



ВАЗОРАТИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ЗАХИРАҶОИ ОБИ  
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН  
ДОНИШКАДАИ ЭНЕРГЕТИКИИ ТОҶИКИСТОН

735162, Вилояти. Хатлон ноҳияи. Қӯшоииён кучаи Н. Хусрав 73, Тел.:935646407, E-mail: det-tj@mail.ru

«10» 12 2024с. № 397

«Тасдиқ мекунам»

Ректори Донишкадаи энергетикии  
Тоҷикистон, д.и.т., дотсент



Исозода Д.Т.

2024 г.

Тақриз расмӣ

оид ба рисолаи номзадии **Холов Ёрмаҳмад Ҷомаҳмадович** дар мавзӯи:  
«Хосиятҳои физикавӣ-химиявии ҳӯлаи ноқилии алюминийи  $E-AlMgSi$   
(«алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма», барои дарёфти дараҷаи илмӣ  
номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.02.01 – Маводшиносӣ  
(05.02.01.02 - саноати мошинсозӣ)

*Аҳамияти мавзӯи рисола*

Яке аз роҳҳои баланд бардоштани мустаҳкамии симҳо аз алюминий ин истифодаи ҳӯлаи алюминий мебошад. Элементҳои ҷавҳароникунанда бояд афзоиши қувваи барқро бо қувваи барқи баланд таъмин кунанд. Одатан, омехтаҳои мустаҳкамии алюминийро баланд мебардоранд ва ҳамзамон интиқоли барқи онро паст мекунанд. Дар амал омехтаҳоеро интихоб кардан мумкин, ки дар баробари баланд бардоштани хосиятҳои механикии алюминий ба ноқилияти он чандон таъсир намерасонанд ва онҳоро барои баланд бардоштани мустаҳкамии алюминий истифода кардан мумкин аст.

Таъсири иловаи калонтарин силитсӣ ба алюминий мебошад. Аммо, мустаҳкамии ин ҳӯла дар ҳолати пӯшида ба қадри кофӣ баланд нест. Омезиши муваффақи устувории баланди механикӣ ва интиқоли барқро бо истифодаи ҳӯлаи алюминийи сегона ва мураккабтар, ки ҳамзамон

дорои силитсий, магний, оҳан ва дигар элементҳо мебошанд, ба даст меоранд.

Бо коркарди махсуси гармӣ, метавон натиҷаи дилхоҳ ба даст овард. Чунин хӯлаҳоро «алдрей» меноманд.

Хӯлаи маъруфи «алдрей» ин хӯлаи алюминий мебошад, ки дорои чунин элементҳои кимиёвӣ ба монанди силитсий (аз 0,4 то 0,7%), оҳан (аз 0,2 то 0,3%) ва магний (аз 0,3 то 0,5%) мебошад. Дар таркиби хӯлаи «алдрей» ҳатман силитсий ва магний дохил карда шудаанд, ки хосиятҳои асосии физикию химиявии ин хӯларо муайян мекунанд. Таносуби миқдори силитсий ва магний бояд ба формулаи пайвастагии  $Mg_2Si$ , ки дар хӯла ба вучуд меояд ва мустақамкунанда мебошад, ки ба он хосиятҳои баланди механикӣ медиҳад, мувофиқат кунад. Аммо дар шароити амалӣ дар таркиби хӯла мавҷудияти доимии оҳанро ба назар гирифтани лозим аст, ки ин омехтаи то ҳол ногузир, вале аксар вақт зараровар дар алюминийи техникӣ мебошад, ки пайвастагии дорои силитсий ( $Al_6Fe_2Si_3$ ) - ро ҳосил мекунанд. Аз ин рӯ, барои пурра ба вучуд омадани пайвастагии  $Mg_2Si$  бояд ба хӯла, нисбат ба миқдори аз ҷиҳати назариявӣ ҳисобшудаи силитсий, миқдори муайяни силитсий (0,4-0,5%) ворид карда шавад.

