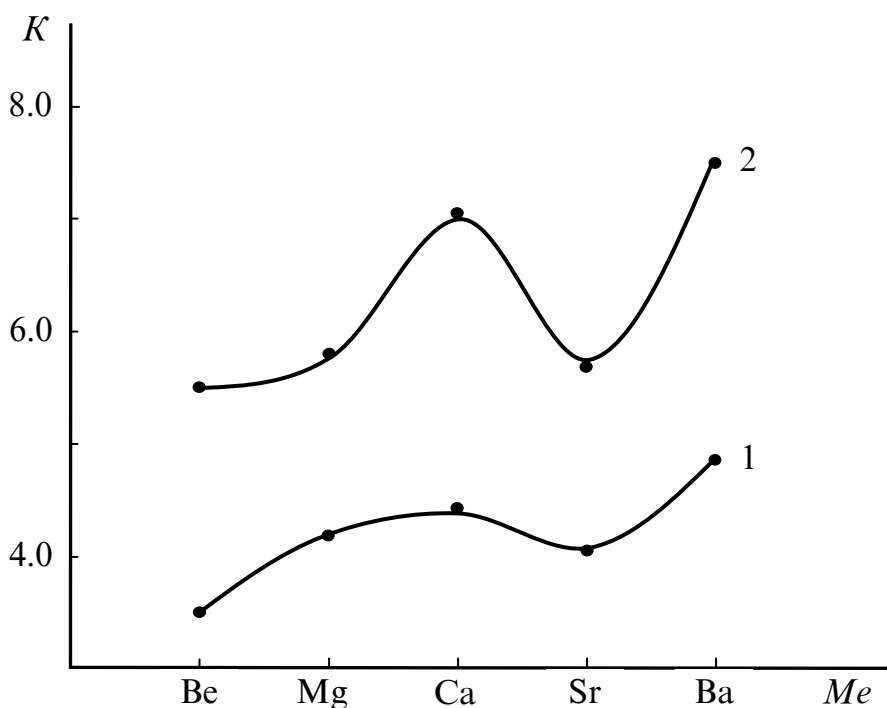
Расми 9. Хатдифрактограммаҳои маҳсули оксидшавии хӯлаи Zn_{55}Al , ки дар таркибаш 0.05%-и вазн скандий (а), серий (б), бериллий (в) ва стронсий (г) дорад.

Чадвали 9. Вобастагии муқоисавии энергияи эҳтимолии фаъолшавии раванди оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al аз миқдори МНЗ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ

Миқдори компоненти чавҳаронӣ дар хӯлаи Zn5Al	Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ, кҶ/мол						Миқдори компоненти чавҳаронӣ дар хӯлаи Zn55Al	Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ, кҶ/мол					
	Миқдори иловаҳо, %-и вазн							Миқдори иловаҳо, %-и вазн					
	-	0.005	0.01	0.05	0.1	0.5		-	0.005	0.01	0.05	0.1	0.5
-	128.4	-	-	-	-	-	-	154.4	-	-	-	-	-
Sc	-	169.8	172.1	175.6	167.6	144.6	Sc	-	183.8	186.3	194.4	182.8	174.4
Y	-	144.6	166.0	168.5	139.8	137.7	Y	-	177.1	185.3	191.5	174.4	165.6
Ce	-	166.0	170.3	173.4	163.6	142.9	Ce	-	180.5	186.0	192.5	175.2	168.4
Pr	-	150.1	160.2	162.6	144.1	138.9	Pr	-	176.2	180.9	190.9	170.0	164.5
Nd	-	147.3	156.0	159.3	136.0	133.9	Nd	-	171.9	177.5	188.0	162.0	160.0
Er	-	141.9	148.0	155.3	135.2	120.7	Er	-	163.9	170.0	172.8	158.2	155.9
-	140.2	-	-	-	-	-	-	165.3	-	-	-	-	-
Be	-	100.6	78.8	67.5	43.1	35.3	Be	-	149.4	123.6	104.3	87.6	68.9
Mg	-	98.1	76.6	66.7	41.8	32.4	Mg	-	143.3	115.1	96.6	81.8	64.7
Ca	-	96.6	72.2	63.2	36.5	29.0	Ca	-	139.4	112.3	92.3	77.8	60.2
Sr	-	97.2	74.6	64.8	39.8	31.5	Sr	-	145.3	118.4	102.5	82.9	65.5
Ba	-	91.9	70.6	61.2	34.8	28.2	Ba	-	138.3	108.4	91.2	76.0	59.4



Расми 10. Вобастагии муқоисавии тағйирёбии суръати миёнаи ҳақиқии оксидшавии $K \cdot 10^{-4}$ ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сония}^{-1}$) хӯлаҳои Zn5Al (1) ва Zn55Al (2), ки дар таркибашон (0.05%-и вазн) МНЗ доранд, аз рақами тартибии компоненти ҷавҳаронии хӯла.



Расми 11. Вобастагии муқоисавии тағйирёбии суръати миёнаи ҳақиқии оксидшавии $K \cdot 10^{-4}$ ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сония}^{-1}$) хӯлаҳои Zn5Al (1) ва Zn55Al (2), ки дар таркибашон (0.05%-и вазн) элементҳои гурӯҳи IIА доранд, аз рақами тартибии компоненти ҷавҳаронии хӯла.

- иловаҳои Be, Mg ва МИЗ (Ca, Sr, Ba) оксидшавии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al –ро каме зиёд намуда, вале иловаҳои МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) бошад, мутаносибан (дар ҳудуди 0.005-0.05%-и вазн) оксидшавии хӯлаҳои аввалияро назаррас кам менамоянд;

- маҳсули оксидшавии хӯлаҳои таҳқиқшуда аз оксидҳои содда Al_2O_3 , ZnO, Sc_2O_3 , Y_2O_3 , Ce_2O_3 , Pr_2O_3 , Nd_2O_3 , ErO, BeO, MgO, CaO, SrO, BaO, $ZnAl_2O_4$ ва дучандаи таркиби $Al_2O_3 \cdot ZnO$, $Al_2O_3 \cdot Sc_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot Y_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot Ce_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot Pr_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot BeO$, $Al_2O_3 \cdot MgO$, $Al_2O_3 \cdot CaO$, $Al_2O_3 \cdot SrO$ ва $Al_2O_3 \cdot BaO$ иборатанд.

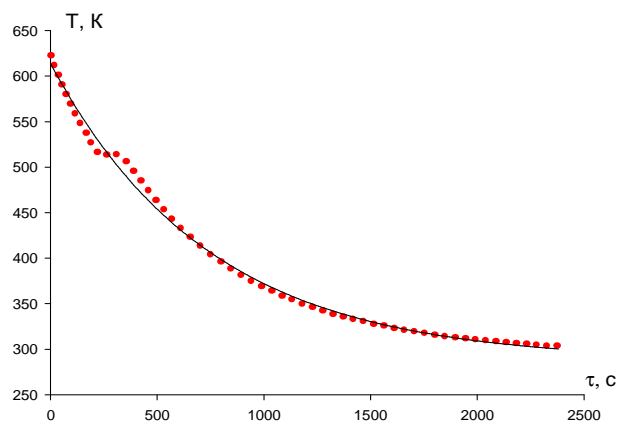
Ҳамин тавр, алоқаи бевосита байни оксидшавӣ ва хосиятҳои физикӣ-химиявии хӯлаҳои чавҳаронидашуда мавҷуд аст. Чавҳаронии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо металлҳои нодирзаминӣ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ (0.005-0.05%-и вазн) имкон медиҳанд, ки хӯлаҳои нави кашфкардашуда ба сифати рӯйпӯшҳои анодии насли нав барои ҳифз намудани конструксияҳо, маснуотҳо ва иншоотҳои пӯлодӣ аз коррозия, ки дар ҳарорати баланд истифода мешаванд, пешниҳод гарданд.

ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКӢ ВА ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӢЛАҲОИ РУҲ-АЛЮМИНИЙ БО МЕТАЛЛҲОИ НОДИРЗАМИНӢ ВА ЭЛЕМЕНТҲОИ ГУРӢҲИ ПА ЧАДВАЛИ ДАВРӢ

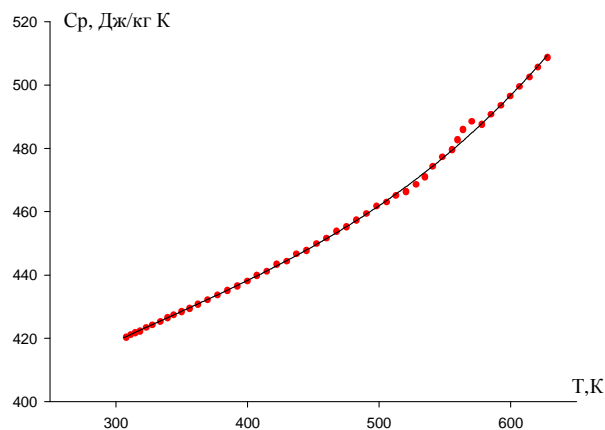
Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиш ва муайянкунии энталпии ҳалшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ

Таҳқиқоти вобастагии ҳароратии зарифҳои гармидиҳӣ ва гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо концентратсияҳои гуногуни бериллий, магний ва металлҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) чавҳаронида шудаанд, дар фосилаи ҳароратии 300-650 К гузаронида шуд. Аз рӯйи қиматҳои гармиғунҷоиш ва суръати хунуккунӣ ($dT/d\tau$) вобастагии ҳароратии зарифи гармидиҳии хӯлаҳои таҳқиқшуда ҳисоб карда шуд. Дар системаҳои Zn5Al-Be (Mg, Ca, Sr, Ba) дар ҳудуди ҳароратии 520-530 К таназзули зарифи гармидиҳӣ мушоҳида гардид. Ҳаракати ғайриоддӣ бештар дар графикҳои вобастагии ҳароратии намунаи хӯлаҳо аз вақти хунуккунӣ дида шудааст (расмҳои 12, 13). Ин ҳаракати ғайриоддии зиёдшавии ҳарорат (520-530 К) ҳамчунин дар графикҳои вобастагии гармиғунҷоиш аз ҳарорат барои хӯлаи чавҳаронидашудаи Zn5Al низ мушоҳида гардид (расмҳои 14-17). Ҳамин тариқ, дар мавзеи 520-530 К зиёдшавии ҳарорати хӯлаҳои чавҳаронидашуда мушоҳида гардид, ки зоҳиран, он бо гузариши фазавии ҷинси яқум алоқа дорад, зеро бо ҷудокунии ҳарорати пинҳонии гузариши фазавӣ алоқаманд аст ва эҳтимоли дар ин мавзеи ҳарорат раванди аз нав кристаллизатсияшавии хӯлаҳо низ мавҷуд аст.

