

Раҷабалиев Сафомудин Сайдалиевич

**ҲОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ –
ХИМИЯВИИ $\bar{X}\bar{U}$ ЛАИ $Al+2,18\%Fe$, КИ БО ҚАЛЪАГИ,
СУРЪ ВА ВИСМУТ ЧАВҲАРОНИДАШУДА**

05.16.09 – Масолахшиносӣ (дар мошинсозӣ)

АВТОРЕФЕРАТИ

рисолаи номзадӣ барои дарёфтидараҷаи илмии
номзади илмҳои техникӣ

Рисолаи номзадӣ дар озмоишгоҳикафедраи «Масолехшиносӣ, мошинҳо ва таҷҳизотҳои металлургӣ»-и ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ ва озмоишгоҳи «Маводҳои ба коррозия устувор»-и Институти химияи АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И. Никитин иҷро гардидааст.

Мушовири илмӣ: **Ғаниев Изатулло Наврузович** – доктори илмҳои химия, профессор, академики АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон;
Амонзода И.Т. – номзади илмҳои техника, дотсент

Муқарризи расмӣ: **1. Абулхаев Владимир Чалолович** – доктори илмҳои химия, профессор, муовини директори Институти химияи АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И.Никитин

2.Ғафоров Абдулазиз Абдуллофизович – доктори илмҳои техника, и.в. профессори кафедраи «Мошинҳо ва асбобҳои истеҳсоли пищевых», сардори идораи корҳои илмию таҳқиқоти Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон

Муассисаи тақриздиханда: Муассисаи давлатии илмии маркази таҳқиқоти технологияҳои инноватсионӣ назди Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия 15 феввали соли 2018, соати _____ дар чаласаи Шӯрои диссертатсионии 6Д.КOA-009 назди донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ баргузор мегардад.
Суроға: 734063, ш.Душанбе, хиёбони Рачабовҳо 10.
E-mail:

Бо матни пурраи рисолаи номзадӣ метавонед дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи интернетии донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ шинос шавед: www.ttu.tj

Автореферат санаи «___» _____ соли 2018 аз рӯи фехристи пешниҳодшуда, тақсим карда шудааст.

**Котиби илмӣ
шӯрои диссертатсионӣ,**

номзади илмҳои техника, дотсент



Убайдуллоев А.

ТАВСИФИ УМУМИИ РИСОЛА

Мубрам будани мавзӯи рисола. Тули 50-60 соли охир хӯлаҳои алюминий ҳамчун масолеҳи конструксионӣ бар ивази конструксияҳои пулодин рӯ ба афзоишанд. Дар натиҷаи таҳқиқоти муфассали диаграммаи ҳолатии системаҳои металӣ дар асоси алюминий, хӯлаҳои нави сабук бо таснифӣ конструксионӣ коркард карда баромада шудаанд, ки аз пулодин афзалтар ё ҳамарзиш мебошанд. Ба чунин системаҳо хӯлаҳои алюминий бо иловаҳои магний, руҳ, литий, мис ва ғ. шомиланд.

Айни замон дар истеҳсолоти алюминий равандҳои илмию техникии пешрафта дар шароитҳои муборизаи рақобатӣ дар бозори ҷаҳонӣ амалӣ гардида истодаанд. Барои ҳамин, талаботи асосӣ ин болоравии самараи доимии маҳсулоти охиринбахисоб меравад. Дар шароити таъсири бухрони иқтисодӣ дар соҳаи металлургия, самтҳои асосии афзоиши соҳаи алюминий аз истеҳсоли металҳои (маҳсулот) сифати дараҷаи олидошта вобаста аст. Аз ҷама маҳсулоте, ки дар бозори ҷаҳонӣ талаботи зиёд дорад алюминий, ки аз он маҳсулотҳо дар намуди рехтаҳо, маҳсулотҳои фелонида куфта ҳосилшуда, профилҳо ва варақаҳои алюминий вобаста ба талаботи истифодабаранда бадаст оварда мешавад, ки талаботи истифодабарандаро қонеъ мегардонад.

Монеаи асосии васеъ истифодабарии алюминий ва хӯлаҳои алюминий дар соҳаҳои гуногуни истеҳсолот ин зиёд будани миқдори ғашихо дар таркиби он ба монанди оҳан ва силитсий ба шумор меравад. Ғашихо (оҳан ва силитсий) бо алюминий фаза ҳосил намуда дар натиҷа нӯқсонҳои дохилӣ ба намуди сохти гуногунтаркиб муайян карда мешавад, ки ба хосиятҳои алюминий таъсири манфӣ мерасонад.

Масолеҳҳои конструксионӣ дар асоси хулаҳои Al – Fe бо он ҷолиб аст, ки миқдори оҳан дар таркиби алюминийидуюмдараҷа нисбат ба алюминийи якумдараҷа хело зиёд мебошанд. Ин ҳолат зангзаниустуворӣ ва хосиятҳои ёзандагии алюминийро паст мекунад. Тоза кардани оҳан аз таркиби алюминий харочоти зиёдро талаб менамояд. Бар ивази ин кори пурхарочот ва меҳнатталаб, коркарди хӯлаҳои нави ояндадорро дар асоси системаи зикршуда ба роҳ мондан зарур аст.

Як қатор хосиятҳои хулаҳои системаи Al – Fe-ро омӯхтем, маълум гардид, ки бо зиёдшавии миқдори оҳан қайшӣ, худуди ҷоришавӣ ва муқовимати ҷараёнии хула зиёд шуда бузургии гармигузаронӣ ва худуди хастагӣ паст мешавад.

Чихеле, ки маълум аст хӯлаҳои алюминие, ки дар таркибашон оҳан ва элементҳои нодирзаминӣ доранд ҳамчун ноқил барои ҷараёнгузаронӣ дар муҳаррикҳои ҳавопаймоҳо ва мошинҳо, ноқилҳо, чархҳо, меҳварҳо вадигар намуди маснуотҳо дар саноати барқ истифода бурда мешавад.

Мавзӯи рисолаи номзадӣ дар «Стратегияи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи илм ва технология солҳои 2010-15» ва дар барномаи «Ҷорӣ намудани ихтирооти муҳимтарини Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои 2010-2015» дохил мешавад.

Мақсади кор муқаррар кардани функцияҳои термодинамикӣ, кинетикаи оксидшавӣ ва хосиятҳои анодии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудаанд, инчунин истифода намудани онҳо дар истеҳсолот ҳамчун хӯлаи муракабтаркиб ба ҳисоб меравад.

Вазифаи таҳқиқот. Вобаста бо мақсади гузошташуда дар рисолаи диссертатсионӣ вазифаҳои зерин ҳал карда шудааст:

– Омӯхтани вобастагии ҳарорати гармиғунҷоиш ва функцияҳои термодинамикии (энталпия, энтропия, энергияи Гиббс) хӯлаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудаанд.

– Омӯхтани хусусиятҳои кинетикӣ ва энергетикӣ ираванди оксидшавии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда ва муайян намудани механизми раванди оксидшавӣ.

– Бо роҳитачрибавӣ муайян намудани таъсири қалъагӣ, сурб ва висмут ба рафтори анодии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ дар муҳити электролити $NaCl$.

– Муносиб кардани таркиби хӯлаи секарата чавҳаронидашуда дар асоси хосиятҳои физикию химиявӣ ва муайян намудани самтҳои истифодабарии он.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот. Муносиб кардани асосҳои қонунияти тағирёбии гармиғунҷоиш ва функцияҳои термодинамикии (энталпия, энтропия, энергияи Гиббс) хӯлаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудааст, вобаста аз ҳарорат ва миқдори элементҳои чавҳарӣ. Маълум гардид, ки бо зиёдшавии ҳарорат гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропияи хӯлаҳо меафзояд ва бузургии энергияи Гиббс паст мешавад. Бо зиёдшавии миқдори элементҳои чавҳарӣ бузургии гармиғунҷоиш ва функцияҳои термодинамикӣ паст мешавад. Дар натиҷаи гузриш аз хӯлаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда ба хӯлаи бо сурб чавҳаронидашуда, гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропия паст шуда ба хӯлаҳои бо висмут чавҳаронидашуда бошад меафзояд.

Таҳқиқот нишон дод, ки бо зиёдшавии ҳарорат суръати оксидшавии хӯлаҳои системаи $Al+2,18\%Fe - Sn (Pb, Bi)$, дар ҳолати сахтӣ меафзояд. Хӯлаҳои, ки то 0,05%-и вазн бо қалъагӣ ва висмут чавҳаронида шудааст, суръати оксидшавиро нисбат ба хӯлаи ибтидоӣ зиёд мекунад, иловаи сурб бошад паст мекунад. Дар навбати худ энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ ҳангоми гузариш аз хӯлаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда ба хӯлаи бо сурб чавҳаронидашуда паст шуда ба хӯлаи бо висмут чавҳаронидашуда зиёд мешавад. Натиҷаҳо нишон медиҳад, ки оксидшавии хӯлаҳои системаи $Al+2,18\% Fe - Sn (Pb, Bi)$, бо қонуни гиперболаи тоат мекунад.

Усули патенсостатикӣ ва речаи патенсодинамикӣ бо суръати тобиши патенсиали 2 мВ/с нишон медиҳад, ки иловаи элементҳои чавҳарӣ то 0.05% - и вазн ба зангзаниустувории хӯлаи $Al+2,18\% Fe$ – ро аз 30% то 40% зиёд мекунад. Дар ин ҳолат потенциалҳои ба зангзаниустуворӣ ба самти мусбат ва патенсиалҳои питтингҳосилкунӣ ва репасиватсионӣ ба самти манфӣ майл мекунад. Ҳангоми гузаштан аз хӯлаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда ба хӯлаи

бо сурб чавхаронидашуда, ба зангзаниустуворӣ меафзояд, ба хулаҳои бо висмут чавхаронидашуда бошад паст мешавад (барои хулаҳои бо 0.05%-и вазн).

Аҳамияти амалии кор. Иҷроиши таҳқиқотҳо имконият дод, ки таркиби хулаҳои, ки бо оксидшавии паст дар ҳароратҳои баланд аз якдигар фарқ мекунанд ошкор карда шавад ва инчунин миқдори муътадили иловаҳои чавҳарӣ (Sn, Pb, Bi) барои баланд бардоштани базангзаниустувории хулаи ибтидоии Al+2,18%Fe интихоб карда шавад.

Дар маҷӯ, дар асоси натиҷаҳои таҳқиқотҳои алоҳидаи таркиби хулаҳои Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавхаронидашуда, бо нахустпатентҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳифз карда шудаанд.

Усулҳои таҳқиқот ва дастгоҳҳои истифодашуда. Ба сифати объекти асосӣ барои таҳқиқот, хулаи таркиби эвтектикии алюминий бо оҳан Al+2,18%Fe (вазн %), қалъагӣ, сурб ва висмути тозаи техникӣ истифода бурда шудааст. Усули таҳқиқоти гармиғунҷоиши металлҳо ва хулаҳо дар речаи «хунуккунӣ» бо истифода аз ченкунии автомати ҳарорати намуна аз вақти хунукшавӣ, усули термогравиметрии омӯзиши кинетикаи оксидшавӣ, таҳқиқоти ИК-спектроскопӣ (UR-20), усули электрохимиявии таҳқиқоти хосияти анодии хулаҳои Al+2,18%Fe дар речаи потенциостатикӣ (асбоби ПИ-50.1.1) гузаронида шудааст. Таҳлилҳои математикии натиҷаҳои кор дар барномаҳои Microsoft Excel ва SigmaPlot коркард шудааст.