Хусусияти асосии мустақам кардани хӯлаҳо бо пайвастагиҳо ба монанди  $Mg_2Si$  дар он аст, ки ҳалшавандагии он дар алюминийи сахт бо паст шудани ҳарорат коҳиш меёбад. Ҳамин тариқ, ҳадди аксар ҳалшавандагии  $Mg_2Si$  дар алюминий дар ҳарорати  $595^{\circ}C$  1,85% ва дар ҳарорати  $200^{\circ}C$  ҳамагӣ 0,2% аст.

Аз ин рӯ, агар хӯлаи дар ҳарорати  $500^{\circ}C$  гармшудаи навъи «алдрей», ки дар он дар ин ҳарорат тамоми миқдори  $Mg_2Si$  ба маҳлули сахт мегузарад, зуд сахт карда шавад (хунуккунӣ), пас дар алюминий маҳлули сершумори  $Mg_2Si$  ба вучуд меояд.

Қайд карда мешавад, ки ҳангоми хунукшавӣ аз маҳлулҳои сахт хӯлаи нишондодашудаи  $Mg_2Si$  зиёдатӣ хориҷ мешавад, ки ҷузъи сохтори маҳин пароканда аст ва раванди сахтшавии дисперсия ба амал меояд, ки дар натиҷа қувваи механикии хӯла зиёд мешавад.

Ин раванд (нигаҳдории дарозмуддат) фарсудашавии хӯлаҳо дар шароити табиӣ (фарсудашавии табиӣ) мебошад. Чи тавре ки амалия нишон медиҳад, ба суръат ва самаранокии протсессии фарсудашавии хӯла каме гарм кардани он (дар ҳудуди  $150-200^{\circ}C$ ) таъсир расонида метавонад. Дар ин ҳароратҳо раванди фарсудашавӣ пурзӯр шуда, фарсудашавии сунъӣ суръат мегирад. Ҳангоми фарсудашавии сунъӣ пайвастагии  $Mg_2Si$  аз маҳлули сахт хориҷ мешавад, ки боиси баланд шудани гузарониши электрикии ин хӯлаҳо мегардад.

Барои симе, ки аз хӯлаи «алдрей» сохта шудааст, усул ва тарзи коркарди гармии сим таҳия шудааст, ки моҳияти он чунин аст: тайёркунии қатидашуда ё фишурдашударо дар об дар ҳарорати 510-550°C сахт мекунад, сипас дар ҳарорати 140-180°C дароз карда, ба кашидашавӣ дучор мекунад.

Дарозшавии «алдрей» нисбат ба алюминий ду баробар зиёд аст. Мустаҳкамии симҳои «алдрей» нисбат ба қувваи симҳои мисӣ дар вазни ду баробар камтар 1,5 маротиба зиёдтар аст. Аз ин рӯ, андозаи масофаҳои байни хатҳои ҳавоӣ метавонад зиёд карда шавад. Сахтии зиёди «алдрей» хатари вайроншавии симҳоро ҳангоми васлкунӣ коҳиш медиҳад, тавре ки дар симҳои алюминий ё аз пӯлоди алюминий рух медиҳад.

Таҳқиқотчиён хӯлаи «алдрей»-ро, ки хӯлаи гармидиҳанда ва инчунин хӯлаи алюминийи интиқолдиҳанда бо формулаи умумии  $E-AlMgSi$  мебошад, таҳия кардаанд. Ин хӯлаи баланди пластикӣ ва дорои хусусиятҳои баланди устуворӣ мебошад. Инчунин маълум аст, ки ҳангоми коркарди ҳарорати баланди хӯлаи мазкур интиқоли барқи он ба таври назаррас баланд мешавад. Ин хусусияти хӯла, аз ҷумла, дар истеҳсоли симҳо барои хатҳои интиқоли барқ истифода мешавад.