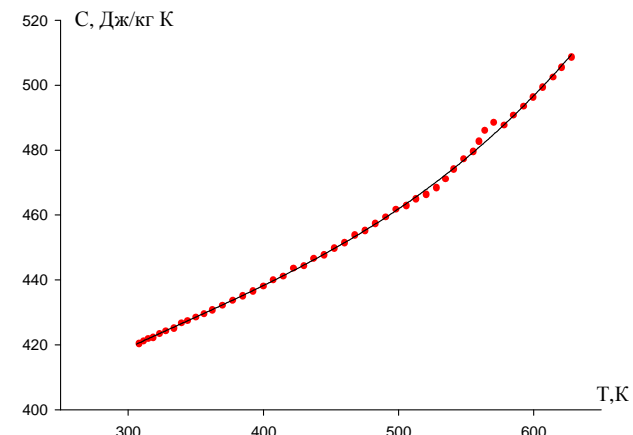
Ҳамин тавр, муодилаи тағйирёбии зарифи гармидиҳӣ ва гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои руҳ-алюминий, ки бо элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ чавҳаронида шудаанд, дар вобастагӣ аз фосилаи ҳароратии 300-650 К ва вақти хунуккунии таҳқиқот муайян карда шуд. Бо афзоиши ҳарорат ва зиёдшавии концентратсияи компоненти чавҳаронии сеюм гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои дучандаи Zn5Al ва Zn55Al зиёд шудаанд.



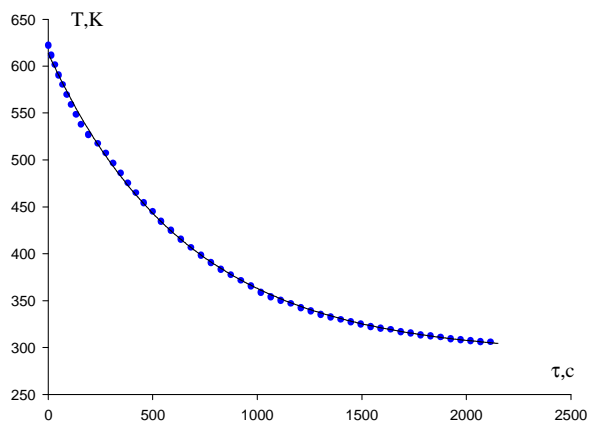
Расми 12. Графики вобастагии ҳароратии ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) бериллий дорад, аз вақти хунуккунӣ.



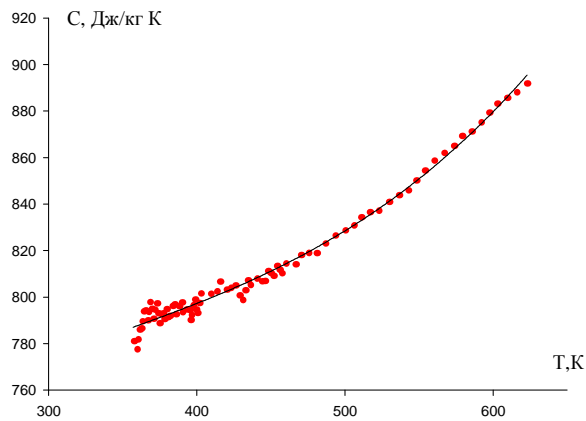
Расми 14. Вобастагии гармиғунҷоиши хоси ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) Ve дорад, аз ҳарорат.



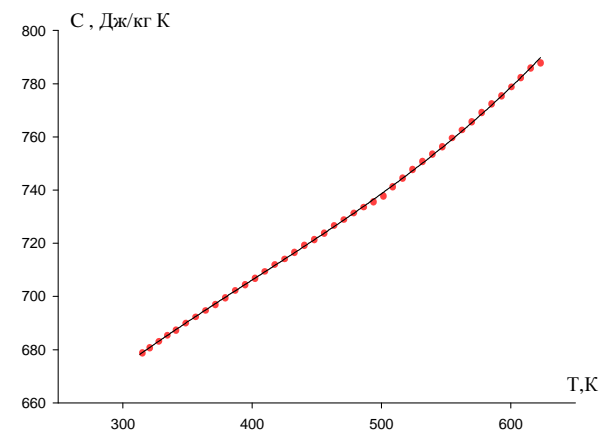
Расми 16. Вобастагии гармиғунҷоиши хоси ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) калсий дорад, аз ҳарорат.



Расми 13. Графики вобастагии ҳароратии ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) Ve дорад, аз вақти хунуккунӣ.



Расми 15. Вобастагии гармиғунҷоиши хоси ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) Ve дорад, аз ҳарорат.



Расми 17. Вобастагии гармиғунҷоиши хоси ҳўлаи Zn_5Al , ки дар таркибаш (0.01%-и вазн) Ca дорад, аз ҳарорат.

Чадвали 10. Таъсири бериллий ва магний ба энталпии ҳалшавии хӯлаи Zn5Al, хангоми T=298 К

№ таҷриба	Таркиби хӯла, %-и вазн	Вазни намуна, г	Энталпии ҳалшавӣ, Қ	Массаи молярӣ, г/мол	Энталпии ҳалшавӣ, кҚ/мол	Таркиби хӯла, %-и вазн	Вазни намуна, г	Энталпии ҳалшавӣ, Қ	Массаи молярӣ, г/мол	Энталпии ҳалшавӣ, кҚ/мол
1	Zn5Al	0.0113	3.61±0.5	63.45	20.16±0.3	Zn5Al	0.0113	3.61±0.5	63.45	20.16±0.3
2		0.0015	5.56±0.4		23.17±0.2		0.0015	5.56±0.4		23.17±0.2
3		0.0043	1.47±0.4		23.33±0.2		0.0043	1.47±0.4		23.33±0.2
4		0.0037	1.21±0.4		20.58±0.2		0.0037	1.21±0.4		20.58±0.2
5		0.0082	2.72±0.4		22.18±0.2		0.0082	2.72±0.4		22.18±0.2
				<i>Миёна:</i>	<i>21.884±0.2</i>				<i>Миёна:</i>	<i>21.884±0.2</i>
1	Zn5Al+ 0.005Be	0.0042	1.98±0.2	63.42	2.99±0.2	Zn5Al+ 0.005Mg	0.0228	1.79±0.2	63.46	4.98±0.1
2		0.0503	2.36±0.3		2.98±0.1		0.0273	1.84±0.2		5.01±0.1
3		0.0776	3.96±0.3		3.25±0.2		0.0321	2.68±0.2		5.30±0.1
4		0.0487	1.82±0.2		3.11±0.2		0.0546	4.41±0.2		5.16±0.1
5		0.0385	2.11±0.2		3.02±0.3		0.0432	3.53±0.2		5.08±0.1
				<i>Миёна:</i>	<i>3.8375±0.2</i>				<i>Миёна:</i>	<i>5.13±0.1</i>
1	Zn5Al+ 1.0Be	0.0174	0.67±0.2	62.90	2.42±0.2	Zn5Al+ 0.5Mg	0.232	0.08±0.2	63.26	2.18±0.1
2		0.0313	1.15±0.2		2.31±0.2		0.348	1.25±0.2		2.27±0.1
3		0.0051	1.57±0.2		1.93±0.2		0.461	1.41±0.2		1.93±0.1
4		0.0423	1.27±0.2		2.05±0.2		0.327	1.17±0.2		2.03±0.1
				<i>Миёна:</i>	<i>2.1775±0.2</i>				<i>Миёна:</i>	<i>2.1025±0.1</i>
1	Zn5Al+ 2.0Be	0.0043	4.31±0.2	62.34	6.25±0.2	Zn5Al+ 2.0Mg	0.0024	0.58±0.2	61.65	1.45±0.2
2		0.0536	5.43±0.2		6.32±0.2		0.0348	0.67±0.2		1.19±0.2
3		0.0634	6.17±0.2		6.05±0.2		0.0518	0.84±0.2		1.31±0.2
4		0.0482	5.07±0.2		6.19±0.2		0.0417	0.76±0.2		1.27±0.2
				<i>Миёна:</i>	<i>6.2025±0.2</i>				<i>Миёна:</i>	<i>1.305±0.2</i>

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашудаи энталпии ҳалшавии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо бериллий ва магний чунин қонуниятҳои тағйирёбии энталпии ҳалшавии хӯлаҳо аниқ карда шудааст (ҷадвали 10):

- дар хӯлаҳои дучандаи аввалияи Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$ бо афзоиши миқдори алюминий зиёдшавии энталпии ҳалшавии хӯлаҳо аз 22 барои Zn_5Al то 80 барои $Zn_{55}Al$ кҶ/мол мушоҳида гардид;

- бо зиёдшавии миқдори бериллий дар хӯлаҳои системаҳои Zn_5Al-Be бузургии энталпии ҳалшавии хӯлаҳо кам гардида, қимати камтарин ба хӯлаи $Zn_5Al+1.0Be$ хос аст. Баъдан бо афзоиши миқдори бериллий дар хӯлаи аввалия зиёдшавии бузургии энталпии ҳалшавии хӯлаҳо мушоҳида гардид, ки бо ҳалшавии бериллий дар хӯлаи аввалия шарҳ дода мешавад;

- дар хӯлаҳои системаҳои Zn_5Al-Mg бо афзоиши миқдори магний камшавии бузургии энталпии ҳалшавии хӯлаҳо дида мешавад.