Ба ҳимоя пешкаш мегардад:

- Натиҷаҳои таҳқиқоти вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиш ва функцияҳои термодинамикии хулаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавхаронидашуда.

- Параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ ҳосилнамудаи раванди оксидшавии хулаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавхаронидашуда, инчунин механизми оксидшавии хулаҳо.

- Алоқамандии хусусиятҳои анодӣ ва суръати зангзани хулаи Al+2,18%Fe - Sn (Pb, Bi) вобаста аз миқдори элементҳои чавҳарӣ дар муҳити 3%-и NaCl.

- Таркиби муносиби хулаҳо, ки бо оксидшавии пастарин фарқ мекунанд ва ба зангзаниустувории баланд, ки дар сифати анодии масолеҳ барои тайёр кардани протекторҳо ҳангоми муҳофизати конструкцияҳои пӯлодӣ аҳамият дорад.

Саҳми шахсии муалифдар таҳлили маълумотҳои дар адабиётҳо додашуда, дар ҳалли масъалаҳои таҳқиқот, тайёр намудан ва гузаронидани таҳқиқотҳои таҷрибавӣ дар шароитҳои озмоишгоҳ, таҳлили натиҷаҳои бадастомада, дар тасвияи ҷамъбасти мазмуни асосӣ ва хулосаҳои рисола иборат аст.

Дарачаи саҳеҳият ва санчида расман тасдиқ кардани натиҷаҳо. Мазмуни асосии рисола дар: Республиканской научно-практической -конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», посвященной 20-летию Государственной независимости Республики Таджикистан. (Душанбе, 2011); Республиканской научно-технической – конференции «Методы повышения качества и

целесообразности процессов производства», посвящённой 20-летию Государственное независимости Республики Таджикистан, 50-летию образованию «Механико–технологического факультета» и 20-летию кафедры «Безопасности жизнедеятельности и экология» (Душанбе, 2011); Республиканской конференции «Проблемы аналитического контроля объектов окружающей среды и технических материалов» (Душанбе, 2013); Республиканской конференции «Проблемы аналитического контроля объектов окружающей среды и технических материалов», (Душанбе, 2013); Республиканской научно-практической конференции «Внедрение наукоёмкой техники и технологий в производстве» (Душанбе, 2013); VII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования» (Душанбе, 2014); Международной научно-практической конференции «Новая наука: от идеи к результату» (Российская Федерация, 2016); Республиканской научно-практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан», посвященной «Дню химика» и 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, академика Международной инженерной академии Вахобова А.В. (Душанбе, 2016) муҳокима гардидааст.

Интишорот. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот 1 монография ва 18 мақолаҳои илмӣ нашр шудаанд, ки аз онҳо 5 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шуда, 2 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст.

Ҳаҷм ва таркибирисола. Рисолаи номзадӣ аз муқаддима, ҷаҳор бобвазамима иборат аст, кидар 137 саҳифаи компютерӣ ҳуруфчинӣ шудааст, ки дорои 77 расм, 66 ҷадвал ва 79 номгуи адабиётхоро дар бар гирифтааст, баён карда шудааст.

Дар муқаддима масъалаҳои асосии таҳқиқот, асосноккунии мубрам будани мавзӯи рисола, инъикоси навғониҳои илмӣ ва аҳамияти амалии он ва мазмуни асосии рисола, киба ҳимоя пешкаш мегардад, баён карда шудааст.

Дар боби якум ташкил намудани сохти таркиби алюминий бо оҳан, қалъагӣ, сурб ва висмут, ҳосиятҳои гармию физикавии алюминий, оҳан, қалъагӣ сурб ва висмут, муҳимияти оксидшавӣ ва рафтори коррозионӣ-электрохимиявии ҳӯлаҳои алюминий бо оҳан, қалъагӣ ва висмут дар муҳитҳои гуногун кайд карда шудааст. Аз иттилооти адабиёт бар меояд, ки ҳосиятҳои гармию физикавии алюминий, оҳан, қалъагӣ, сурб, ва висмут нағз омехта шудааст, вале маълумотҳо оиди ҳосиятҳои физикавию химиявии ҳӯлаи алюминий бо оҳан, қалъагӣ, сурб ва висмут мавҷуд нестанд.

Дар бораи ҳосиятҳои физикавию химиявии ҳӯлаи $Al+2,18\%Fe$, бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда дар адабиётҳо маълумот мавҷуд набуд, аз ҳамин сабаб ҳамчун объект барои омӯзиши ҳосиятҳои физикавию химиявӣ дар рисолаи номзадӣ интихоб карда шудааст.

Дар боби дуоум натиҷаҳои таҳқиқоти гармиғунҷоиш вобаста аз ҳарорат ва функсияҳои термодинамикии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда оварда шудааст.

Боби сеюм натиҷаҳои таҳқиқоти озмоишии кинетикаи оксидшавии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашударо дар бар мегирад.

Дар боби чорум натиҷаҳои таҳқиқотҳои озмоишии рафтори анодии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда дар муҳити электролити NaCl оварда шудааст.

Рисолаи номзадӣ бо хулосаи умумӣ, рӯйхати адабиётҳо ва замима ба итмом расонида шудааст.

ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИ ГАРМИҒУНҶОИШ ВА ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХҶЛАИ Al+2,18%Fe, БО ҚАЛЪАГӢ, СУРБ ВА ВИСМУТ ЧАВҲАРОНИДАШУДА

Дар адабиётҳо маълумот оиди гармиғунҷоиши алюминийи тоза ва оҳани холис маълумот мавҷӯд аст. Хабар дода шудааст, ки гармиғунҷоиши алюминий барои металҳои оддӣ вобастагии содда дорад. Дар ҳудуди Θ^0 қимати классикии $3R$ бурида гузашта, гармиғунҷоиши алюминий нисбати зергуруҳи қаблӣ мустақкамтар мебошад, ҳангоми наздикшавии ҳарорат ба нуқтаи гудозиш ин қимат меафзояд, минбаъд ҳақиқи наонқадар зиёд дорад ва ба $C_p^j/3R = 1,23$ баробар мешавад. Коэффитсиенти гармиғунҷоиши электронии алюминий $\gamma_e = 1,35$ мДж/моль·К² буда коэффитсиенти гармиғунҷоиши сурб ба $\gamma_e = 3,13$ мДж/моль·К² баробар аст. Маълумотҳо оиди коэффитсиенти гармиғунҷоиши ва функсияҳои термодинамикии хӯлаи Al+2,18%Fe, ки бо сурб, қалъагӣ ва сурб чавҳаронида шудааст, аз тарафи мо дар адабиётҳо пайдо карда нашудааст.

Дар кори мазкур озмоиши гармиғунҷоиши хоси хӯла дар речаи “хунуккунӣ” дар таҷҳизоте гузаронида мешавад, ки асоси онро усули С-калориметр бо ҳароратсанҷ ва пардаи адиабатӣ дар бар мегирад.

Барои ченкунии гармиғунҷоиши хоси металлҳо қонуни «хунукшавӣ»-и Нютон-Рихман истифода бурда шуд, ки мутобиқи он ҳама ҷисмҳо, ки ҳарорати баландтар аз муҳити атроф доранд, ҳатман хунук мешаванд ва суръати хунукшавӣ аз бузургии гармиғунҷоиши ҷисм ва коэффитсиенти гармидиҳӣ (α) вобаста аст. Микдори гармии δQ талафшудаи пешакӣ гармкардаи ҷисми вазнаш m ҳангоми хунукшавии он дар dT градусҳо, баробар мешавад:

$$\delta Q = C_p^0 m dT, \quad (1)$$

дар ин ҷо C_p^0 – гармиғунҷоиши хосимодда, ки аз ҷисм иборат аст.

Талафоти энергиядар сатҳи ҷисм руҳ медиҳад. Ҳамин тавр, қайд намудан ҷоиз аст, ки микдори гармии δQ аз сатҳи ҷисм талафшаванда дар муддати вақти dt , ба вақт, масоҳати сатҳи он S , фарқияти ҳарорати ҷисм (T) ва муҳити атроф (T_0) мутаносиб ҳисобида мешавад:

$$\delta Q_s = -\alpha(T - T_0)S d\tau. \quad (2)$$

Ҳангоми ҷудошавии гармӣ дар ҷисм ҳарорати ҳамаи нуқтаҳои он якхела тағйир меёбад, дар ин ҳолат баробарии зерин мувофиқ аст:

$$C_p^0 m dT = -\alpha(T - T_0)S d\tau. \quad (3)$$

Баробарии (3) –ро мумкин аст дар намуди зерин пешкаш намуд:

$$C_p^0 m \frac{dT}{d\tau} = -\alpha(T - T_0)S. \quad (4)$$

Фарз карда мешавад, ки C , α , T ва T_0 дар масофаи хурди ҳарорат аз координатаи нуқтаҳои сатҳи намуна вобаста нест, ки то ҳарорати якхелаи муҳити атроф гарм карда шудааст, вобастагии (4) барои ду намуна чунин навишта мешавад:

$$C_{p1}^0 m_1 S_1 \alpha_1 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_1 = C_{p2}^0 m_2 S_2 \alpha_2 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_2 \quad (5)$$

Ҳангоми истифодаи ин ифодаҳо барои ду намуна (эталон ва дигар намуд), ки андозаҳои якхела дорад $S_1 = S_2$ ва ҳолати сатҳии он, коэффитсиенти гармидиҳии он ба баробарии $\alpha_1 = \alpha_2$ пешбинӣ мешавад:

$$C_{p1}^0 m_1 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_1 = C_{p2}^0 m_2 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_2 \quad (6)$$

Ҳамин тавр, вазни намунаҳоро доништа m_1 ва m_2 , суръати хунукшавии $(dT/d\tau)_1$ намунаҳо ва гармиғунҷоиши хосро C_1 истифода намуда, гармиғунҷоиши дигар модаҳо C_2 васуръати хунукшавии онҳо муайян карда мешавад $(dT/d\tau)_2$:

$$C_{p2}^0 = \frac{C_{p1}^0 m_1 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_1}{m_2 \left(\frac{dT}{d\tau} \right)_2} \quad (7)$$

Дар ин ҷо m_1 ва m_2 - мутаносибан вазни эталон ва намуна, α_1 ва α_2 –коэффитсиенти гармидиҳии онҳо ва S_1 , S_2 – масоҳати сатҳи онҳо. Одатан ҳангоми истифодаи ифодаҳои (7) иҷозат дода мешавад, ки $\alpha_1 = \alpha_2$ баробар шавад.

Барои дурустии ин вобастагии ҳарорати намунаҳо аз вақти хунукшавӣ барои алюминий ва мис истифода гардид. Барои ин таҳқиқоти раванди хунукшавии мис, алюминий ва дигар металҳо, ки гармиғунҷоиши онҳо аз ҳарорат маълум аст, гузаронида шуда қиматҳое, ки бо қиматҳои адабиёт мувофиқ аст, ҳосил карда шуд.

Дар доираи ин корҳо таъсири қалъагӣ, сурб ва висмут ба ҳосиятҳои гармиғунҷоиш ва функцияҳои термодинамики хӯлаи Al+2.18%Fe мавриди омӯзиш қарор гирифт.