Азбаски симҳои алюминий ва симҳои хӯлаи гуногуни алюминий барои хатҳои интиқоли барқ дар атмосфера дар ҳавои кушод истифода мешаванд, вазифаи муҳими баланд бардоштани муқовимати зангзании хӯлаҳои зикршуда мебошад. Дар кори тақризшаванда вазифа гузошта шудааст, ки хосиятҳои физикавӣю химиявӣи хӯлаи ноқилии алюминийи  $E-AlMgSi$  («алдрей»)-ро тавассути ҷавҳаркунонидани элементҳои химиявӣи калсий, кадмий ва сурма таҳқиқ кунад ва дар асоси онҳо хӯлаи нави ноқил ин хосиятҳои беҳтардошташуда эҷод кунад. Истифодаи алюминий ҳамчун маводи ноқилӣ аз ҷиҳати иқтисодӣ мувофиқ аст, зеро нархи он дар бозор аз нархи мис хеле пасттар аст. Илова бар ин, нархи алюминий дар тӯли солҳо амалан тағйир намеёбад, яъне устувор боқӣ мемонад.

Дар адабиёт як қатор мушкилоти марбут ба истифодаи хӯлаи алюминийи ноқилро қайд мекунад, ки аз ин хӯлаҳо симҳои тунук, аз ҷумла симҳои печонидашуда ва дигар маҳсулот истеҳсол карда мешаванд, зеро ин хӯлаҳо қувваи паст ва миқдори ками қачшавӣ доранд, ки дар натиҷа онҳо метавонанд ба осонӣ вайрон шаванд.

### ***Мазмуни асосии кор***

Рисола аз муқаддима, чор боб ва замимаҳоро дар бар гирифта, дар 170 саҳифаи маҷмуаи компютерӣ пешниҳод шудааст, ки 85 расм, 51 ҷадвал, 98 сарчашмаи адабиётҳоро дар бар мегирад.

**Дар муқаддима** заминаҳо ва мушкилоти асосии таҳқиқот оварда шуда, аҳамияти кор асоснок ва сохтори рисола ошкор карда шудааст.

**Дар боби аввал** сохтори хӯлаҳои алюминий бо калсий, кадмий ва сурма; иқтидори гармиғунҷоиши алюминий, магний, силитсий, калсий, кадмий ва сурма; хусусиятҳои оксидшавӣ ва рафтори коррозионӣ-электрохимиявии хӯлаҳои алюминий бо калсий, кадмий ва сурма дар муҳитҳои гуногун оварда шудааст. Дар асоси баррасии гузаронидашуда нишон дода шудааст, ки иқтидори гармиғунҷоиши алюминий, магний, силитсий, калсий, кадмий ва сурма хуб омӯхта шудааст. Маълумот дар бораи таъсири ҳарорат ва тозагии металлҳо ба хосиятҳои гармидиҳӣ ва гармофизикии онҳо мавҷуд аст. Аммо дар адабиёт маълумот дар бораи иқтидори гармӣ ва хосиятҳои термодинамикӣ, рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ ва хусусиятҳои оксидшавии хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма мавҷуд нест.

Ҳамин тариқ, бо сабаби набудани маълумоти мунтазам дар бораи хосиятҳои физикавӣ химиявӣ хӯлаи алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма, рисола ҳамчун объекти таҳқиқот дар кори рисолаи тафтишшаванда интиҳоб шудаанд.

**Дар боби дуюм муаллиф** натиҷаҳои таҳқиқи механикӣ, вобастагии ҳарорати гармиғунҷоиш ва тағйирёбии функцияҳои термодинамикии хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурмаро пешкаш менамояд.

**Боби сеюми** рисола ба таҳқиқи таҷрибавии кинетикаи оксидшавии хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма бахшида шудааст.

**Дар боби чорум**, муаллифи рисола натиҷаҳои таҳқиқоти потенциостатикӣ хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурмаро дар муҳити электролитии NaCl пешниҳод мекунад.

Рисола бо хулосаҳои умумӣ, рӯйхати адабиёти истинодшуда ва замима анҷом меёбад.

Дар хотима хулосаҳои асосӣ оид ба натиҷаҳои кори рисола, ки аз ҳалли вазифаҳои таҳқиқот дар назди унвонҷӯ шаҳодат медиҳанд, баён карда шудаанд. Хулосаҳои ниҳони рисола, дар маҷмӯъ, дурустанд ва ба натиҷаҳои бадастомада ва таҳлили онҳо мувофиқат мекунанд.