Ҳамин тавр, аниқ карда шудааст, ки ҳангоми ҷавҳаронии хӯлаҳои руҳ-алюминий (Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$) бо элементҳои гурӯҳи IIА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) то 0.5%-и вазн гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои аввалия зиёд мешаванд. Қимати энталпии ҳалшавӣ барои хӯлаҳои Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$, ки бо концентратсияҳои гуногуни бериллий ва магний ҷавҳаронида шудаанд, муайян карда шуда, таъсири компонентҳои ҷавҳаронӣ ба тағйирёбии энталпии ҳалшавии хӯлаҳои аввалия нишон дода шудааст.

Гармиғунҷоиши хос ва функцияҳои термодинамикии хӯлаҳои Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$ бо металлҳои нодирзаминӣ

Таҳқиқоти вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хос ва функцияҳои термодинамикии хӯлаҳои Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$, ки бо концентратсияҳои гуногуни МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ҷавҳаронида шудаанд, дар фосилаи ҳароратии 300-650 К гузаронида шуд.

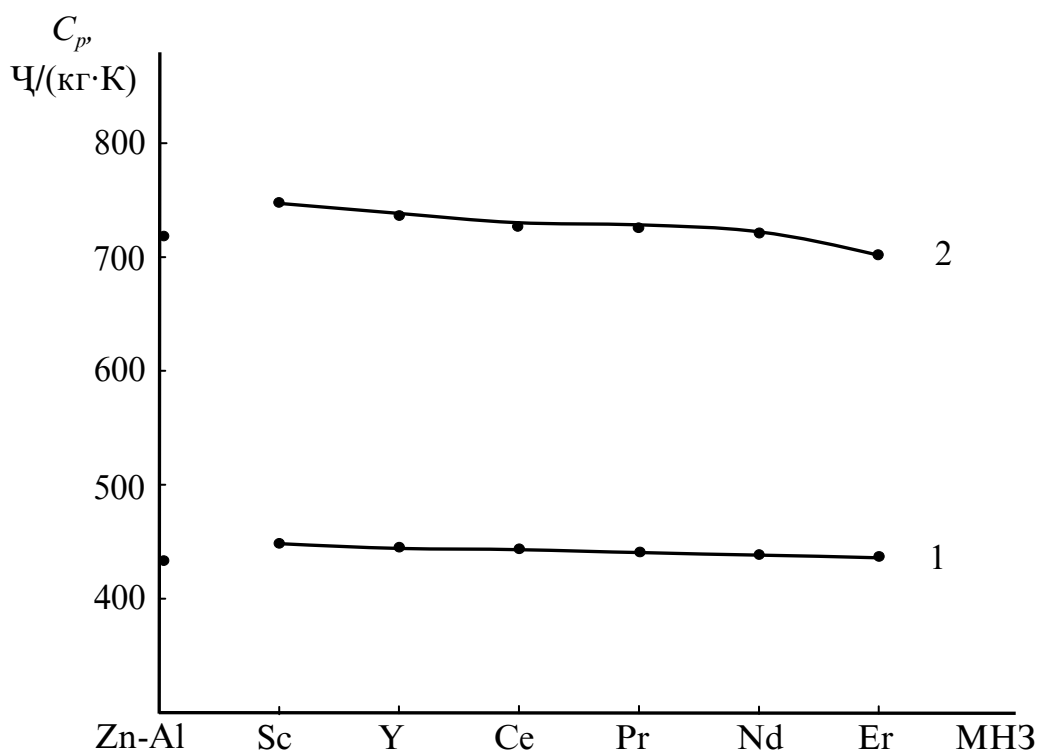
Дар ҷадвалҳои 11 ва 12 натиҷаҳои таҳқиқоти гармиғунҷоиши хос ва функцияҳои термодинамикии хӯлаҳои руҳ-алюминий бо скандий, иттрий, эрбий ва элементҳои зергурӯҳи серий, дар мисоли хӯлаҳо, ки дар таркибашон металлҳои нодирзаминӣ (0.5%-и вазн) доранд, оварда шудааст. Дида мешавад, ки бо афзоиши ҳарорат гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропияи хӯлаҳо зиёд гардида, дар ин ҳолат қимати энергияи Гиббс кам мешавад. Ҳангоми гузариш аз хӯлаҳои аввалияи Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$ ба хӯлаҳо бо скандий, иттрий, серий, празеодим, неодим ва эрбий бузургии гармиғунҷоиш кам мешавад, ки бо маълумоти адабиёт барои металлҳои тозаи нодирзаминӣ мувофиқат менамояд (ҷадвали 11, расми 18). Энталпия ва энтропияи хӯлаҳо ҳангоми гузариш аз хӯлаҳои аввалияи руҳ-алюминий ба хӯлаҳо бо металлҳои нодирзаминӣ зиёд шуда, энергияи Гиббс бошад, ба неодим кам гардида, баъдан ба эрбий афзоиш меёбад (ҷадвали 12). Муқоисакунии бузургии гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои Zn_5Al ва $Zn_{55}Al$ нишон дод, ки гармиғунҷоиши хӯлаи $Zn_{55}Al$ нисбат ба хӯлаи Zn_5Al бештар аст. Пайгирона, қиматҳои максималии параметрҳои додасишуда дар байни МНЗ ба хӯлаҳои бо скандий ҷавҳаронидашуда ва минималӣ бошад, ба хӯлаҳои бо эрбий ҷавҳаронидашуда тааллуқ доранд (ҷадвали 11, расми 18).

Чадвали 11. Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои Zn5Al-МНЗ ва Zn55Al-МНЗ

T, K	Гармиғунҷоиш, Ҷ/кг·К															МНЗ (адабиёт)		
	Zn5Al + 0.5%-и вазн МНЗ							Zn55Al + 0.5%-и вазн МНЗ							Sc Pr	Y Nd	Ce Er	
	-	Sc	Y	Ce	Pr	Nd	Er	-	Sc	Y	Ce	Pr	Nd	Er				
300	415.7	418.6	417.7	417.5	416.7	416.3	414.5	671.0	684.5	682.4	680.3	679.5	678.7	670.7	<u>568</u> 184	<u>298</u> 190.1	<u>292</u> 168	
400	426.6	432.5	430.5	429.4	428.7	427.3	425.3	698.3	713.6	709.1	702.6	700.5	699.9	698.0	<u>586</u> 202	<u>305</u> 199.7	<u>202</u> 169	
500	446.6	450.3	448.6	447.9	447.6	447.4	445.2	720.1	749.1	731.0	728.3	727.5	722.1	700.8	<u>598</u> 211	<u>313</u> 210.1	<u>212</u> 172	
600	471.0	489.0	483.9	478.8	473.4	471.8	469.5	762.8	781.3	775.0	772.1	770.4	763.7	762.5	<u>611</u> 224	<u>321</u> 223.3	<u>228</u> 172	

Чадвали 12. Вобастагии ҳароратии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс барои хӯлаҳои Zn5Al-МНЗ ва Zn55Al-МНЗ

T, K	Zn5Al + 0.5%-и вазн МНЗ							Zn55Al + 0.5%-и вазн МНЗ							
	-	Sc	Y	Ce	Pr	Nd	Er	-	Sc	Y	Ce	Pr	Nd	Er	
энталпия, кҶ/мол·К															
300	8.52	8.83	8.78	8.73	8.68	8.55	8.53	8.65	8.82	8.79	8.78	8.72	8.70	8.64	
400	11.26	11.91	11.88	11.80	11.63	11.30	11.26	11.75	11.93	11.83	11.82	11.81	11.80	11.73	
500	14.12	14.97	14.83	14.68	14.55	14.17	14.14	14.97	15.18	15.11	15.09	15.06	15.01	14.99	
600	14.14	15.17	14.92	14.73	14.61	14.40	14.24	18.33	18.76	18.61	18.55	18.48	18.42	18.30	
энтропия, Ҷ/мол·К															
300	172.90	186.97	185.33	183.22	173.23	173.20	172.95	160.08	165.33	164.10	163.08	162.98	161.22	158.76	
400	180.80	196.02	195.11	181.14	181.14	181.12	180.80	168.96	172.27	171.99	170.02	169.92	169.17	167.57	
500	187.17	201.73	198.11	196.03	188.52	187.59	187.19	176.15	188.77	186.18	185.56	183.15	181.40	174.69	
600	191.04	204.74	200.67	199.82	199.63	199.07	191.09	182.28	185.41	184.32	183.95	183.58	183.32	180.77	
энергияи Гиббс, кҶ/мол·К															
300	-46.72	-46.84	-46.81	-46.79	-46.78	-46.78	-46.68	-39.37	-39.93	-39.71	-39.62	-39.58	-39.45	-39.35	
400	-67.04	-67.35	-67.28	-67.20	-67.14	-67.10	-67.00	-55.84	-56.89	-56.29	-56.19	-56.14	-56.04	-55.80	
500	-83.25	-88.87	-86.91	-85.75	-85.34	-85.04	-83.14	-68.72	-75.15	-73.75	-69.15	-69.09	-69.03	-68.68	
600	-98.44	-98.65	-98.58	-98.53	-98.49	-98.46	-98.42	-86.50	-93.26	-91.96	-86.96	-86.96	-86.68	-86.48	



Расми 18. Вобастагии муқоисавии ($T=500$ К) гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои Zn5Al (1) ва Zn55Al (2), ки дар таркибашон 0.05%-и вазн метали нодирзаминӣ доранд, аз рақами тартибии компоненти ҷавҳаронии хӯла.