Барои ҳосил намудани хӯла металҳои зерин истифода бурда шуд: алюминий - тамғаи А995 (ГОСТ 11069-2001), оҳан - ч.д.а., қалъагӣ –

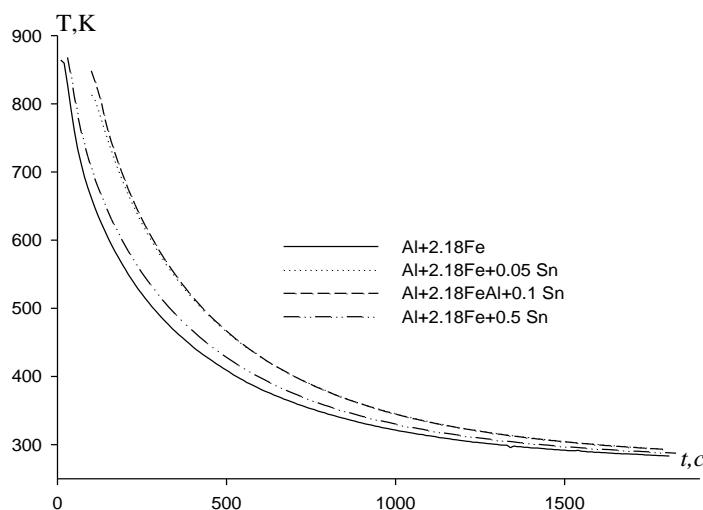
дараҷаи тозагиаш 99.5 % (ГОСТ 860—75), сурб - тамғаи СЗС 99.5 % (ГОСТ 3778-98), висмут – тамғаи ВиОО (ГОСТ10928-90).

Лигатура ва хулаи алюминий оҳан (2.18% Fe) дар кураи намуди СШОЛ дар ҳарорати 750-850⁰С ҳосил карда шудааст. Хӯлаи ҳосилшударо дар қолибҳои графити рехта намунаҳои қтрашон 16мм ва дарозиашон 30 мм ҳосил карда шуд.

Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо речаи «хунуккунӣ» дар фосилаи ҳарорати 298,15 – 800К омехта шудааст.

Дар расми 1 вобастагии ҳарорати намунаҳои хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ чавҳаронидашуда, ки дар натиҷаи таҳқиқот ба даст оварда бо ифодаи (8) ҳисобгардида, нишон дода шудааст.

$$T = T_0 + \frac{1}{2} [(T_1 - T_0) e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2}]. \quad (8)$$



Расми 1. Ҳароратихунукшавии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ вобаста ба вақт

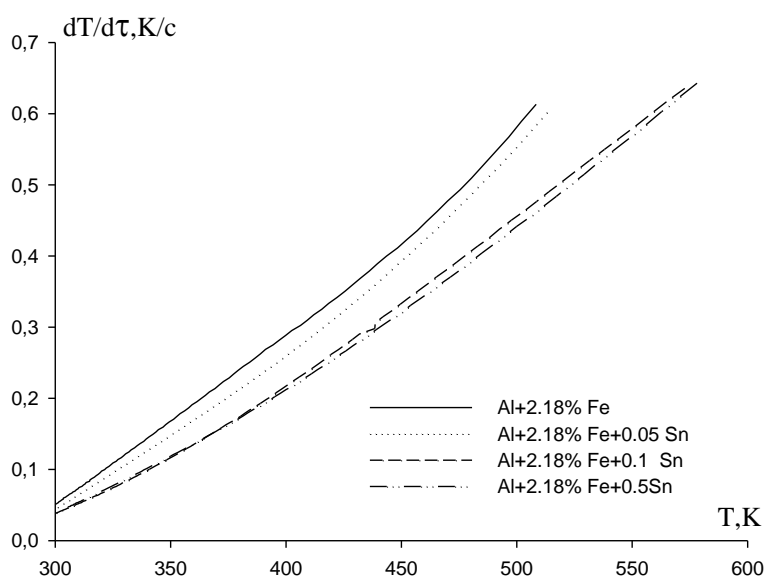
Вобаста ба муодилаи (8) бо τ , муодила барои муайян намудани суръати хунуккунии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ дар намуди зерин ҳосил карда шуд:

$$\frac{dT}{d\tau} = -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right) e^{-\tau/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right) e^{-\tau/\tau_2}. \quad (9)$$

Аз рӯйи муодилаи (9) суръати хунукшавии намунаҳои хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ бо таври графикӣ дар расми 2 оварда шудааст. Қимати коэффитсиентҳои ΔT_{01} , τ_1 , ΔT_{02} , τ_2 дар муодилаи (9) барои хӯлаҳои таҳқиқшуда дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1. Қимати коэффитсентҳои T_{01} , τ_1 , ΔT_{02} , τ_2 дар муодилаи (9) хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ

Миқдори Sn дар хӯлаи Al+2.18Fe, мас.%	ΔT_1 , К	τ_1 , с	ΔT_2 , К	τ_2 , с	$\Delta T_1/\tau_1$, К/с	$\Delta T_2/\tau_2$, К/с	ΔT_0 , К
0.0	232.60	77.52	406.75	448.85	3.00	0.91	276.60
0.05	452.40	302.77	147.20	1125.51	1.49	0.13	261.04
0.1	333.99	222.33	282.02	645.49	1.50	0.44	272.98
0.5	243.37	137.28	387.54	645.49	1.77	0.60	277.10



Расми 2. Суръати хунукшавии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ вобаста ба ҳарорат

Барои ҳисоб намудани гармиғунҷоиши хоси хӯлаи Al+2,18%Fe, ки бо қалъагӣ ҷавҳаронида шудааст, қимати α (T) истифода бурда шудааст, барои хӯлаи Al+2,18%Fe бошад муодилаи:

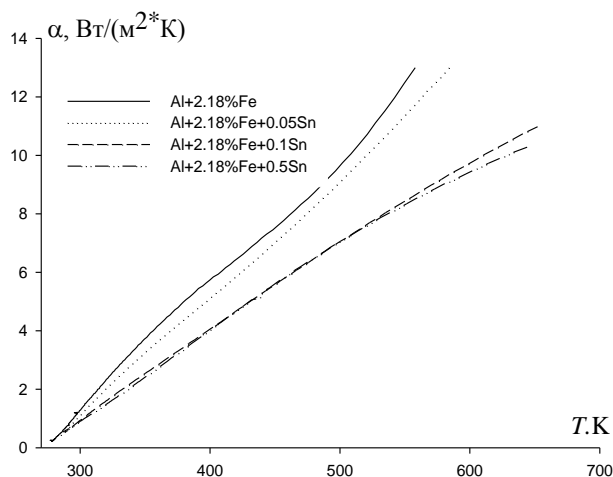
$$|\alpha(T)| = -12.5597 + 0.0605T - 7.6352 \cdot 10^{-5}T^2 + 9.4713 \cdot 10^{-8}T^3 \quad (10)$$

Қиматҳои адабиётро оиди гармиғунҷоиши алюминийи тоза, оҳан, қалъагӣ ва инчунин хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ ва қимати суръати хунукшавии озмоишӣ ҳосилнамуда истифода намуда, вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагиро аз рӯйи муодилаи (10) ҳисоб намудем.

Бо ёрии барномаи SigmaPlot маълумотҳои адабиёт ва ҳосилнамудаи озмоишӣ гармиғунҷоиши хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ-ро коркард намуда, муодилаи зеринро ҳосил намудем (дар қавс коэффитсентҳои коррелясионӣ нишон дода шудааст):

$$\left. \begin{aligned} C_p^{0Al+2,18Fe} &= 713.7521 + 0.7927T - 8.65 \cdot 10^{-4}T^2 + 6.36 \cdot 10^{-7}T^3, (R=1,0000) \\ C_p^{0Sn} &= 141.0839 + 0.5869T - 1.3885 \cdot 10^{-3}T^2 + 1.3923 \cdot 10^{-6}T^3. (R=1,0000) \end{aligned} \right\} (11)$$

Қиматҳои суръати хунуккуние, ки бо усули озмоишӣ ба даст оварда шудаанд бо натиҷаи ғармиғунҷоиши хӯлаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда овардашуда, вобастагии коэффитсенти гармидиҳиро вобаста аз ҳарорат ($\text{Вт/К} \cdot \text{м}^2$) муайян намудем. Натиҷаҳо дар расми 3 оварда шудаанд.



Расми 3. Вобастагии коэффитсенти гармидиҳии хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда аз ҳарорат.

Бо истифода аз муодила (10) ва қимати коэффитсиенти гармидиҳӣ гармиғунҷоиши хоси хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо намуди зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\left. \begin{aligned} 0.05\% \quad C_p^0 &= 713.4421 + 0.7924T - 6.455 \cdot 10^{-4}T^2 + 6.3564 \cdot 10^{-7}T^3; \\ 0.1\% \quad C_p^0 &= 713.1321 + 0.792T - 8.6411 \cdot 10^{-4}T^2 + 6.3427 \cdot 10^{-7}T^3; \\ 0.5\% \quad C_p^0 &= 710.6523 + 0.7892T - 8.6054 \cdot 10^{-4}T^2 + 6.3235 \cdot 10^{-7}T^3. \end{aligned} \right\} (12)$$

Қиматҳои ҳисобии гармиғунҷоиши хоси хӯлаи Al+2,18%Fe, бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо фарқи 100 К дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

Ҷадвали 2. Тағирёбии гармиғунҷоиши хоси ($\text{Дж/кг} \cdot \text{К}$) хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда, вобаста аз ҳарорат

Микдори Sn дар хӯлаи Al+2.18%Fe, (%-и вазн)	T, K					
	298,15	400	500	600	700	800
0.0	890.70	932.90	973.05	1014.99	1062.52	1119.46
0.05	890.51	932.76	972.96	1014.94	1062.52	1119.50
0.1	890.11	932.33	972.51	1014.47	1062.02	1118.96
0.5	887.04	929.12	969.16	1010.97	1058.32	1115.03

Барои ҳисобкунии тағирёбии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс вобаста ба ҳарорат, барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда интегралҳо аз гармиғунҷоиши хос истифода карда шуд:

$$\left. \begin{aligned} H^0(T) - H^0(298.15K) &= + \int_{298.15K}^T C_p^0(T) dT; \quad S^0(T) - S^0(298.15K) = \int_{298.15K}^T \frac{C_p^0}{T} dT; \\ [G^0(T) - G(298.15K)] &= [H^0(T) - H(298.15K)] - [S^0(T) - S(298.15K)] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Ин муодиларо (13) истифода намуда дигар намуди муодила барои тағирёбии энталпия (Дж/моль) вобаста аз тағирёбии ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда (бо %-и вазн) бадаст оварда шуд.

$$\left. \begin{aligned} 0.05\% \quad H^0(T) - H^0(298.15K) &= -243485 + (713.4421T) + (0.3962T^2) - \\ &- (2.15 \cdot 10^{-4}T^3) + (1.58 \cdot 10^{-7}T^4); \\ 0.1\% \quad H^0(T) - H^0(298.15K) &= -241441.1367 + (713.1321T) + (0.396T^2) - \\ &- (2.88 \cdot 10^{-4}T^3) + (1.58 \cdot 10^{-7}T^4); \\ 0.5\% \quad H^0(T) - H^0(T_0) &= -240605.0798 + (710.6523T) + (0.3946T^2) - \\ &- (2.884 \cdot 10^{-4}T^3) + (1.58 \cdot 10^{-9}T^4). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Қиматҳои ҳисоби тағирёбии энталпия барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо фарқи 100 К дар чадвали 3 оварда шудааст.