Рӯйхати адабиёти истинодшуда вазъиятро дар соҳаи таҳқиқот комилан инъикос мекунад. Бояд қайд кард, ки рӯйхати адабиёт дуруст тартиб дода шудааст ва ба шумо имкон медиҳад, ки дар бораи манбаи истинодшуда тасаввуроти пурра пайдо кунед.

### ***Навоварии илмий таҳқиқот***

Унвонҷӯ барои хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») вобастагии тағйироти хусусиятҳои термодинамикӣ (энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс) ва гармиғунҷоишро аз ҳарорат ва миқдори элементҳои ҷавҳаронидашудаи калсий, кадмий ва сурмо муайян кардааст.

Вобастагии гармиғунҷоиш аз ҳарорат ошкор ва муайян карда шуд, ки бо афзоиши ҳарорат гармиғунҷоиши хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма меафзояд ва энергияи Гиббс коҳиш меёбад. Бо афзоиши ҳиссаи калсий, кадмий ва сурма дар хӯлаи E-AlMgSi («алдрей») энталпия ва энтропияи хӯлаҳо меафзояд ва энергияи Гиббс коҳиш меёбад.

Вобастагии ҳарорат ва суръати оксидшавии хӯлаи тадқиқшуда ошкор карда шуд. Муайян карда шудааст, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорат суръати оксидшавии хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма, дар ҳолати саҳт, тамоюли афзоиш дорад.

Константаи суръати оксидшавии  $10^{-4}$  кг/м<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup> муайян карда шудааст. Инчунин нишон дода шудааст, ки хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма мувофиқи қонунияти гиперболикӣ оксид мешавад.

Бо усулҳои потенциостатикӣ ва потенциодинамикӣ таҳқиқот муайян карда шудааст, ки дар шароити суръати паҳнкунии потенциал, ки ба 2 мВ/с баробар аст, муқовимати зангзании хӯлаи ноқилии алюминийи аввалияи E-AlMgSi («алдрей») ҳангоми ҷавҳаронида он бо иловаҳои дар боло зикршуда на бештар аз 0,5 мас% то 20% меафзояд. Потенсиали зангзании хӯлаи аввалияи E-AlMgSi («алдрей») дар ин ҳолат ба минтақаи арзишҳои мусбат ҳаракат мекунад ва потенциалҳои пингтнғосилкунӣ ва потенциали репассиватсия ба минтақаи арзишҳои манфӣ ҳаракат мекунад.

Ҳангоми гузариш аз хӯлаи бо калсий ба хӯлаи бо кадмий ва сурма коҳиши суръати зангзании хӯлҳо (барои хӯлаи бо 0,5 мас% илова) мушоҳида мешавад.

### ***Аҳамияти амалии кор***

Барои баланд бардоштани муқовимат ба зангзании хӯлаи аввалияи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей»), консентратсияи оптималии иловаҳои тағйирдиҳанда (калсий, кадмий ва сурма) интихоб карда шуданд.

Дар маҷмуъ, аз тарафи муаллиф дар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда таркиби алоҳидаи хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма бо 1 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳифз карда шудааст.

#### ***Наشري натиҷаҳои рисола***

Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқот 18 кори илмӣ нашр гардидааст, 7-тои он дар маҷаллаҳои тавсияшавандаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр гардида, оид ба мавзӯи рисола 1 нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба даст оварда шудааст.

#### ***Дар бораи кори рисола мулоҳизаҳои зеринро баён кардан мумкин аст:***

1. Унвонҷӯ маҳсулоти оксидшавии хӯлаи ноқилии алюминийро бо усули таҳлили рентгенофазавӣ таҳқиқ накардааст. Дар бораи усулҳои дигари таҳлили физикавӣ - химиявӣ, ба монанди спектроскопияи ИНФРАСУРХ маълумот вуҷуд надорад.
2. Дар кор рафтори коррозионӣ-электрохимиявӣ хӯлаҳо дар муҳити туршӣ ва ишқорӣ омӯхта нашудааст, гарчанде ки рафтори коррозионии хӯлаҳои нави ноқилии таҳияшуда амалан дар муҳити бетараф таҳқиқ карда шудааст.
3. Ҳангоми хондани матни рисола дар ҷойҳои алоҳида хатогҳои грамматикӣ ва техникӣ мавҷуданд (масалан сайфаҳои 27, 48, 81, 133 ва ғайра).
4. Дар рисола муаллиф ҳангоми тартиб додани баъзе истинодҳо дар рӯйхати адабиёт тавсияҳои ГОСТ-ро истифода накардааст.