Ҳамин тавр, дар речаи «хунуккунӣ» таҳқиқоти вобастагии ҳароратии суръати хунуккунӣ, зариби гармидиҳӣ ва гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои дучандаи Zn5Al, Zn55Al ва хӯлаҳои сечанда бо иштироқи бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) ва нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) дар фосилаи 300÷650 К гузаронида шуд. Нишон дода шудааст, ки ҳангоми таҳқиқоти хӯлаҳои системаҳои Zn5Al-Be (Mg, МИЗ) дар ҳудуди 520÷530 К таъсири ҳарорат ба вуҷуд омад, ки бо гузариши фазагии ҷинси якум, яъне рекристаллизатсияи хӯлаҳо алоқаманд аст. Муайян карда шудааст, ки миқдори компоненти ҷавҳаронӣ то 0.5%-и вазн (Be, Mg, МИЗ) бузургии гармиғунҷоиши хӯлаҳои аввалияи дучандаро зиёд менамоянд. Аниқ карда шудааст, ки дар хӯлаҳои системаҳои Zn5Al- ва Zn55Al-МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) бо афзоиши ҳарорат ва консентратсияи компоненти ҷавҳаронӣ гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳои руҳ-алюминий зиёд гардида, дар ҳолати хӯлаҳо бо эрбий андаке кам мешавад. Нишон дода шудааст, ки ҳангоми гузариш аз хӯлаҳои бо скандий ҷавҳаронидашуда ба хӯлаҳо бо иттрий, серий, празеодим, неодим ва эрбий бузургии гармиғунҷоиши хоси хӯлаҳо кам мешаванд, ки ба маълумоти адабиёт барои МНЗ-и тоза мувофиқат менамояд.

Хулоса, бо афзоиши ҳарорат ва миқдори компоненти ҷавҳаронии хӯлаҳо зариби гармидиҳӣ, гармиғунҷоиши хос, энталпия ва энтропияи хӯлаҳо зиёд шуда, қимати энергияи Гиббс кам мешавад. Пайгирона, хӯлаҳои ҷавҳаронидашуда (0.005-0.05%-и вазн) ҳамчун рӯйпӯшҳои анодии насли нав барои ҳифзи конструксияҳо, маснуот ва иншооти пӯлодӣ аз коррозия, ки дар ҳарорати баланд истифода мешаванд, пешниҳод мегарданд.

ХУЛОСАҶО

1. Таҳлили химиявии таркиби хӯлаҳои руҳ-алюминий ($Zn5Al$, $Zn55Al$), ки бо концентратсияҳои гуногуни бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (Ca , Sr , Ba) ва нодирзаминӣ (Sc , Y , Ce , Pr , Nd , Er) чавҳаронида шудаанд, дар микроскопи электронии SEM навъи AIS2100 (Кореяи ҷанубӣ) иҷро карда шуд. Саҳеҳии муайянкунии миқдори компоненти чавҳаронии хӯла аз бузургии ченкунӣ дар асбоби мазкур $\pm 10^{-3}$ –ро ташкил дод. Технологияи синтези хӯлаҳо мумкин аст, ҳангоми синтези дигар таркиби хӯлаҳо низ истифода шавад.

2. Бо усули потенциостатикӣ дар речаи потенциодинамикӣ таҳқиқоти хосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявии хӯлаҳои руҳ-алюминий $Zn5Al$ ва $Zn55Al$, ки бо бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (МИЗ) (Ca , Sr , Ba) ва нодирзаминӣ (МНЗ) (Sc , Y , Ce , Pr , Nd , Er) чавҳаронида шудаанд, дар муҳитҳои кислотагӣ (0.001н.(pH=3), 0.01н.(pH=2), 0.1н.(pH=1) HCl), нейтралӣ (0.03-, 0.3- и 3%-и NaCl (pH=7)) ва ишқорӣ (0.001н.(pH=10), 0.01н.(pH=11), 0.1н.(pH=12) NaOH) гузаронида шуд. Чунин қонуниятҳои тағйирёбии тавсифоти коррозионӣ-электрохимиявии хӯлаҳои таҳқиқшуда аниқ карда шудааст:

- вобастагии потенциали озоди коррозияи хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ аз миқдори мавҷудаи дар он металлҳои нодирзаминӣ ва элементҳои гурӯҳи ПА чадвали даврӣ тавзеҳи ғайриоддӣ дорад, яъне иловаҳои компоненти чавҳаронӣ то 0.05%-и вазн потенциали коррозияи хӯлаҳоро ба самти мусбат тағйир дода, вале ҳангоми концентратсияҳои элементҳои чавҳаронӣ (>0.1%-и вазн) бошад, бузургии ин потенциали хӯлаҳои руҳ-алюминий мураттаб ба самти қиматҳои манфӣ майл менамояд;

- зиёдшавии концентратсияи хлорид-ионҳо қобилияти камкунии бузургии потенциали озоди коррозияи хӯлаҳои мазкурро зоҳир менамоянд, мутаносибан дар ҳама фосилаҳои pH-и муҳит;

- қачхатҳои поляризатсионии потенциодинамикии анодии хӯлаҳои чавҳаронидашуда дар муқоиса бо қачхатҳои поляризатсионии анодии хӯлаҳои аввалияи $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ ба самти қиматҳои мусбӣ потенциал майл менамоянд, ки аз суръати пасти ҳалшавии анодӣ шаҳодат медиҳанд, мутаносибан дар муҳитҳои гуногун;

- потенциалҳои коррозия, питтингҳосилкунӣ ва репассивии хӯлаҳои аввалия бо афзоиши концентратсияи элементҳои чавҳаронӣ (0.005-0.05%-и вазн) ба самти қиматҳои мусбӣ майл менамоянд, ки баландшавии устувории коррозионии хӯлаҳои $Zn5Al$ ва $Zn55Al$ аз ин шаҳодат медиҳанд. Ин тамоюл бо ҳосилшавии қабатҳои оксидии муҳофизатии устувор ва бенуқсон дар сатҳи хӯлаҳо, ки бо устувориашон ба зидди хлорид-ионҳо фарқ менамоянд, шарҳ дода мешавад, мутаносибан дар электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH, ҳангоми қиматҳои гуногуни pH-и муҳит;

- суръати коррозияи хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al ҳангоми ҷавҳаронидани онҳо бо МНЗ, Ве, Mg ва МИЗ (дар ҳудуди 0.005-0.05%-и вазн) дар фосилаи 3÷9 рН-и муҳит 2-3 маротиба кам мешаванд, мутаносибан дар муҳитҳои кислотагӣ (электролит - HCl), нейтралӣ (NaCl) ва ишқорӣ (NaOH);

- муқоисакунии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо МНЗ, Ве, Mg ва МИЗ коркард шудаанд, нишон медиҳад, ки хӯлаҳо бо скандий, серий, бериллий ва стронсий нисбат ба хӯлаҳо бо иттрий, магний, празеодим, неодим, барий ва эрбий дорои структураҳои ниҳоят хурд мебошанд, яъне Sc, Ce, Be ва Sr дигаргункунандаҳои самараноки структураҳои хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al махсуб мешаванд.

3. Бо усули термогравиметрӣ таҳқиқоти кинетикаи оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al бо МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) дар ҳолати саҳт, дар муҳити ҳаво гузаронида шуд. Аниқ карда шудааст, ки бериллий, магний ва МИЗ (ҳангоми концентратсияҳои 0.005-0.05%-и вазн) каме оксидшавии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al –ро зиёд намуда, МНЗ бошад, махсусан скандий ва серий оксидшавиро назаррас кам менамоянд. Нишон дода шудааст, ки қимати минималии суръати ҳақиқии оксидшавӣ ба хӯлаҳои руҳ-алюминий бо скандий, серий ва бериллий рост омада, қиматҳои максималӣ бошад, ба хӯлаҳои бо калсий, барий ва эрбий ҷавҳаронидашуда хос аст. Хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al бо иттрий, стронсий, магний, празеодим ва неодим ҳолати мобайниро ишғол менамоянд. Муайян карда шудааст, ки дар байни МНЗ ва элементҳои гурӯҳи ПА ҷадвали даврӣ бештар компоненти ҷавҳаронии самаранок ин скандий, серий, бериллий ва стронсий мебошад, зеро (дар меъёри 0.005-0.05%-и вазн) оксидшавии хӯлаҳои аввалияи Zn5Al ва Zn55Al –ро назаррас кам менамоянд. Аниқ карда шудааст, ки оксидшавии хӯлаҳо ба қонуни гипербола итоат менамоянд; суръати ҳақиқии оксидшавӣ дорои тартиби 10^{-4} кг·м⁻²·сек⁻¹ аст. Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ дар вобастагӣ аз таркиб барои хӯлаҳои системаҳои Zn5Al-МНЗ аз 128.4 то 175.6 кҶ/мол; Zn55Al-МНЗ аз 154.4 то 194.4 кҶ/мол; Zn5Al-Ве (Mg, МИЗ) аз 140.2 то 67.5 кҶ/мол ва барои хӯлаҳои системаҳои Zn55Al-Ве (Mg, МИЗ) бошад, аз 165.3 то 104.3 кҶ/мол –ро ташкил дод, мутаносибан ҳангоми миқдори (0.005-0.05%-и вазн) компоненти ҷавҳаронӣ дар хӯлаҳои таҳқиқшуда.

4. Бо усули таҳлили рентгенофазавӣ таркиби фазавии маҳсули оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки дар таркибашон МНЗ, Ве, Mg ва МИЗ доранд ва нақши онҳо ҷиҳати бавучудоии механизми раванди оксидшавии хӯлаҳо аниқ карда шудааст. Муайян карда шудааст, ки ҳангоми оксидшавии хӯлаҳои таҳқиқшуда, оксидҳои соддаи Al₂O₃, ZnO, Sc₂O₃, Y₂O₃, Ce₂O₃, Pr₂O₃, Nd₂O₃, ErO, BeO, MgO, CaO, SrO, BaO, ZnAl₂O₄ ва дучандаи таркиби Al₂O₃·ZnO, Al₂O₃·Sc₂O₃, Al₂O₃·Y₂O₃, Al₂O₃·Ce₂O₃, Al₂O₃·Pr₂O₃, Al₂O₃·BeO, Al₂O₃·MgO, Al₂O₃·CaO, Al₂O₃·SrO, Al₂O₃·BaO ҳосил мешаванд.