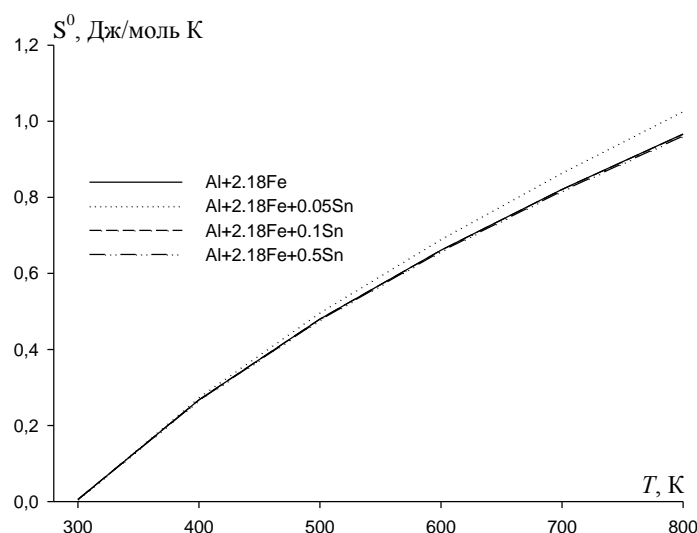
Чадвали 3. Тағирёбии энталпия (кДж/кг) вобаста аз ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда

Миқдори Sn дар хӯлаи Al+2.18%Fe, (%-и вазн)	T, K					
	300	400	500	600	700	800
0.0	1.6474	92.8814	188.2071	287.6117	391.464	500.5145
0.05	1.6800	95.5682	195.2857	301.2487	414.2529	535.4731
0.1	1.6422	92.7845	187.99	287.2669	390.9431	499.7653
0.5	1.5976	92.3790	187.1961	286.0247	389.2201	497.5168

Ин муодиларо (13) истифода намуда дигар намуди муодила барои тағирёбии энтропия вобаста аз тағирёбии ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда (бо %-и вазн) бадаст оварда шуд.

$$\left. \begin{aligned} 0.05\% \quad : S^0(T) - S^0(298.15K) &= -4278.085 + (713.421 \ln T) + (0.7924T) - \\ &- (3.222 \cdot 10^{-4}T^2) + (2.118 \cdot 10^{-7}T^3); \\ 0.1\% \quad : S^0(T) - S^0(298.15K) &= -4266.471 + (713.1321 \ln T) + (0.792T) - \\ &- (4.32 \cdot 10^{-4}T^2) + (2.114 \cdot 10^{-7}T^3); \\ 0.5\% \quad : S^0(T) - S^0(298.15K) &= -4251.649 + (710.6523 \ln T) + (0.7892T) - \\ &- (4.327 \cdot 10^{-4}T^2) + (2.107 \cdot 10^{-9}T^3). \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Қиматҳои ҳисоби тағирёбии энтропия барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо муодилаи (15) расми 4 оварда шудааст.



Расми 4. Тағирёбии энтропия барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда вобаста аз ҳарорат

Ин муодиларо (13) истифода намуда дигар намуди муодила барои тағирёбии энергияи Гиббс вобаста аз ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда (бо %-и вазн) бадаст оварда шуд.

$$\left. \begin{aligned}
 0.05\% : G^0(T) - G^0(298.15K) &= (-243485 + (4991.5271 \cdot T) - (0.3962 \cdot T^2) + \\
 &+ (1.075 \cdot 10^{-4} \cdot T^{-3}) - (5.29 \cdot 10^{-8} \cdot T^4) - (713.4421T(\ln T - 1))); \\
 0.1\% : G^0(T) - G^0(298.15K) &= (-241441.1367 + (4979.6031 \cdot T) - (0.396 \cdot T^2) + \\
 &+ (1.44 \cdot 10^{-4} \cdot T^{-3}) - (5.2855 \cdot 10^{-8} \cdot T^4) - (713.1321T(\ln T - 1))); \\
 0.5\% : G^0(T) - G^0(298.15K) &= (-240605.0798 + (4961.8172 \cdot T) - (0.394 \cdot T^2) + \\
 &+ (1.434 \cdot 10^{-4} \cdot T^{-3}) - (5.26 \cdot 10^{-8} \cdot T^4) - (710.6523T(\ln T - 1))).
 \end{aligned} \right\} (15)$$

Қиматҳои ҳисоби тағирёбии энергияи Гиббс вобаста аз ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда бо фарқи 100К дар ҷадвали 4 оварда шудааст.

Ҷадвали 4 . Тағирёбии энергияи Гиббс (кДж/моль·К) вобаста аз ҳарорат барои хӯлаи Al+2,18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуд

Миқдори Sn дар хӯлаи Al+2.18%Fe, (%-и вазн)	T, К					
	300	400	500	600	700	800
0.0	-0.00524	-14.194	-51.9154	-109.215	-183.509	-273.039
0.05	-0.00642	-14.5656	-53.5217	-113.14	-191.054	-285.726
0.1	-0.00544	-14.1793	-51.8613	-109.099	-183.307	-272.729
0.5	0.09602	-14.2264	-51.7717	-108.793	-182.714	-271.783

Аз натиҷаҳои тадқиқотҳо маълум гардид, ки бо зиёдшавии миқдори қалъагӣ дар таркиби хӯлаи $Al+2,18\%Fe$, гармиғунҷоиши хоси хӯла кам шуда бо болоравии ҳарорат гармиғунҷоиши хос, энталпия энтропия зиёд, энергияи Гиббс бошад кам мешавад.

Ба ҳамин монанд хосиятҳои гармофизикавӣ ва функцияҳои термодинамики хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ бо сурб вависмут чавҳаронидашуда омӯхта шудааст. Чихеле, ки дар ҷадвали 5 ва 6 оварда шудааст бо болоравии ҳарорат, гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропияи хулаҳои секарата зиёд шуда қимати энергияи Гиббс кам мешавад.

Ҷадвали 5. Гармиғунҷоиши хоси хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ бо Sn (Pb, Bi) чавҳаронидашуда

Таркиби хӯлҳо, %- вазн	Гармиғунҷоиш T, K					
	300	400	500	600	700	800
$Al+2.18Fe$	890.70	932.89	973.05	1014.98	1062.52	1119.46
$Al+2.18Fe+0.5Sn$	887.04	929.12	969.16	1010.97	1058.32	1115.03
$Al+2.18Fe+0.5Pb$	809.20	874.59	896.06	940.63	995.32	1067.15
$Al+2.18Fe+0.5Bi$	887.01	929.11	969.16	1010.95	1058.29	1114.98

Ҷадвали 6.

Вобастагии энталпия (кДж/мол), энтропия (Дж/моль·К) ва энергияи Гиббс (кДж/моль·К) аз ҳарорат барои хулаҳои системаи $Al+Fe+Sn$ (Pb, Bi)

Таркиби хӯлаҳо, %- вазн	Энталпия T, K					
	300	400	500	600	700	800
$Al+2.18Fe$	1.6474	92.8814	188.2071	287.6117	391.464	500.5145
$Al+2.18Fe+0.5Sn$	1.6800	95.5682	195.2857	301.2487	414.2529	535.4731
$Al+2.18Fe+0.5Pb$	2.5583	85.8099	173.3462	265.126	361.8104	464.7624
$Al+2.18Fe+0.5Bi$	1.6402	92.4801	187.3955	286.3709	389.7712	498.3416
Энтропия						
$Al+2.18Fe$	0.0053	0.2674	0.4798	0.6693	0.8208	0.9663
$Al+2.18Fe+0.5Sn$	0.0055	0.2753	0.4976	0.6908	0.8650	1.0270
$Al+2.18Fe+0.5Pb$	0.0050	0.2442	0.4394	0.6066	0.7555	0.8929
$Al+2.18Fe+0.5Bi$	0.0055	0.2665	0.4782	0.6585	0.8178	0.9627
Энергияи Гиббс						
$Al+2.18Fe$	-0.0052	-14.1940	-51.9154	-109.215	-183.509	-273.039
$Al+2.18Fe+0.5Sn$	-0.0064	-14.5656	-53.5217	-113.140	-191.054	-285.726
$Al+2.18Fe+0.5Pb$	-1,0574	-11,8662	-46,3288	-98,8105	-167,034	-249,524
$Al+2.18Fe+0.5Bi$	-0,0051	-14,1299	-51,6830	-108,726	-182,685	-271,807

Дар натиҷаи гузариш аз хӯлаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда ба хӯлаи бо сурб чавҳаронидашуда қимати энталпия ва энтропия кам шуда, ба хӯлаи бо висмут чавҳаронидашуда зиёд мешавад, қимати энергияи Гиббс бошад баръакс.

3. ТАҲҚИҚОТИ КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ $Al+2.18\%Fe$, КИ БО ҚАЛЪАГӢ, СУРЪ ВА ВИСМУТ ЧАВҲАРОНИДАШУДА ДАР ҲОЛАТИ САХТИ

Солҳои охир рағбат нисбати коркард ва ворид намудани масолеҳҳои нави конструксионӣ, ки хосиятҳои баланди механикӣ ва овозфурубариро нисбати масолеҳҳои анъанавӣ доро мебошанд, рӯ ба тарақиёт аст. Бинобар ҳамин коркард ва таҳқиқоти хӯлаҳои нави алюминий бо иловаҳои чавҳарии гуногун, ки ба муҳитҳои агресивӣ устувор мебошанд ва ба пароканда намудани лаппиши қувваҳо қодиранд, бениҳоят ояндадор ҳисобида мешаванд.

Кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ дар ҳолати сахтӣ бо усули термогравиметри омӯхта шудааст. Хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ барои таҳқиқот дар оташдони тамғаи СШОЛ ба даст оварда шудааст.

Барои таҳқиқи таъсири қалъагӣ ба хосиятҳои кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$, бо миқдори аз 0.005 то 0.5 %-и вазни синтезкардашуда истифода бурда шуд. Натиҷаҳои таҳқиқот дар ҷадвали 7 ва расми 5, 6 оварда шудаанд.

Кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ дар ҳолати сахтӣ дар ҳарорати 673К, 773К ва 873К (расми 5) омӯхта шудааст. Тавсифи параболии қачхатаҳои кинетикӣ аз он шаҳодат медиҳанд, ки раванди мутақобилаи хӯла бо фазаи газӣ бо равандҳои диффузионӣ маҳдуд мегардад. Суръати оксидшавӣ барои хӯлаи $Al+2,18\%Fe$ вобаста аз ҳарорат аз $3.6 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ дар ҳарорати 673 К то $4.8 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ дар ҳарорати 873К тағйир меёбад. Энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавӣ ба 56.0 кДж/моль баробар мешавад.

Оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо 0.005 %-и вазн қалъагӣ чавҳаронидашуда дар ҳарорати 673К; 773К ва 873К омӯхта шуд. Раванди оксидшавӣ нишон дод, ки суръати баланди пайдошавии пардаи муҳофизатии оксидӣ дар 15-20 дақиқа ба охир мерасад. Дар ҳарорати баланд пайдошавии пардаи муҳофизатии оксидӣ бо суръати назаррас мегузарад. Бузургии максималӣ ҳангоми оксидшавӣ ба 0.98 $кг/м^2$ дар ҳарорати 623 К ва 1.32 $кг/м^2$ дар ҳарорати 873К баробар мешавад. Энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавӣ ба 57.3 кДж/моль баробар мешавад (ҷадвали 7).

Оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, ки бо 0.05 %-и вазн қалъагӣ чавҳаронида шудааст нишон дод, ки миқдори начандон зиёди элементҳои иловашуда суръати ҳақиқии оксидшавиро як миқдор паст намуда, энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавиро то 59.8 кДж/моль зиёд мекунад. Бо зиёдшавии ҳарорат аз 673 К то 873 К, суръати оксидшавӣ аз $3,75 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ то $4.42 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ зиёд мешавад.

Оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо 0.1 %-и вазн қалъагӣ чавҳаронидашуда дар ҳарорати 673К; 773К ва 873К омӯхта шуд (расми 5б). Ҳамин тариқ дар аввал оксидшавӣ аз рӯи қонуни хаттӣ бо ҳосил намудани пардаи ғайри яклухт, сипас бо мурури ҳосилшавии оксиди зич раванди оксидшавӣ бо монетаи диффузионӣ гузашт.

Суръати ҳақиқии оксидшавӣ аз $3.44 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ дар ҳарорати 673 К, то $4.25 \cdot 10^{-4}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot сон^{-1}$ ҳангоми 873 К тағйир меёбад. Энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавӣ ба 61,0 кДж/моль баробар мешавад.

Ҷадвали 7. Таъсири қалъагӣ ба параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ
раванди оксидшавӣи хӯлаи $Al+2.18\%Fe$

Миқдори қалъагӣ дар хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, %-и вазн	Ҳарорати оксидшавӣ, К	Суръати ҳақиқии оксидшавӣ $K \cdot 10^{-4}$, $кг \cdot м^{-2} \cdot сек^{-1}$	Энергияи эҳтимолии фаъолшавӣи оксидшавӣ, кДж/моль
0.00	673	3.6	56.0
	773	4.1	
	873	4.8	
0.005	673	4.4	57.3
	773	5.37	
	873	5.98	
0.05	673	3.75	59.8
	773	4.08	
	873	4.42	
0.1	673	3.44	61.0
	773	3.56	
	873	4.25	
0.5	673	3.33	63.1
	773	3.66	
	873	3.95	

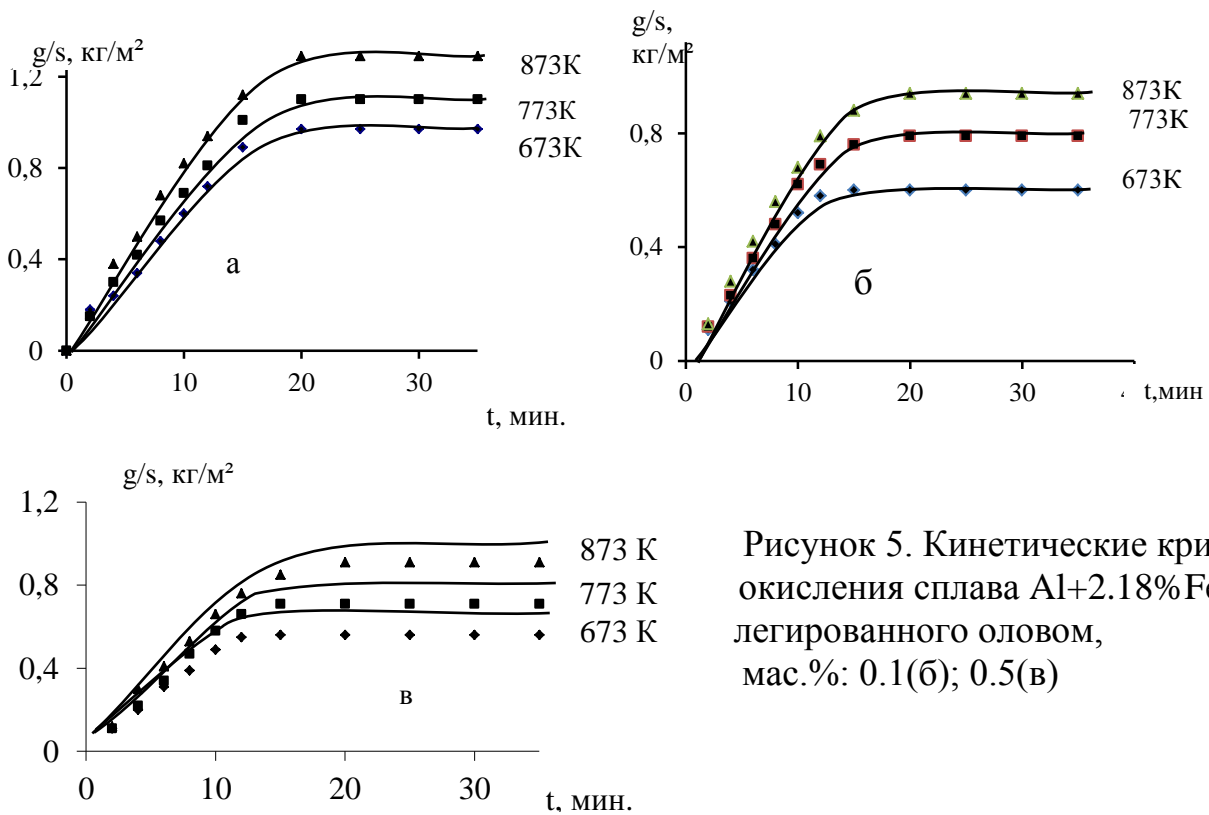
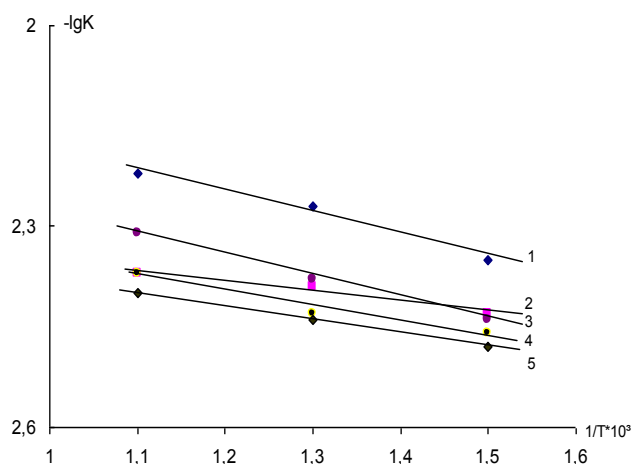


Рисунок 5. Кинетические кривые окисления сплава $Al+2.18\%Fe$ (а), легированного оловом, мас. %: 0.1(б); 0.5(в)

Оксидшавӣи хӯлае, ки дар таркибаш 0.5%-и вазн қалъагӣдорад, дар ҳароратҳои 673К; 773К ва 873К омӯхта шуд (расми 5в). Ҳамчун чашмдошт, раванди оксидшавӣ бо монеаҳои зиёди диффузионӣ мегузарад. Қимати калон 0.93 кг/м^2 , дар ҳарорати 873 К ва қимати хурдтарин – 0.6 кг/м^2 дар ҳарорати

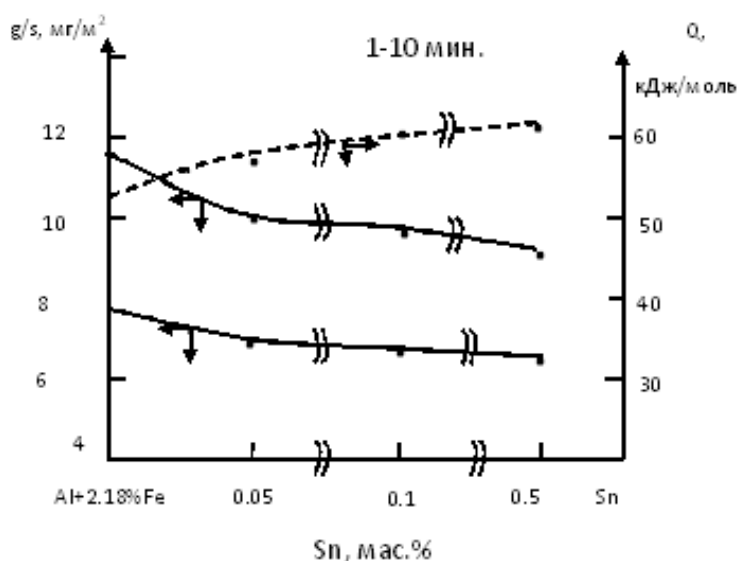
773К ноил мегардад. Оксидшавии ин хӯла бо қонуни параболӣ итоат намуда бо энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавӣ ба 61,0 кҶ/моль (ҷадвали 7) баробар аст.

Дар расми 6 вобастагии $\lg K-1/T$ барои хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, бо иловаи 0.005; 0.05; 0.1; 0.5 %-и вазни қалъагӣ, ки тавсифи ростхатагиро дар бар мегирад ва пастшавии кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, бо зиёдшавии миқдори элементҳои ҷавҳарӣ оварда шудааст.



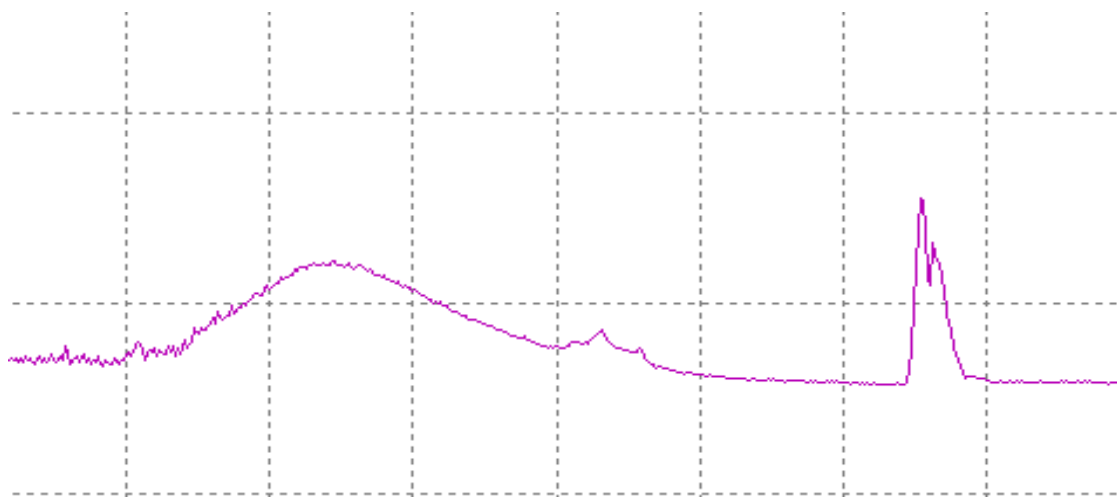
Расми 6. Вобастагии $\lg K-1/T$ барои хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ (1), бо иловаи 0.005 (2); 0.05 (3); 0.1 (4); 0.5 (5) %-и вазни қалъагӣ

Изохрони оксидшавии хӯлаҳое, ки бо қалъагӣ ҷавҳаронидашуданд дар расми 7 оварда шудааст. Чихеле, ки аз расм аён аст бо зиёдшавии миқдори қалъагӣ суръати оксидшавӣ дар натиҷаи нигоҳдорӣ то 10 дақиқа (қачхатаи 1), ё ин, ки 20 дақиқа (қачхатаи 2), дар мӯҳити оксидкунанда, як миқдор кам мешавад. Ин қонуният нисбатан дақиқ ҳангоми 823 К эҳсос мегардад, ки инчунин зиёдшавии энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавӣ бо зиёдшавии миқдори қалъагӣ аз он шаҳодат медиҳад.