Бояд қайд кард, ки ин шарҳҳо сатҳи баланди кори рисолаҳо кам намекунанд.

Шарҳҳои додасуда арзёбии умумии мусбати кори рисолаҳо коҳиш намедиханд ва баъзеи онҳо хусусияти тавсиявӣ доранд ва барои таҳқиқи минбаъда дар ин самт роҳнамоӣ мекунанд.

Рисолаи Холов Ёрмаҳмад Ҷомаҳмадович кори илмӣ – таҳқиқотии анҷомёфтаре ташкил медиҳад. Мазмуни асосии кор дар нашрияҳои инъикос ёфта, дар автореферат оварда шудааст. Хулосаҳои асосии кор асоснок карда шудаанд, таҳқиқот бо истифодаи усулҳои муосири таҷрибавӣ ва ҳисоббарорӣ анҷом дода шудаанд.

#### ***Хулоса***

Рисолаи Холов Ёрмаҳмад Ҷомаҳмадович дар мавзӯи: «Хосиятҳои физикавӣ-химиявӣи хӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма» кори илмӣ-таҳқиқотии анҷомёфта мебошад. Дар он дар асоси таҳқиқотҳои таҷрибавӣ иҷрокардаи унвонҷӯ мушкилоти муҳими илмӣ дар соҳаи маводшиносӣ ҳал карда шудааст, ки

бо баланд бардоштани хусусиятҳои истифодаи ҳӯлаи ноқилӣ дар асоси ҳӯлаи алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма алоқаманд аст. Дар кор вазифаи муҳим ҳал карда шуда, яъне вобастагии ҳароратии хосиятҳои термодинамикӣ, кинетикӣ ва анодии ҳӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма ҷавҳаронидашуда, муқаррар карда шудааст, ки метавонад барои эҳтиёҷоти соҳаҳои электротехникии саноат истифода шавад.

Рисолаи номзодии **Холов Ёрмаҳмад Ҷомаҳмадович** дар мавзӯи: «Хосиятҳои физикавӣ-химиявии ҳӯлаи ноқилии алюминийи E-AlMgSi («алдрей») бо калсий, кадмий ва сурма» барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.02.01 - Маводшиносӣ (05.02.01.02 - саноати мошинсозӣ) пешниҳод карда шудааст ва ба талаботи «Низомнома дар бораи тартиб додани унвонҳои илмӣ»-и Комиссияи Олии Аттестатсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои рисолаҳои номзадӣ мувофиқат менамояд.

Тақриз дар ҷаласаи кафедраи «Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ»-и Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон (протоколи № 4 аз «10» декабри соли 2024) муҳокима шудааст (рӯйхати иштироккунандагони ҷаласаи кушод ба тақриз замима карда мешавад).

Раис, н.и.т., декани факултети

«Электромеханика ва технологияи инноватсионӣ»-и  
Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон

Одинаев Н.Х.

Коршинос, н.и.т., мудири кафедраи  
«Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ»-и  
Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон

Рашидов А.Р.

Котиб, н.и.т.

Ҷаҳонгири А.

**Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, 735162, вилояти Хатлон,  
н. Кушониён, кучаи Н.Хусрав-73.

Тел.: (+992) 777-07-65-45

E-mail: [rashidov0909@mail.ru](mailto:rashidov0909@mail.ru), web: [www.det.tj](http://www.det.tj)

Имзоҳои Одинаев Н.Х.,

Рашидов А.Р. ва Ҷаҳонгири А.-ро тасдиқ менамоям.

Сардори ШК ва КМ-и ДЭТ

Каримов З.А.