5. Тарзи нави таҳқиқоти гармиғунҷоиши хоси металлҳо ва ҳӯлаҳо дар речаи «хунуккунӣ» бо усули қайдкунии автоматии ҳарорати намуна аз вақти хунуккунӣ пешниҳод гардид. Усули таҳқиқоти вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хоси ҳӯлаҳо дар фосилаи ҳароратии 300÷650 К коркард шуд. Саҳеҳии ченкунии ҳарорат 0.1 °С ва саҳвият 1%-ро ташкил дод. Қонуниятҳои тағйирёбии гармиғунҷоиши хоси ҳӯлаҳои мазкур дар фосилаи ҳароратии омӯхташуда ба қоидаи Нейман-Копп итоат менамояд. Нишон дода шудааст, ки зиёдшавии ҳарорат дар фосилаи 300÷650 К ба афзоиши қимати гармиғунҷоиши хоси ҳӯлаҳо мусоидат менамояд. Аниқ карда шудааст, ки қимати бузургии гармиғунҷоиши ҳӯлаи Zn55Al нисбат ба ҳӯлаи Zn5Al зиёд мебошад, пайгирона, қимати минималии гармиғунҷоиш ба ҳӯлаҳои руҳ-алюминий бо эрбий ва неодим рост омада, қимати максималӣ бошад, ба ҳӯлаҳои бо скандий ҷавҳаронидашуда тааллуқ дорад; ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al бо дигар компонентҳо ҳолати байнро ишғол менамоянд.

6. Интеграл аз гармиғунҷоиши молярии ҳӯлаҳо истифода шуда, вобастагии ҳароратии функсияҳои термодинамикии онҳо: энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс ҳисоб карда шуд. Муайян карда шудааст, ки бо афзоиши ҳарорат ва зиёдшавии миқдори Mn, Be, Mg ва Ni дар ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al энтропия ва энталпияи ҳӯлаҳо зиёд шуда, дар ин ҳолат бузургии энергияи Гиббс кам мешавад. Нишон дода шудааст, ки бузургии энтропия ва энтропияи ҳӯлаҳо ҳангоми гузариш аз ҳӯлаҳои аввалияи руҳ-алюминий ба ҳӯлаҳо бо Mn зиёд шуда, бузургии энергияи Гиббс аз скандий ба неодим кам гардида, баъдан ба эрбий меафзояд.

7. Бо усули калориметрии ҳалшавӣ таъсири иловаҳои бериллий ва магний ба энталпии ҳалшавии ҳӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al омӯхта шуд. Аниқ карда шудааст, ки бо афзоиши миқдори алюминий дар ҳӯлаҳои дучандаи Zn5Al ва Zn55Al энталпии ҳалшавии ҳӯлаҳо аз 22 то 80 кҶ/мол –ро ташкил дод; ҳангоми иловакунии компоненти сеюм ба ҳӯлаҳои дучандаи аввалия камшавии энталпияи ҳалшавӣ барои ҳӯлаҳои системаҳои Zn5Al-Be (Mg) ва Zn55Al-Be (Mg) аз 22 то 4 ва аз 80 то 6 кҶ/мол –ро мутаносибан ташкил дод; бо афзоиши миқдори Be (то 1.0%-и вазн) дар ҳӯлаи аввалия афзудани энталпии ҳалшавӣ мушоҳида гардид, ки бо ҳалшавии бериллий дар ҳӯлаи аввалия шарҳ дода шудааст; бо афзоиши миқдори магний дар ҳӯлаҳои системаи Zn5Al-Mg камшавии қимати бузургии энталпии ҳалшавии ҳӯлаҳо дида шудааст.

8. Таркиби ҳӯлаҳои коркардшуда бо 9 патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷумҳурии Ислонд Эрон ҳифз карда шуда, ба сифати рӯйпӯшҳои анодии муҳофизатии маснуот аз пӯлод, дар шӯбаи илмӣ-таҳқиқотии Донишгоҳи озодаи ш.Маҷлисӣ (Исфажон) Ҷумҳурии Ислонд Эрон (акти истифодабарӣ №998 аз 17.07.2017с.) санҷида шуд. Фоидаи иқтисодӣ аз истифодаи ҳӯлаҳои анодӣ ба сифати рӯйпӯшҳои муҳофизатии пӯлод дар 1м² сатҳи ҳифзшавандаи маснуот 8.1\$ -ро ташкил дод.

**НАТИҶАҶОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ
ДАР ИНТИШОРОТИ ЗЕРИН ИНЪИКОС ГАРДИДААСТ:**

Монографияҳо:

1. **Обидов, З.Р.** Анодные защитные цинк-алюминиевые покрытия с элементами II группы / З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев. Издательский дом: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.- 288 с.
2. **Обидов, З.Р.** Физикохимия цинк-алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами / З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев, Душанбе: ООО «Андалеб Р», 2015.- 334 с.

Мақолаҳо, ки дар маҷаллаҳои тақризии бонуфузи тавсиянамудаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд ва ба системаҳои иқтибосовари РИНЦ, Web of Science, Scopus, Springer ворид гардидаанд:

3. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение и окисление сплавов Zn5Al, Zn55Al, легированных стронцием / З.Р. Обидов // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2012, т.48, №3, с.305-308.
Obidov, Z.R. Anodic behavior and oxidation of strontium-doped Zn5Al and Zn55Al alloys / Z.R. Obidov // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 2012, vol.48, No.3, p.352-355.
4. **Обидов, З.Р.** Влияние pH среды на анодное поведение сплава Zn55Al, легированного бериллием и магнием / З.Р. Обидов // Журнал прикладной химии, 2015, т.88, № 9, с.1306-1312.
Obidov, Z.R. Effect of pH on the anodic behavior of beryllium and magnesium doped alloy Zn55Al / Z.R. Obidov // Russian Journal of Applied Chemistry, 2015, vol.88, No.9, p.1451-1457.
5. **Обидов, З.Р.** Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn-55Al, легированного бериллием, магнием и празеодимом / З.Р. Обидов // Теплофизика высоких температур, 2017, т.55, № 1, с.146-149.
Obidov, Z.R. Thermophysical properties and thermodynamic functions of the beryllium, magnesium and praseodymium alloyed Zn-55Al alloy / Z.R. Obidov // High Temperature, 2017, vol.55, No. 1, p.150-153.
6. **Обидов, З.Р.** Кинетика окисления сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных скандием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев // Журнал физической химии, 2013, т.87, №4, с.717-719.
Obidov, Z.R. Effect of scandium doping on the oxidation resistance of Zn5Al and Zn55Al alloys / Z.R. Obidov, A.V. Amonova, I.N. Ganiev // Russian Journal of Physical Chemistry A, 2013, vol.87, No.4, p.702-703.
7. Amini, R.N. Temperature dependence of thermodynamic properties of Zn-5Al and Zn-55Al alloys with magnesium / R.N. Amini, Z. Nizomov, **Z.R. Obidov** ets. // Oriental Journal of Chemistry, 2012, vol.28, No.2, p.841-846.
8. Amini, R.N. Galfan I and Galfan II doped with calcium, corrosion resistant alloys / R.N. Amini, M.B. Irani, I.N. Ganiev, **Z.R. Obidov** // Oriental Journ. of Chemistry,

2014, vol.30, №3, p.969-973.

9. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение сплавов Zn5Al, Zn55Al, легированных кальцием, в растворах NaCl / З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, Н.И. Ганиева // Журнал прикладной химии, 2010, т.83, №6, с.692-695.
Obidov, Z.R. Anodic behavior of Zn5Al and Zn55Al alloys alloyed with calcium in NaCl solutions / Z.R. Obidov, I.N. Ganiev, Dzh.N. Aliev, N.I. Ganieva // Russian Journal of Applied Chemistry, 2010, vol. 83, No.6, p.1015-1018.
10. **Обидов, З.Р.** Влияние pH среды на анодное поведение сплавов Zn55Al, легированных скандием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев // Известия вузов. Цветная металлургия, 2013, №2, с.247-254.
Obidov, Z.R. Influence of the pH of the medium on the anodic behavior of scandium – doped Zn55Al alloy / Z.R. Obidov, A.V. Amonova, I.N. Ganiev // Russian Journal of Non-Ferrous Metals, 2013, vol.54, No.3, p.234-238.
11. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение и окисление сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных барием / З.Р. Обидов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета), 2015, № 31(57), с.51-54.
12. **Обидов, З.Р.** Влияние pH среды на анодное поведение сплава Zn5Al, легированного бериллием и магнием / З.Р. Обидов // Известия СПбГТИ(ТУ), 2015, № 32(58), с.52-55.
13. Amini, R.N. Potentiodynamical research of Zn-Al-Mg alloy system in the neutral ambience of NaCl electrolyte and influence of Mg on the structure / R.N. Amini, **Z.R. Obidov**, I.N. Ganiev, R.B. Mohamad // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology, 2012, vol.2, №2, p.110-114.
14. Amini, R.N. Anodic behavior of Zn-Al-Be alloys in the NaCl solution and the influence of Be on structure / R.N. Amini, **Z.R. Obidov**, I.N. Ganiev, R. Mohamad // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology, 2012, vol.2, №2, p.127-131.
15. Амини, Р.Н. Анодное поведение сплавов систем Zn5Al-Be и Zn55Al-Be, в нейтральной среде NaCl / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** // Современный научный вестник, 2011, №13(109), с.98-104.
16. Алиханова, С.Д. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn55Al, легированного церием / С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** и др. // Вестник Таджикского технического университета, 2014, №4(28), с.82-87.
17. Ганиев, И.Н. Окисление сплава Zn5Al, легированного барием, кислородом газовой фазы / И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, Н.И. Ганиева, **З.Р. Обидов** // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, т.54, №5, с.381-385.
18. Амини, Р.Н. Кинетика окисления сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных бериллием / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, т.54, №6, с.489-492.
19. Алиханова, С.Д. Кинетика окисления сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированного неодимом / С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** //

- Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2012, №3(48), с.92-97.
20. **Обидов, З.Р.** Кинетика окисления сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных эрбием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан, 2012, т.55, №5, с.403-406.
 21. Алиев, Д.Н. Окисление сплава Zn55Al, легированного стронцием, кислородом газовой фазы / Д.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Н.И.Ганиева // Вестник Технологического университета Таджикистана, 2014, т.1(22), с.8-11.
 22. Ганиев, И.Н. Влияние добавок кальция на анодное поведение цинк-алюминиевого покрытия Zn5Al в среде NaCl / И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, **З.Р. Обидов** // Доклады АН Республики Таджикистан, 2008, т.51, № 9, с.691-695.
 23. Алиев, Д.Н. Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного кальцием, в среде электролита NaCl / Д.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** и др. // Известия АН Республики Таджикистан, 2009, № 1(134), с.55-58.
 24. Амини, Р.Н. Влияние добавок магния на анодное поведение сплава Zn55Al, в среде электролита NaCl / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Н.И. Ганиева // Известия АН Республики Таджикистан, 2009, №4(137), с.78-82.
 25. Амини, Р.Н. Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного бериллием, в среде электролита NaCl / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Н.И. Ганиева // Доклады АН Республики Таджикистан, 2010, т.53, № 2, с.131-134.
 26. Амонова, А.В. Влияние добавок скандия на анодное поведение сплава Zn5Al в среде электролита NaCl / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** // Вестник Таджикского технического университета, 2010, №1(9), с.40-43.
 27. Амонова, А.В. Коррозионно-электрохимическое поведение сплава Zn55Al, легированного эрбием / А.В. Амонова, **З.Р. Обидов**, А.Б. Бадалов и др. // Доклады АН Республики Таджикистан, 2010, т.53, №6, с.486-489.
 28. Алиханова, С.Д. Коррозионно-электрохимическое поведение сплава Zn55Al, легированного элементами подгруппы церия / С.Д. Алиханова, **З.Р. Обидов**, И.Н. Ганиев и др. // Доклады АН Республики Таджикистан, 2010, т.53, №7, с.557-560.
 29. Алиев, Д.Н. О влиянии щелочноземельных металлов на коррозионно-электрохимические свойства цинк-алюминиевых покрытий / Д.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Н.И. Ганиева // Вестник Таджикского технического университета, 2011, №2(14), с.14-17.
 30. Амонова, А.В. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного скандием, иттрием и эрбием, в среде электролита NaCl / А.В. Амонова, **З.Р. Обидов**, И.Н. Ганиев и др. // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2010, №3(140), с.91-95.
 31. Алиханова, С.Д. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного церием, в среде электролита NaCl // С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** и др. // Известия АН Республики Таджикистан, 2010, №3(140), с.96-100.

*Мақолаҳое, ки дар маводҳои конференсияҳо, симпозиумҳо,
форумҳо ва семинарҳо нашр шудаанд:*

32. **Обидов, З.Р.** Потенциодинамическое исследование цинк-алюминиевых сплавов, легированных скандием, в среде электролита NaCl / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев // VI Междунар. науч.-практ. конф. «Нумановские чтения», Душанбе, Институт химии Республики Таджикистан, 2009, с.150-152.
33. **Обидов, З.Р.** Защитные покрытия на основе цинк-алюминиевых сплавов, легированных иттрием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев // Матер. респ. научно-практ. конф. «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», Душанбе, Таджикский технический университет (ТТУ) им. акад. М.С. Осими, 2009, с.133-135.
34. **Обидов, З.Р.** Защитные покрытия на основе цинк-алюминиевых сплавов, легированных скандием / З.Р. Обидов, А.В.Амонова, Н.М.Муллоева, И.Ганиев // Матер. респ. научно-практ. конф. «Инновационные технологии в науке и технике», Душанбе, Технологический университет Таджикистана (ТУТ), 2010, с.71-74.
35. Амини, Р.Н. Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного магнием, в среде электролита NaCl / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** // Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. «Перспективы развития науки и образования», Душанбе, ТТУ им. М.С. Осими, 2010, с.138-140.
36. Amini, R.N. Electrochemical properties of Zn55Al intermetallic with additives magnesium / R.N. Amini, I.N. Ganiev, **Z.R. Obidov** // Mater. 17th Intern. Conf. on Solid Compounds of Transition Elements, Annecy, France, 2010, p.78.
37. Ishov, B. The thermodynamic analysis and thermal property of the Al-Nd intermetallic systems / B. Ishov, M. Razazi, **Z.R. Obidov**, A.B. Badalov // IX Mater. Intern. Conf. on Crystal Chemistry of Intermetallic Compounds. Ivan Franko Nation University of Ukraine, 2010, p.58.
38. Низомов, З. Температурная зависимость термодинамических свойств сплава Zn55Al / З. Низомов, Р. Саидов, **З.Р. Обидов**, Р. Амини // Междунар. конф. «Современные вопросы молекулярной спектроскопии конденсированных сред», Душанбе, 2011, с.75-77.
39. Алиев, Д.Н. Кинетика окисления твердого сплава Zn5Al, легированного стронцием /Д.Н. Алиев, Н.И. Ганиева, **З.Р. Обидов** // Междунар. науч.-практ. конф. «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии», Абишевские чтения, Караганда, Казахстан, Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, 2011, с.160-162.
40. Амини, Р.Н. Влияние магния на энтальпию растворения сплава Zn5Al / Р.Н. Амини, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** и др. // Сборник материалов Международной конференции «Перспективные разработки науки и техники», Прага, 2011, т.54, с.26-28.

41. **Обидов, З.Р.** Энтальпия растворения сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных бериллием / З.Р. Обидов, Р.Н. Амини, М.Б. Разози и др. // Сб. мат. Междунар. конф. «Достижения высшей школы», Белгород, 2011, т.30, с.10-13.
42. **Обидов, З.Р.** Влияние рН среды на коррозионно-электрохимическое поведение цинк-алюминиевых сплавов, легированных празеодимом / З.Р. Обидов, С.Д. Алиханова, Н.И. Ганиева, А.В. Амонова // Мат. Междунар. науч.-практ. конф. «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии». Абишевские чтения, Караганда, Казахстан, 2011, с.178-180.
43. **Обидов, З.Р.** Защитные покрытия на основе цинк-алюминиевых сплавов, легированных эрбием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, Д. Джайлоев, И. Ганиев / Матер. респ. научно-практ. конф. «Академик М. Осими и развитие образования», Душанбе, ТТУ им. М.С. Осими, 2011, с.256-259.
44. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного скандием, иттрием и эрбием, в среде электролита NaCl / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, Н.Муллоева, С.Комилзод // Мат. респ. науч. конф. «Проблемы современной координационной химии», Душанбе, Таджикский национальный университет (ТНУ), 2011, с.54-55.
45. Амонова, А.В. Влияние рН среды на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиево-цинковых сплавов, легированных иттрием / А.В. Амонова, С. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** // Мат. респ. науч.-практ. конф. «Пути инновационного совершенствования обучения технологических дисциплин в учебных заведениях», Душанбе, Таджикский государственный педагогический университет (ТГПУ) им. С. Айни, 2011, с.118-120.
46. Амонова, А.В. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированных скандием, в кислых, нейтральных и щелочных средах / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, С.Д. Алиханова, **З.Р. Обидов** // Матер. IV респуб. научно-практ. конф. «Из недр земли до горных вершин», Чкаловск, Горно-металлургический институт Таджикистана, 2011, с.69-70.
47. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного бериллием, в кислых, нейтральных и щелочных средах / З.Р. Обидов, Р.Н. Амини, М. Разози // Респ. науч. конф. «Молодежь и современная наука», Душанбе, Комитет молодежи, спорта и туризма при Правительстве Республики Таджикистан, 2011, с.376-379.
48. Ганиев, И.Н. Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного бериллием, в кислых, нейтральных и щелочных средах / И.Н. Ганиев, Р.Н. Амини, **З.Р. Обидов** // Мат. Междунар. науч.-практ. конф. «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии», Абишевские чтения, Караганда, Казахстан, Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, 2011, с.168-171.
49. **Обидов, З.Р.** Анодные сплавы для защиты от коррозии стальных конструкций / З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев, Р.Н. Амини, Н.И. Ганиева // IV Междунар. конф. «Эффективность сотовых конструкций в изделиях