Расми 7. Изохрони оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, бо қалъагӣ ҷавҳаронидашуда дар ҳарорати $T=823$ К

Таҳқиқоти маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаҳои саҳт бо усули инфросурхи спектроскопӣ гузаронида шуд. Ба сифати мисол дар расми 8 спектрограммаи маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ чавҳаронидашуда оварда шудааст. Таҳқиқоти маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаи зикргардида нишон медиҳанд, ки ҳангоми оксидшавии хӯлаҳо чӣ оксидҳои оддӣ ва чӣ оксиди таркиби шпинелӣ ба вуҷуд меоянд.



Расми 8. ИК-спектрҳои маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ чавҳаронидашуда

Дар ИК-спектрҳои маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ чавҳаронидашуда зарраҳои чаббидашуда ҳангоми 455, 470, 598, 680, 640, 685, 790, cm^{-1} будан ба пайвастиҳои $Al-O$ дахл доранд. Ин тасмаҳои чаббидашуда бештар дар оксидҳои хӯлаҳои алюминий, ки миқдори камтарини (0.01-0.05 мас.%) қалъагӣ доранд, воমেҳуранд. Лапишиҳо ҳангоми 805, 785, 646, 614, 465, 400, 1090, 1385, $1495cm^{-1}$, дар назар аст, ки ба оксидҳои таркиби шпинелӣ бо иштироки оксиди қалъагӣ дахл доранд.

Дар умум, ҳангоми ҳарорати доимӣ вобастагии суръати оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ –ро аз миқдори қалъагӣ назар намоем, суръати оксидшавӣ паस्त шуда энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавии хӯлаҳои чавҳаронидашуда зиёд мешавад.

Бо ҳамин монанд кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо сурб ва висмут чавҳаронидашуда омота шудааст. Дар ҷадвали 8 бузургиҳои энергияҳои фаъоли раванди оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут бо миқдорҳои гуногун чавҳаронида шудааст, оварда шудаанд. Миёни хӯлаҳои чавҳаронидашуда, энергияи эҳтимолии фаъолшавии оксидшавии зиёдтарин ба хӯлаҳои бо қалъагӣ ва висмут чавҳаронидашуда дида мешавад.

Ҷадвали 8 Вобастагии энергияи эҳтимолии фаъолшавии (кҶ/мол)оксидшавии хӯлаи Al+2.18% Fe бо Sn, Pb ваBi чавҳаронидашуда дар ҳолати сахтӣ

Микдори Sn, Pb ва Bi, %-и вазн Система	0,0	0,005	0,05	0,1	0,5
Al+2.18% Fe + Sn	56.0	57.3	59.8	61.0	63.1
Al+2.18% Fe + Pb	56.0	31.8	38.2	47.8	54.3
Al+2.18% Fe +Bi	56.0	61.4	74.8	46.4	38.2

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашудаи кинетикаи оксидшавии хӯлаи Al+2.18%Fe, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронида дар ҳолати сахтӣ, қонуниятҳои зерини тағйирёбии кинетики ва тавсифи энергетикӣи раванди оксидшавӣ муайян карда шудааст: муқаррар карда шудааст, ки оксидшавии хӯлаҳо ба қонуни гиперболи бо суръати оксидшавии ҳақиқии тартиби 10^{-4} кг·м⁻²·сек⁻¹ иттиҷо менамоянд; муайян карда шудааст, ки бузургиҳои камтарини суръати оксидшавиро хӯлаҳои Al+2.18%Fe бо висмут чавҳаронидашудадоранд, бузургии зиёдтарин ба хӯлаҳои бо сурб чавҳаронидашуда тааллуқ дорад.

4. ОМУҲТАНИ РАФТОРИ АНОДИИ ХҶЛАИ Al+2,18%Fe, БО ҚАЛЪАГӢ, СУРБ ВА ВИСМУТ ЧАВҲАРОНИДАШУДА ДАР МУҲИТИ 3%-И NaCl

Дар ин қисм натиҷаҳои таҳқиқотҳои рафтори анодии хӯлаи Al+2.18%Fe бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда дар муҳити электролитӣ 3%-и NaCl оварда шудааст. Интиҳоби хӯлаи ибтидоии Al+2.18%Fe бо он фаҳмонида мешавад, ки таркиби хӯлаи мазкур эвтектикӣ ба ҳисоб рафта сохти таркибии он асосан аз ташкилдиҳандаҳои α -Al- Al₃Fe иборат мебошад. Хӯлаи таркиби эвтектикӣ як қатор бартариҳо дорад, ки асосии он бузургии камтарини фосилаи булурбандӣ ва ҳамин тариқ тавсифҳои ҳаҷмкамшавиро доро мебошад. Натиҷаҳои, ки дар қисми мазкур ба даст оварда шуда барои асоси илми синтези хӯлаҳои нави анодӣ барои муҳофизати конструкцияҳои пӯлодӣ хизмат мекунад.

Таҳқиқоти хосияти анодии хӯлаи Al+2.18%Fe бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда дар потенциостати ПИ-50.1.1 ва асбоби худ сабткунандаи ЛКД-4-002, дар муҳити электролити NaCl махсус (тамғаи ч.д.а) гузаронида шуд. Ба сифати электроди таҳқиқоти хлорию нуқрагӣ ва ҳамчун электроди ёрирасон платинагӣ хизмат расонид. Барои ҳалли вазифаи гузошташуда усули потенциостатикӣ дар речаи потенциодинамикӣ бо суръати тобиши потенциали 2 мВ/с истифода гардид. Дар раванди гузариши ҳамаи қачхатаҳои поляризатсионӣ чунин омилҳои электрохимиявӣ муайян карда шуд: $-E_{ст\epsilon}$ ин, ки $-E_{св.к}$ – потенциали статсионарӣ ё ин, ки потенциали коррозияи озод; $E_{рп}$ – потенциали репассивӣ; $-E_{по}$ – потенциали питингҳосилкунӣ; $-E_{кор}$ – потенциали зангзанӣ; $-i_{кор}$ – қараёни

зангзанӣ. Суръати зангзанӣ (K) аз рӯи ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$K=i_{\text{кор.}} \cdot k, \quad (16)$$

Дар ин ҷо: $k=0.335$ г/А·ч барои алюминий.

Натиҷаҳои таҳқиқоти коррозионию электрохимиявии хӯлаи Al+2.18%Fe, ки бо қалъагӣ чавҳаронида шуда дар ҷадвали 9, 10 ва расми 9, 10 оварда шудааст.

Дар натиҷаи омӯзиши рафтори анодии хӯлаи мазкур вобастагии электродҳои патенциалҳо аз вақт дар муҳити электролитӣ муддати 1 соат таҳқиқ карда шуд. Натиҷаҳо нишон медиҳад, ки патенциалӣ электродии хӯлаи Al+2.18%Fe бо қалъагӣ чавҳаронидашуда мавқеи худро ба тарафи манфӣ дигар мекунад.(ҷадвали 9 ва расми 10).

Дар натиҷаи ворид намудани намуна дар муҳити электролитӣ нишондиҳандаҳои патенциали озоди зангзанӣ дар марҳилаи авал ба самти манфӣ ва дар фосилаи аз 5 то 15 дақиқа ба самти мусбӣ майл мекунад. Баъд аз як соати нигоҳдории намуна дар муҳити электролитӣ, пардаи тунуки муҳофизатӣ дар сатҳи болои намуна ҳосил шуда, қиматҳои патенциалӣ статсионарӣ бе тағйир боқӣ мемонад.

Ҷадвали 9. Вобастагии патенциалӣ (х.с.э.) озодӣзангзании (- Есв.кор, В) хӯлаи Al+2.18%Fe бо иловаи қалъагӣ вобаста аз вақт (муҳит NaCl)

Вақти нигоҳдорӣ, дақиқа	Содержание олова, мас. %				
	0.0	0.005	0.05	0.1	0.5
0	1.085	1.090	1.170	1.190	1.210
1/8	1.050	1.070	1.132	1.152	1.190
1/4	0.990	1.060	1.124	1.133	1.175
1/2	0.920	1.055	1.110	1.096	1.066
1	0.888	1.060	1.098	1.090	1.045
2	0.819	1.064	1.083	1.080	1.030
3	0.807	1.070	1.070	1.065	1.032
4	0.790	1.075	1.052	1.045	1.016
5	0.787	1.086	1.030	1.022	1.000
10	0.760	1.082	1.021	0.988	0.974
15	0.758	1.070	0.982	0.974	0.958
20	0.756	1.050	0.970	0.966	0.933
25	0.750	1.045	0.968	0.960	0.926
30	0.743	0.998	0.965	0.958	0.920
40	0.738	0.983	0.963	0.955	0.918
50	0.736	0.972	0.960	0.950	0.915
60	0.735	0.970	0.960	0.950	0.910

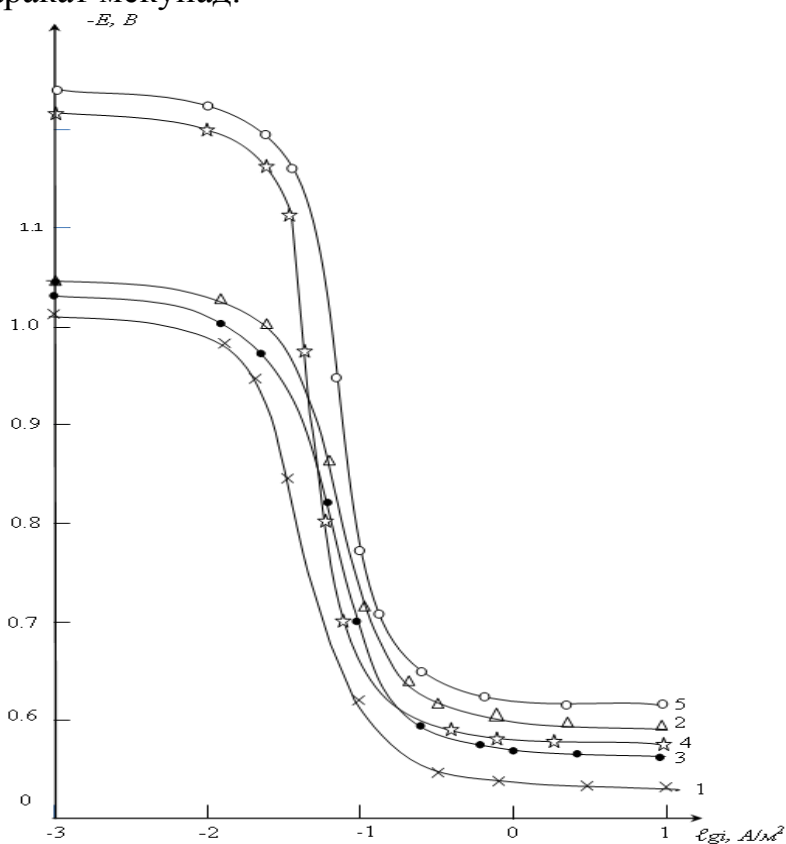
Нишондодҳои электрохимиявии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, ки қалъагӣ доранд бо суръати тобиши патенсиалӣ 2 мВ/с қайд кардашуда, дар ҷадвали 9 оварда шудаанд.

Чӣ тавре мушоҳида мегардад иловаи қалъагӣ ба хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ патенсиали коррозия, патенсиали питингҳосилкунӣ ва патенсиали репасиватсияро каме ба самтӣ манфӣ мекӯчонад. Иловаҳои начандон зиёди ин элемент пастшавии зичии чараён ва мувофиқан суръати коррозияи хӯлаи ибтидоиро ба вӯҷуд меорад.

Аз қиматҳои муайянгардидаи суръати коррозия муайян кардан мумкин аст, ки илова намудани қалъагӣ то $0,05 \%$ -и вазн ба алюминий, суръати коррозияи хӯлаи ибтидоии $Al+2.18\%Fe$ -ро то $20-30\%$ кам мекунад.

Зиёдшавии минбаъдаи консентратсияи элементи чавҳарӣ зарурат надорад, чунки дар ин ҳангом баландшавии суръати коррозия бавуҷӯд меояд, ки ин бо тавсифи ҷойгиршавии қатъаҳои анодии хӯлаҳо дар муҳити омехташаванда мувофиқат карда мешавад.

Дар расм қатъаҳои патенсиодинамикӣ, ки рафтори анодии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ чавҳаронидашуда тавсиф менамояд, нишон дода шудааст. Хӯлаи чавҳаронидашуда нисбат ба хӯлаи ибтидоӣ дар қатъаҳои патенсиалӣ дар ҳолати фаъоли пасивӣ ба самти манфии қимати патенсиал мегузарад ва бо зиёдшавии миқдори элементи чавҳарӣ зиёдшавии зичии чараён мушоҳида карда мешавад. Дар нобати худ патенсиали питингҳосилкунӣ ба самти манфӣ ҳаракат мекунад.



Расми 9. Қатъаҳои анодии поляризатсионии (2 мВ/с) хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ (1), бо миқдори қалъагӣ, $\%$ -и вазн: 0.005 (2), 0.05 (3), 0.10 (4), 0.50 (5), дар муҳити электролити 3% -и $NaCl$

Ҳамин тариқ дар асоси гузаронидани таҳқиқот муайян карда шуд, ки иловаи элементҳои ҷавҳарӣ бо микдорҳои аз 0.005 то 0.05 %-и вазн ба каррозия устувории хӯлаи Al+2.18%Fe -ро дар муҳити электролити NaCl зиёд мекунад.

Ҷадвали 10. Хусусиятҳои карозионии электрохимиявии хӯлаи Al+2.18%Fe бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда, дар муҳити электролити 3 %-и NaCl

Микдори Sn, Pb, Bi дар хӯлаи Al+2.18%Fe, %-и вазн	Потенциалӣ электрохимиявӣ (х.с.э.), В				Суръати зангзанӣ	
	-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{п.о.}	-E _{р.п.}	I _{кор.}	K·10 ⁻³
					A/м ²	г/м ² ·час
0.0	0.735	1.014	0.580	0.620	0.017	5.70
0.005Sn	0.970	1.035	0.650	0.730	0.013	4.35
0.05Sn	0.960	1.030	0.630	0.720	0.012	4.02
0.1Sn	0.950	1.226	0.640	0.725	0.045	15.07
0.5Sn	0.915	1.256	0.660	0.740	0.047	15.74
0.005 Pb	0.918	1.010	0.650	0.720	0.014	4.69
0.05 Pb	0.890	1.014	0.640	0.730	0.015	5.03
0.10 Pb	0.860	1.086	0.660	0.740	0.028	9.38
0.50 Pb	0.820	1.124	0.675	0.750	0.032	10.72
0.005 Bi	0.890	1.020	0.650	0.720	0.016	5.36
0.05 Bi	0.880	1.050	0.660	0.740	0.014	4.69
0.1 Bi	0.864	1.100	0.680	0.740	0.023	7.70
0.5 Bi	0.830	1.160	0.684	0.760	0.030	10.05

Ҳамин тариқ хосиятҳои корозионии электрохимиявии хӯлаи Al+2.18%Fe, ки бо сурб ва висмут ҷавҳаронида шудаанд, омукта шудааст. Чӣтавре аз ҷадвали 10 бармеояд, хӯлаи омукташудаи системаи Al+2.18%Fe –Sn (Pb, Bi) потенциалӣ каррозияи -0.735 ÷ -0.820В дошта, бо кӯчидани потенциалҳои -0.220В тавсиф меёбанд, ки метавонанд то 90-95% -и сатҳи конструкцияҳои пӯлодиро аз каррозия муҳофизат намоянд.

ХУЛОСАҲО

1. Дар асоси таҳлили дар адабиётҳо овардашудаи маълумотҳо ва ҳуҷҷатҳои техникӣ хулоса оиди заруряти коркарди хӯлаҳо дар асоси алюминийи ғайрисара бо роҳи ҷавҳаронидани хӯлаи таркибӣ алюминий-оҳан $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут бо мақсади коркарди таркиби анодии масолеҳҳо барои муҳофизат аз зангзании конструкияҳои пӯлодӣ.

2. Дар речаи «хунуккунӣ» вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда таҳқиқ карда шуд. Муайян карда шуд, ки бо зиёдшавии ҳарорат ва миқдори элементҳои ҷавҳарӣ гармиғунҷоиши хӯлаҳо зиёд мешавад. Дар вақти гӯзариш аз хӯлаи бо қалъагӣ ҷавҳаронидашуда ба хӯлаи бо сурб ҷавҳаронидашуда қимати гармиғунҷоиш ва коэффиенти гармигузаронӣ паст шуда ҳангоми гузаштан ба хӯлаи бо висмут ҷавҳаронидашуда зиёд мешавад.

3. Таҳқиқи функцияҳои термодинамикии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда вобаста аз ҳарорат нишон дод, ки ҳангоми гӯзариш аз хӯлаи бо қалъагӣ ҷавҳаронидашуда ба хӯлаи бо сурб ҷавҳаронидашуда қимати энталпия ва энтропия паст шуда ҳангоми гузаштан ба хӯлаи бо висмут ҷавҳаронидашуда зиёд мешавад.

4. Бо усули термогравметрӣ кинетикаи оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронида шудааст таҳқиқ карда шуд. Муайян гардид, ки суръати оксидшавии минималиро хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо висмут ва максималиро хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо сурб ҷавҳаронидашуда доро мебошад. Оксидшавии хӯла бо қонуни гипербола бо тартиби суръати оксидшавии ҳақиқии $10^{-4} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ итоат менамояд. Дар миёни хӯлаҳои ҷавҳаронидашуда қимати нисбатан зиёди энергияи эҳтимолии оксидшавиро хӯлаи бо қалъагӣ ҷавҳаронидашуда дорад.

5. Бо усули ИК-спектроскопӣ маҳсулҳои оксидшавии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда таҳқиқ карда шуд, маълум гардид, ки онҳо асосан аз оксидҳои Al_2O_3 , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Bi_2O_3 ташкил ёфтаанд. Дар айни ҳол фазаи бартаридошта дар маҳсулҳои оксидшудаи хӯлаҳо оксиди алюминий ба ҳисоб меравад.

6. Бо усули потенциостатикӣ дар речаи потенциодинамикӣ бо суръати тобиши потенциал 2 мВ/с , рафтори анодии хӯлаи $Al+2.18\%Fe$ бо қалъагӣ, сурб ва висмут ҷавҳаронидашуда дар муҳити 3%-и $NaCl$ таҳқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи элементҳои ҷавҳарӣ бо миқдори аз 0,005 то 0,05 %-и вазн, коррозияустувории хӯлаҳоро якчанд маротиба зиёд мекунад. Таҳқиқоти хӯлаи системаи $Al+2.18\%Fe - Sn (Pb, Bi)$ патенсиалӣ каррозия $-0.735 \div -0.820 \text{ В}$ доштабо кӯчидани патенсиали -0.220 В тавсиф меёбанд, ки метавонанд то 90-95% -и сатҳи муҳофизатии конструкияҳои пӯлодиро аз каррозия муҳофизат намоянд.

Дар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда таркиби хӯлаи нав дар асоси алюминий бо оҳан коркард карда шуд, ки бо нахустпатентҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон аз он ҷумла: (ҶТ №ТJ 823 «Тарзи баландбардории ба зангзанӣ устувории хӯлаҳои алюминий бо оҳан») ва (ҶТ №ТJ 840 «Тарзи ҳосилкунии хӯлаҳои ба каррозия устувори алюминий») ҳифз карда шудааст.

РУЙХАТИ ИНТИШОРОТ АЗ РУЙИ МАВЗӢИ РИСОЛА

*Руйхати мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои илмӣ бо тавсияи ҚОА назди
Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд*

1. **Раджабалиев С.С.**, Влияние свинца на анодное поведение сплава Al+2,18%Fe / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т. // Вопросы материаловедения. Научно-технический журнал 2016, №2(86), Санкт – Петербург, С. 147-151.
2. **Раджабалиев С.С.**, Потенциодинамическое исследование сплава Al + 2,18% Fe, легированного оловом и висмутом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т. // Известия СПбГТИ (Технического университета), 2016г., №35(61), С. 22-25.
3. **Раджабалиев С.С.**, Кинетика окисления сплава Al + 2,18% Fe, модифицированного свинцом и висмутом, в твёрдом состоянии / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Бердиев А.Т. // Вестник Таджикского технического университета, 2014, №4 (28), С. 69-72.
4. **Раджабалиев С.С.**, Анодное поведение сплава Al+2,18%Fe, легированного оловом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т. // Вестник Таджикского технического университета, 2013, №2 (22). С. 60-63.
5. **Раджабалиев С.С.**, Кинетика окисления твёрдого сплава Al+2.18%Fe, легированного свинцом и оловом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Бердиев А.Т. // Доклады АН Республики Таджикистан, 2012, №7, Том 55, Душанбе, С.582-587.

Мақолаҳое, ки дар маводҳои конференсияҳо нашр шудаанд:

1. **Раджабалиев С.С.**, Кинетика окисления твердого сплава Al + 2,18% Fe, легированного свинцом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Бердиев А.Т. // Материал Респ. науч. практ. конф. «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», посвящен 20-летию Государственной независимости Республики Таджикистан. Душанбе, 2011г. С.146-148.
2. **Раджабалиев С.С.**, Окисления кислородом газовой фазы твердого сплава Al+2.18% Fe, легированного оловом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Бердиев А.Т. // Материалы Республиканской научно-технической-конференции «Методы повышения качества и целесообразности процессов производства», посвящённой 20-летию Государственной независимости Республики Таджикистан, 50-летию образованию «Механико–технологического факультета» и 20-летию кафедры «Безопасности жизнедеятельности и экология», Душанбе, 2011г. С. 90-91.
3. **Раджабалиев С.С.**, Изменение потенциала свободной коррозии сплава Al+2.18%Fe, легированного висмутом в нейтральной среде NaCl / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т. // Сборник материалов

Республиканской конференции «Проблемы аналитического контроля объектов окружающей среды и технических материалов», Душанбе, 2013г., С. 39-40.