- авиационно-космической техники», Днепропетровск, Украина, 2011, с.171-177.
50. **Обидов, З.Р.** Анодное поведение сплавов систем Zn5Al-Mg и Zn55Al-Mg, в нейтральной среде NaCl / З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев, Р.Н. Амини, Н.И. Ганиева // Сб. матер. VII Межд. научно-практ. конф. «Восточное партнерство», Прага, 2011, т.6, с.12-17.
 51. Razzazi, M. The melting temperature and thermodynamics features of the Al-Pr intermetallic systems / M. Razzazi, R. Amini, A.B. Badalov, **Z.R. Obidov** // Mater. Intern. conf. on «Euromat-2011», Montpellier, France, 2011, p.677.
 52. Ganiev, I.N. Electrochemical properties of intermetallic Zn-55Al with additive beryllium / I.N. Ganiev, R. Amini, **Z.R. Obidov** // Mater. Intern. conf. on «Euromat-2011», Montpellier, France, 2011, p.823.
 53. Amini, R.N. Influence of beryllium and magnesium on enthalpy of dissolution of Zn-55Al and Zn-5Al alloys / R. Amini, A.B. Badalov, I.N. Ganiev, **Z.R. Obidov** // Mater. Intern. conf. on «Calorimetry and thermal effects in catalysis», Montpellier, France, 2012, p.128.
 54. Ganiev, I.N. Influence of heat treatment on physical chemistry properties of alloyed aluminum / I.N. Ganiev, R.B. Mohamad, **Z.R. Obidov** // Mater. 3rd Intern. conf. on «Materials heat treatment». Islamic Azad University, Isfahan, Iran, 2012, p.33.
 55. Amini, R.N. Dependence of temperature on thermodynamic properties of Zn5Al-Be and Zn55Al-Be alloys / R.N. Amini, I.N. Ganiev, R.B. Mohamad, **Z.R. Obidov** // Mater. 3rd Intern. conf. on «Materials heat treatment», Islamic Azad University, Isfahan, Iran, 2012, p.79.
 56. Амонова, А.В. Кинетика окисления сплава Zn55Al, легированного иттрием кислородом газовой фазы / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, С.Д. Алиханова, **З.Р. Обидов** // Мат. респ. науч.-практ. конф. «Вклад науки в инновационном развитии регионов Республики Таджикистан», Душанбе, 2012, с.8-9.
 57. Амонова, А.В. Влияния иттрия на кинетику окисления сплава Zn5Al / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов** и др. // Мат. респ. науч.-практ. конф. «Основные задачи материаловедения в машиностроение и методика их преподавания», Душанбе, ТГПУ им. С. Айни, 2012, с.20-24.
 58. **Обидов, З.Р.** Теплофизические и термодинамические свойства цинк-алюминиевых сплавов, легированных эрбием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, Н.Б. Одинаева // Сб. матер. Междунар. научно-техн. конф. «Нефть и газ Западной Сибири», Тюмень, ТюмГНГУ, 2013, т.2, с.84-88.
 59. Алиханова, С.Д. Влияние празеодима на кинетику окисления сплава Zn55Al / С.Д.Алиханова, И.Н. Ганиев, Н.Б. Одинаева, **З.Р. Обидов** // Сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 1150-летию Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази, Душанбе, Институт химии АН Республики Таджикистан, 2015, с.64-66.

60. Амонова, А.В. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{5Al} , легированного эрбием / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, Ф.Р. Сафарова, **З.Р. Обидов** // Сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 1150-летию Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази, Душанбе, Институт химии АН Республики Таджикистан, 2015, с.66-68.
61. Алиханова, С.Д. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{5Al} , легированного неодимом / С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Д.Г. Шарипов // Сб. тез. докл. науч. конф. «Актуальные проблемы современной науки», Душанбе, Филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», 2015, с.27-28.
62. **Обидов, З.Р.** Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{55Al} , легированного неодимом / З.Р. Обидов, С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, Д.Г. Шарипов // Сб. матер. Междунар. науч. конф. «Наука, техника и инновационные технологии в эпоху могущества и счастья», посвящ. Дню науки в Туркменистане, Ашхабад, 2015, с.229-234.
63. **Обидов, З.Р.** Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{5Al} , легированного празеодимом / З.Р. Обидов, С.Д. Алиханова, Ф.Р. Сафарова, С.Б. Бобоева // Сборник материалов Всероссийской Международной научно-практической конференции «Новые технологии – нефтегазовому региону», Тюмень, ТюмГНГУ, 2015, т.4, с.63-65.
64. **Обидов, З.Р.** Влияние рН среды на анодное поведение сплава Zn_{5Al} , легированного иттрием / З.Р. Обидов, А.В. Амонова, Ф.Р. Сафарова // Сб. матер. Всеросс. Межд. науч.-практ. конф. «Новые технологии – нефтегазовому региону», Тюмень, ТюмГНГУ, 2015, т.4, с.66-68.
65. Амонова, А.В. Кинетика окисления цинк-алюминиевых сплавов, легированных эрбием / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, Н.Б. Одинаева, **З.Р. Обидов** // Международный форум «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны», Душанбе, Технологический университет Таджикистана, 2015, с.48-51.
66. Алиханова, С.Д. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{5Al} , легированного церием / С.Д. Алиханова, И.Н. Ганиев, **З.Р. Обидов**, Д.Г. Шарипов // Международный форум «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны», Душанбе, Технологический университет Таджикистана, 2015, с.43-47.
67. Амонова, А.В. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплава Zn_{55Al} , легированного иттрием / А.В. Амонова, И.Н. Ганиев, Ф.Р. Сафарова, **З.Р. Обидов** // Матер. респуб. конф. «Состояние химической науки и её преподавание в образовательных учреждениях Республики Таджикистан», Душанбе, ТГПУ им. С.Айни, 2015, с.15-17.

Ихтироотҳо аз рӯи мавзӯи диссертатсия:

68. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 199, МПК С22С 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, З.Р. Обидов, А.В. Амонова, С.Дж. Алиханова - №0800256; заявл. 11.11.08; опубл. 24.12.08, Бюл. 53, 2009.- 2 с.
69. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 276, МПК С22С 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, Д.Н. Алиев, З.Р. Обидов, Н.И. Ганиева - №0900343; заявл. 19.05.09; опубл. 02.12.09, Бюл. 56, 2009.- 2 с.
70. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 309, МПК С22С 18/00; 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, Р.Н. Амини, З.Р. Обидов, Н.И. Ганиева - №1000422; заявл. 23.02.10; опубл. 16.03.10, Бюл. 57, 2010.- 2 с.
71. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 310, МПК С22С 18/00; 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, Р.Н. Амини, З.Р. Обидов, Н.И. Ганиева - №1000423; заявл. 23.02.10; опубл. 16.03.10, Бюл. 57, 2010.- 2 с.
72. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 317, МПК С22С 18/00; 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, С.Д. Алиханова, Н.И. Ганиева - №1000427; заявл. 09.03.10; опубл. 09.04.10, Бюл. 58, 2010.- 2 с.
73. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 318, МПК С22С 18/00; 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, Д.Н. Алиев, Р.Н. Амини - №1000428; заявл. 09.03.10; опубл. 09.04.10, Бюл. 58, 2010.- 2 с.
74. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 319, МПК С22С 18/00; 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, А.В. Амонова, Н.И. Ганиева - №1000429; заявл. 09.03.10; опубл. 09.04.10, Бюл. 58, 2010.- 2 с.
75. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 422, МПК С22С 18/04. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, А.В. Амонова, А. Сафаров, М. Джураева - №1100559; заявл. 09.02.11; опубл. 18.05.11, Бюл. 62, 2011.- 2 с.
76. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 510, МПКG01K17/08. Установка для измерения теплоёмкости твёрдых тел / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: З. Низомов, Б. Гулов, Р. Саидов, З.Р. Обидов, Ф. Мирзоев, З. Аvezов, Н. Иброхимов - №1100659; заявл. 03.10.11; опубл. 12.04.12, Бюл. 72, 2012.- 3 с.
77. Патент Исламской Республики Иран № IR 27467. Цинк-алюминиевый сплав / **З.Р. Обидов**; заявитель и патентообладатель: Р.Н. Амини, З.Р. Обидов, И.Н. Ганиев / Приоритет изобретения от 18.12.2014 г.

ШАРҲИ МУХТАСАР

ба диссертатсияи Обидов Зиёдулло Раҳматович «Коррозияи хӯлаҳои руҳ-алюминий насли нав», барои дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои химия аз рӯи ихтисоси 05.17.03 – технологияи равандҳои электрохимиявӣ ва муҳофизат аз коррозия

Мақсади корҳои таҳқиқотӣ ин коркарди таркиби оптималии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо бериллий, магний, металлҳои ишқорзаминӣ (Ca, Sr, Ba) ва нодирзаминӣ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) чавҳаронида шудаанд, мебошад, ки ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлаҳои анодӣ барои ҳифз намудани конструксияҳо, маснуот ва иншоотҳои пӯлодӣ аз коррозия пешниҳод мегарданд.

Ба сифати маводҳои аввалияи таҳқиқот руҳ ва магнии металлӣ тамғаи ХЧ (гранулашакл), алюминий тамғаи А7 ва лигатураи он бо элементҳои чадвали даврӣ (%-и вазн: 2% Sc ва Be, 7% Y ва 10% Ce, Pr, Nd, Er, Ca, Sr, Ba) истифода гардидааст. Таҳқиқотҳо бо истифодаи услубҳои микроструктуравӣ, микрорентгеноспектралӣ, потенциостатикӣ, термогравиметрӣ, рентгенофазавӣ ва асбобҳои муосири микроскопи электронии SEM навъи AIS2100, потенциостат ПИ-50.1.1, дастгоҳи TGA ва ДРОН-2.0 анҷом дода шудааст.

Дар асоси таҳқиқотҳои эксперименталӣ: қонуниятҳои тағйирёбии ҳосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al аз миқдори МНЗ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) ва элементҳои гурӯҳи IIА чадвали даврӣ (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) дар электролитҳои HCl, NaCl ва NaOH бо консентратсияҳои гуногун, дар вобастагӣ аз pH-и муҳит аниқ карда шудааст; қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии баландҳароратии хӯлаҳои руҳ-алюминий Zn5Al ва Zn55Al бо МНЗ ва Be, Mg, МИЗ дар ҳолати саҳт муайян карда шудааст; нақши элементҳои чавҳаронӣ дар ҳосилкунии таркиби фазавӣ маҳсули оксидшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки дар таркибашон МНЗ ва элементҳои гурӯҳи IIА чадвали даврӣ доранд, аниқ карда шуда, инчунин нақши онҳо дар механизми оксидшавӣ низ нишон дода шудааст; қонуниятҳои тағйирёбии вобастагии ҳароратии ҳосиятҳои гармофизикӣ ва функцияҳои термодинамикии хӯлаҳои дучандаи Zn5Al, Zn55Al ва сечандаи системаҳои Zn5Al-Be (Mg, МИЗ, МНЗ) ва Zn55Al-Be (Mg, МИЗ, МНЗ) аниқ карда шудааст; муодилаи навишти тағйирёбии энталпии ҳалшавии хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, ки бо Be ва Mg чавҳаронида шудаанд, муайян карда шудааст.