4. **Раджабалиев С.С.**, Изменение потенциала свободной коррозии сплава Al + 2,18% Fe, легированного висмутом в нейтральной среде NaCl / Раджабалиев С.С. Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т., Ганиева Н.И., Махсудова М.С.// Сборник материалов Республиканской конференции «Проблемы аналитического контроля объектов окружающей среды и технических материалов», Душанбе, 2013г., С. 39-40.

5. **Раджабалиев С.С.**, Влияние висмута на потенциал свободной коррозии сплава Al + 2,18% Fe/Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т.// Материалы Республиканской научно-практической конференции «Внедрение наукоёмкой техники и технологий в производстве», Душанбе, 2013г. С.

6. **Раджабалиев С.С.**, Потенциодинамические исследование сплава Al + 2,18%Fe легированного висмутом/ Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т., Ганиева Н.И.// Материалы VII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования», Душанбе, 2014г.

7. **Раджабалиев С.С.**, Потенциодинамическое исследование сплава Al + 2,18% Fe, легированного свинцом / Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Норова М.Т.// Сборник материалов 12 Нумановские чтения. Состояние и перспективы развития органической химии в Республике Таджикистан. Душанбе, 2015г. С.

8. **Раджабалиев С.С.**, Теплофизические свойства алюминия марки А7 и сплава Al + 2,18% Fe// Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф.// Материалы Международной научно-практической конференции «Новая наука: от идеи к результату», г.Сургут, Российская Федерация, 29 февраля 2016г. С.116-118.

9. **Раджабалиев С.С.**, Анодное поведение сплава Al + 2,18% Fe, легированного оловом и висмутом/ Раджабалиев С.С., Амонов И.Т., Материалы 1 научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Таджикская наука-ведущий фактор развития общества», Душанбе, ТТУ имени М.С. Осими, 2016г. С. 116-118.

10. **Раджабалиев С.С.**, Особенности окисления сплава Al + 2,18% Fe, модифицированного свинцом и висмутом, в твердом состоянии/ Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Бердиев А.Т.// Сборник Материалов Республиканской научно-практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан», посвященной «Дню химика» и 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, академика Международной инженерной академии Вахобова А.В. Душанбе, 2016, С 71-74

11. **Раджабалиев С.С.**, Теплофизические свойства и термодинамические функции алюминия, железа и сплава Al+2,18%Fe/Раджабалиев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Иброхимов Н.Ф.// Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан», посвященной «Дню химика» и 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, академика Международной инженерной академии Вахобова А.В. Душанбе, 2016, С. 88-91.

Ихтироот аз рӯи мавзӯи рисола

17. Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 823, МПК С22С 21/00. Тарзи баландбардории ба зангзанӣ устувории хӯлаҳои алюминий бо оҳан /**С.С.Раджабалиев**; аризадиҳанда ва дорандаи патент: И.Н. Ганиев, Амонов И.Т., Ганиева Н.И., М.Т.Норова, Ҳ.О.Одинаев, ва ғ. / №1601007; арз.11.02.16; нашр 11.01.17, Бюл.124, 2017–2с.

18. Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 840, МПК С22С 1/02. Тарзи ҳосилкунии хӯлаҳои ба каррозия устувори алюминий. /**С.С.Раджабалиев**; аризадиҳанда ва дорандаи патент: И.Н. Ганиев, Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Кабутов К., Муминов Х.Х., Амонов И.Т./ №1601078; арз.01.12.17; нашр 12.06.17, Бюл.129, 2017–2с.

АННОТАТСИЯ

ба рисолаи Рачабалиев Сафомудин Сайдалиевич дар мазӯи «Ҳосиятҳои физикӣ-химиявии ҳулаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудааст», барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисои 05.16.09 - Масолахшиносӣ (дар мошинсозӣ)

Мақсади кормуқаррар кардани функсияҳои термодинамикӣ, кинетикаи оксидшавӣ ва ҳосиятҳои анодии ҳулаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудаанд, инчунин истифода намудани онҳо дар истеҳсолот ҳамчун ҳулаи мураккабтаркиб ба ҳисоб меравад.

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда модели математикаии вобастагии ҳарорати гармиғунҷоиш, коэффитсиенти гармидиҳӣ, ва функсияҳои термодинамикии (энталпия, энтропия, энергияи Гиббс) ҳулаи $Al+2,18\%Fe$, ки бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашудаанд, муайян карда шудааст; параметрҳои кинетикӣ ва энергетикӣ раванди оксидшавии ҳулаи $Al+2,18\%Fe$, бо қалъагӣ, сурб ва висмут чавҳаронидашуда муайян карда шуд; таҳқиқот нишон дод, ки бо зиёдшавии ҳарорат суръати оксидшавии ҳулаҳои системаи $Al+2,18\%Fe - Sn (Pb, Bi)$, дар ҳолати сахтӣ меафзоянд. Ҳулаҳои, ки то 0,05%-и вазн бо қалъагӣ ва висмут чавҳаронида шудаанд, суръати оксидшавиро нисбат ба ҳулаи ибтидоӣ зиёд, иловаи сурб бошад паст мекунад. Дар навбати худ энергияи эҳтимолии фаъолшавӣ ҳангоми гузариш аз ҳулаи бо қалъагӣ чавҳаронидашуда ба ҳулаи бо сурб чавҳаронидашуда паст шуда ба ҳулаи бо висмут чавҳаронидашуда зиёд мешавад; бо роҳи таҷрибавӣ таъсири қалъагӣ, сурб ва висмут ба рафтори анодии ҳулаи $Al+2,18\%Fe$ дар муҳити электролити $NaCl$ муайян карда шудааст.

Аҳамияти амалии кор. Иҷроиши таҳқиқотҳо имконият дод, ки таркиби ҳулаҳои, ки бо оксидшавии паст дар ҳароратҳои баланд аз якдигар фарқ мекунанд ошкор карда шавад ва инчунин миқдори муътадили иловаҳои чавҳарӣ (Sn, Pb, Bi) барои баланд бардоштани базангзаниустувории ҳулаи ибтидоии $Al+2,18\%Fe$ интихоб карда шавад.

Рисолаи номзадӣ аз муқаддима, чор боб ва замима иборат аст, ки дар 139 саҳифаи компютерӣ ҳуруфчинӣ карда шудааст, ки дорои 77 расм, 66 ҷадвали маълумотҳо ва 79 номгуӣ адабиётҳоро дар бар гирифта баён карда шудааст.

Интишорот. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот 1 (як) монография ва 18 мақолаҳои илмӣ нашр шудаанд, ки аз онҳо 5 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи КОА -и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шуда 2 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳулаи $Al+2,18\%Fe$, қалъагӣ, сурб, висмут, гармиғунҷоиш, функсияҳои термодинамикӣ, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс, кинетикаи оксидшавӣ, суръати ҳақиқии оксидшавӣ, усули патенсиостатикӣ, патенсиали озоди коррозия, питтингҳосилкунӣ, репасиватсия, суръати тобиши потенциал, суръати зангзанӣ.

АННОТАЦИЯ

на диссертацию Раджабалиева Сафомудина Сайдалиевича на тему
«Физико-химические свойства сплава Al+2,18%Fe, легированного оловом,
свинцом и висмутом», представленной на саискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.09 – материаловедение (в машиностроении)

Целью работы является установление термодинамических, кинетических и анодных свойств сплава Al+2,18%Fe с оловом, свинцом, висмутом и использование их при разработке состава новых композиций сплавов для нужд промышленности.

На основе проведенных исследований получены математические модели температурных зависимостей теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функций (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) сплава Al+2,18%Fe, легированного оловом, свинцом и висмутом; определены кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава Al+2,18%Fe с оловом, свинцом и висмутом; показано, что с ростом температуры, скорость окисления сплавов систем Al+2,18 % Fe – Sn (Pb, Bi), в твердом состоянии увеличивается. Легирование оловом и висмутом до 0,05 мас.% увеличивает устойчивость исходного сплава Al+2,18%Fe к окислению, а добавки свинца снижают его. Соответственно кажущаяся энергия активации при переходе от сплавов с оловом к сплавам со свинцом - уменьшается, далее к сплавом с висмутом – растет; экспериментальное определение влияния олова, свинца и висмута на анодное поведение сплава Al+2,18 % Fe в нейтральной среде электролита NaCl. Установлено, что окисление сплавов систем Al+2,18%Fe -Sn (Pb, Bi), подчиняется гиперболическому закону.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и приложения, изложена на 139 страницах компьютерного набора, включает 79 рисунков, 66 таблиц, 79 библиографических наименований.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 18 научных работ, из них 5 в журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, получен 2 малых патента Республики Таджикистан.

Ключевые слова: сплав Al+2,18%Fe, олово, свинец, висмут, теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, термодинамические функции, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, термогравметрический метод, окисление, кинетика окисления, истинная скорость окисления, энергия активации, потенциостатический метод, потенциалы свободной коррозии, питингообразования, репассивация, скорость коррозии.

ANNOTATION

on the thesis of Rajabaliyev Safomudin Saidalievich on the topic "Physico-chemical properties of the alloy Al + 2.18% Fe, doped with tin, lead and bismuth", submitted for the search for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.16.09 - materials science (in machine building)

The aim of this work is to establish the thermodynamic, kinetic and anodic properties of the alloy Al + 2.18% Fe with tin, lead, bismuth and their use in developing the composition of new alloy compositions for industry.

The mathematical models of the temperature dependences of the specific heat, the coefficient of heat transfer and thermodynamic functions (enthalpy, entropy, Gibbs energy) of an alloy of Al + 2.18% Fe doped with tin, lead, and bismuth were obtained on the basis of the studies carried out; kinetic and energy parameters of the process of oxidation of the alloy Al + 2.18% Fe with tin, lead and bismuth were determined; It is shown that as the temperature increases, the rate of oxidation of the alloys of Al + 2.18% Fe-Sn (Pb, Bi) systems increases in the solid state. Doping with tin and bismuth to 0.05 mass% increases the stability of the initial alloy Al + 2.18% Fe to oxidation, and lead additives reduce it. Accordingly, the apparent activation energy in the transition from alloys with tin to alloys with lead decreases, and then increases to an alloy with bismuth; experimental determination of the influence of tin, lead, and bismuth on the anodic behavior of the Al + 2.18% Fe alloy in a neutral NaCl electrolyte. It was established that the oxidation of the alloys of Al + 2.18% Fe-Sn (Pb, Bi) systems obeys the hyperbolic law.

The thesis consists of an introduction, four chapters and an appendix, outlined on 139 pages of a computer kit, includes 79 figures, 66 tables, and 79 bibliographic names.

Publications. Based on the results of the research, 18 scientific papers have been published, 5 of them in journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Tajikistan, received 2 small patents of the Republic of Tajikistan.

Key words: alloy Al + 2.18% Fe, tin, lead, bismuth, heat capacity, coefficient of heat transfer, thermodynamic functions, enthalpy, entropy, Gibbs energy, thermogravmetric method, oxidation, oxidation kinetics, true oxidation rate, activation energy, potentiostatic method, patent free corrosion, pitting, repassivation, corrosion rate.