Таркибҳои оптималии коркардшудаи хӯлаҳои руҳ-алюминий бо 9 патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Ҷумҳурии Ислонд Эрон ҳифз карда шуда, санҷишҳои таҷрибавӣ-саноатӣ онҳо ба сифати рӯйпӯшҳои хӯлаҳои анодӣ барои ҳифзи маснуоти пӯлодӣ аз коррозия дар Шуъбаи илмӣ-таҳқиқотии Донишгоҳи озодаи ш.Маҷлисии Исфохони Ҷумҳурии Ислонд Эрон гузаронида шудааст. Ҷоидаи иқтисодӣ аз истифодаи хӯлаҳои анодӣ ба сифати рӯйпӯшҳои муҳофизатии пӯлод 8.1\$ -ро дар 1 м² сатҳи ҳифзшавандаи маснуот ташкил дод.

Дастгоҳи эксперименталии коркардшуда барои ченкунии гармиғунҷоиши ҳисмҳои саҳт (Нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 510) дар равандҳои таълимӣ ва илмӣ дар факултети физикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ мавриди истифода қарор дорад.

Рисолаи диссертатсионӣ аз ҷаҳор боб иборат буда, муқаддима, боби таҳлилии адабиёт, се боби маводи эксперименталӣ, хулосаҳо, рӯйхати адабиёт ва замимаҳо дар бар мегирад. Диссертатсия дар 300 саҳифаи хуруфчинии компютерӣ баён мегардад, ки дорои 115 чадвал, 162 расм ва 171 номгӯи манбаҳои адабиётӣ мебошад.

Натиҷаҳои асосии рисолаи диссертатсионӣ дар 67 интишороти илмӣ, аз ҷумла 2 монография, 29 мақола дар маҷаллаҳои тақризӣ бонуфуз, ки ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия намудааст ва дар 36 маводҳои конференсҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ нашр шудааст.

Қалимаҳои қалидӣ: коррозия, хӯлаҳои Zn5Al ва Zn55Al, чавҳаронӣ, металлҳои нодирзаминӣ ва ишқорзаминӣ, услубҳои потенциостатикӣ, микроструктуравӣ ва термогравиметрӣ, таҳлили микрорентгеноспектралӣ ва рентгенофазавӣ, речаи «хунуккунӣ», ҳосиятҳои коррозионӣ-электрохимиявӣ ва физикӣ-химиявӣ, рафтори анодии хӯлаҳо.

РЕЗЮМЕ

к диссертации Обидова Зиёдулло Рахматовича «Коррозия цинк-алюминиевых сплавов нового поколения», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Цель работы заключается в разработке оптимального состава цинк-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных бериллием, магнием, щелочноземельными (Ca, Sr, Ba) и редкоземельными (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) металлами, предназначенных в качестве анодного сплавного покрытия нового поколения для защиты от коррозии стальных конструкций, изделий и сооружений.

В качестве объекта исследования использовались цинк и магниевый металлический марки ХЧ (гранулированный), алюминий марки А7 и его лигатур с элементами периодической таблицы (2 мас.% Sc и Be, 7 мас.% Y и 10 мас.% Ce, Pr, Nd, Er, Ca, Sr, Ba). Исследования проводились микрорентгеноспектральным и металлографическим (электронный микроскоп SEM серии AIS2100), потенциостатическим (потенциостат ПИ-50.1.1), термогравиметрическим (аппарат TGA), рентгенофазовым (ДРОН-2.0) методами и измерением теплоемкости в режиме «охлаждения».

На основе экспериментальных исследований: установлены закономерности изменения коррозионно-электрохимических характеристик сплавов Zn5Al и Zn55Al от содержания РЗМ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) и элементов ПА группы периодической таблицы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) в электролитах HCl, NaCl и NaOH различной концентрации, в зависимости от pH среды; выявлены закономерности изменения кинетических и энергетических характеристик процесса высокотемпературного окисления указанных сплавов в твердом состоянии; установлена роль легирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления легированных цинк-алюминиевых сплавов, и показана их роль в механизме окисления; определены закономерности изменения температурной зависимости теплофизических характеристик и термодинамических функции данных сплавов, в интервале температур 300-650 К; получены уравнения, описывающие изменения энтальпии растворения легированных Be и Mg сплавов.

Разработанные оптимальные составы цинк-алюминиевых сплавов защищены 9 патентами Республики Таджикистан и Исламской Республики Иран и проведены их опытно-промышленные испытания в качестве анодных защитных покрытий на изделиях из стали в Научно-исследовательском отделе Открытого университета г.Маджлиси Иран. Экономический эффект от использования анодных сплавов в качестве защитных покрытий стали составляет 8.1\$ на 1 м² защищаемой поверхности.

Разработанная экспериментальная установка для измерения теплоемкости твердых тел (Малый патент Республики Таджикистан № ТД 510) используется в научных и учебных процессах на физическом факультете ТНУ и в ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Диссертационная работа состоит из четырёх глав, включает введение, обзор литературы, три главы экспериментального материала, выводы, список литературы и приложений. Диссертация изложена на 300 страницах компьютерного набора, включая 115 таблиц, 162 рисунок и 171 наименование литературных источников.

Результаты работы отражены в 67 научных публикациях, из которых 2 монографии, 29 статей в рецензируемых, академических, переводных журналах, рекомендованных ВАК и в 36 материалах международных и республиканских конференций.

Ключевые слова: коррозия, сплавы Zn5Al и Zn55Al, легирование, редкоземельные и щелочноземельные металлы, потенциостатический, металлографический и термогравиметрический метод, микрорентгеноспектральный и рентгенофазовый анализ, режим «охлаждение», коррозионно-электрохимические и физико-химические свойства, анодное поведение сплавов.

SUMMARY

on Ziyodullo Obidov's dissertation "Corrosion zinc-aluminium of alloys of new generation», wich represented for getting science degrees of doctor of chemical science on 05.17.03 – technology of electrochemical processes and protection against corrosion

The work intention consists in work performed out of optimum structure zinc-aluminium of alloys Zn5Al and Zn55Al, doped with beryllium, magnesium, alkali-earth (Ca, Sr, Ba) and rare-earth (REM) (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) of metals, intended as an anode alloys covering of new generation for protection against corrosion of steel designs, products and constructions.

As object of research zinc and magnesium metal branded ChC (granulated), aluminium of brand A7 and it ligatures with periodic table elements (2 wt.% Sc and Be, 7 wt.% Y and 10 wt.% Ce, Pr, Nd, Er, Ca, Sr, Ba). Researches were spent micro X-ray spectral and metalografic (electronic microscope SEM of series AIS2100), potentiostatycal (potentiostat PI-50.1.1), thermogravimetical (apparatus TGA), X-ray the phase (DRON-2.0) by methods and thermal capacity measurement in a "cooling" mode. Mathematical processing of experimental results spent with use of a standard package of the appendix of programs Micr. Excel and Sigma Plot.

On the basis of experimental researches: laws of change of corrosion-electrochemical characteristics of alloys Zn5Al and Zn55Al from concentrations REM (Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Er) and elements IIA of group of a periodic table (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) in electrolytes HCl, NaCl and NaOH various concentration, depending on pH are established environments; laws of change of kinetic and power characteristics of process of high-temperature oxidation of the specified alloys in a firm condition are revealed; the role of alloying elements in formation of phase structure of products of oxidation of the specified alloys zinc-aluminium is established, and their role in the oxidation mechanism is shown; laws of change of temperature dependence thermophysical characteristics and thermodynamical functions of the given alloys in the range of temperatures 300-650 K; the equations describing changes enthalpy of dissolution doped Be and Mg of alloys are received.

The developed optimum structures Zn-Al of alloys are protected by 9 patents of Republic Tajikistan and Islamic Republic Iran and their trial tests as anode sheetings on products from a steel in research Department of Open University of Majlisi Iran are conducted. Economic benefit of use of anode alloys as steel sheetings makes 8.1\$ on 1m² a protected surface.

The developed experimental installation for measurement of a thermal capacity of firm bodies (Patent of Republic Tajikistan № TJ 510) is used in scientific and educational processes at physical faculty TNU and in TTU of named by academician M.S. Osimi.

Dissertational work consists of four heads, includes introduction, the literature review, three heads of an experimental material, conclusions, the list of the literature and appendices. The dissertation is stated on 300 pages of a computer type, including 115 tables, 162 drawings and 171 names of references.

Results of dissertation are reflected in 67 scientific publications, from which 2 monographies, 29 papers in the reviewed, academic, translation journals, recommended the HCC and in 36 materials of the international and republican conferences.

Key words: corrosion, alloys Zn5Al and Zn55Al, alloying, rare earth and alkaline earth metals, potentiostatical, metallographical and thermo gravimetical methods, electron microprobe and x-ray diffraction, cooling, corrosion-electrochemical and physicochemical properties, anodic behaviour of alloys.

Ба чоп 23.06.2017 ичозат шуд. Ба чоп 26.07.2017 имзо шуд.
Коғази офсетӣ. Чопи офсетӣ. Хуруфи адабӣ.
Андозаи 60x84 1/16. Ҷузъи чопӣ 3,0.
Тегдоди нашр 100 нусха.

Нашриёти «*Донишварон*».
734063, ш. Душанбе, кӯчаи Амоналная, 3/1
Тел.: 915-14-45-45. E-mail: donishvaron@mail.ru