

«6D060600 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған Белгібаева Ақбаян Әшірбекқызының «Металдар гидридтерін қолданып TiAl жүйесіндегі беріктілігі жоғары құймалардың алынуы» атты тақырыбында жазылған диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің

ШІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламалармен (практикалық және ғылыми сұраныстарына) байланысы:

Соңғы жылдарда шет елдік және Қазақстанның ғылымында интерметаллидтер жүйесінде жоғары меншікті беріктілікке, қаттылыққа, жоғары температура аралығында тотығуға және жануға төзімділігі жоғары қасиеттердің үйлескен жиынтығына ие құймаларды, оларды әуе техникасы бөлшектерін жасақтауда қолдануға болатын қатты денелерді, яғни интерметаллидтер қосылыстары қарқынды зерттелуде. Бұндай қосылыстарға титан-алюминий жүйелеріндегі микроқаттылығына, микроқұрылымына және фазалық құрамына жоғары сапа беретін әдістердің бірі сирек жер металдарымен легирлеу болып анықталады. Заманауи ғылымның дамуында химияның және материалтанудың өзекті мәселесі ретінде қажетті физика-химиялық қасиеттер кешеніне ие интерметаллидтерді материалдарды синтездеу, құймаларды жасақтаудың технологияларын, атап айтқанда механикалық легирлеу, доғаны балқыту, ұнтақты металлургия және т.б. технологиялық үрдістерінде қиындықтармен шартталған, осы жетіспеушіліктердің көпшілігін болдырмайтын әдістің бірі балқуды болдырмайтын «Гидридтік» технология болып саналады.

Осыған орай, ізденуші А.Ә. Белгібаеваның «Металдар гидридтерін қолданып TiAl жүйесіндегі беріктілігі жоғары құймалардың алынуы» тақырыбында жазылған диссертациялық жұмысы гидридтік технологиямен синтезделген TiAl- Me (Me=Sc, Y, Dy, Ta) жүйесінің физика-химиялық сипаттамалары, микроқаттылығы, құрылымды-фазалық күйлерін және қасиеттерін зерттеуге бағытталған. Диссертациялық жұмыс Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің химия кафедрасы және Томск мемлекеттік университетінің химиялық технологиялар зертханасында ТМУ бәсекеге қабілеттілік бағдарламасының қаржылай қолдауымен (НИР НУ 8.2.10.2018 ІІ проекті, 2018-2020 жж.) бірлескен ғылыми - зерттеу жобасы негізінде орындалған.

2. Диссертациялық жұмысқа қойылатын талаптар шеңберіндегі ғылыми нәтижелері

Ізденуші А.Ә. Белгібаеваның диссертациялық жұмысының ғылыми нәтижелері PhD диссертациясына қойылатын талаптарына сәйкес жазылған.

Диссертациялық жұмыстың орындалу барысында келесідей негізгі ғылыми нәтижелер алынған:

Диссертациялық жұмыстың мақсатына сәйкесті «гидридті технологиямен» алынған титан-алюминий жүйесінің құрылымдық- фазалық күйіне Sc, Y, Dy, Ta қоспаларының әсерін, жаңа бұрын зерттелмеген интерметалдтерді синтездеу және оларға элементтік анализ, рентгенфазалық анализ, трансмиссиялық электронды микроскопия, легирлеуші элементтердің таралуын зерттеуге арналған растр электронды микроскопиясы мен құрылымның локальді учаскелерінің рентгенспектральді микроанализінің заманауи әдістерімен қасиеттері зерттелген.

Диссертациялық жұмыста төмендегідей зерттеулер жүргізілген:

- «гидридтік технологияны» пайдалана отырып, интерметалдық фазаларға негізделген қатпарлы құрылымға ие құймаларға синтез жасалынған;
- «гидридтік технология» әдісімен алынған Ti-Al жүйесі құймаларының құрылымы мен қасиеттеріне Sc, Y, Dy, Ta қоспаларының әсеріне рентгенфазалық талдау, растр және трансмиссионды электронды микроскоп, рентгенспектрлік микроанализ әдістерімен зерттелген;
- TiAl-СЖМ және TiAl-Ta жүйелеріндегі үшінші легирлеуші элементтің қосылуы TiAl интерметалдық фазасында сирек жер элементтері мен Ta элементтерінің қатты ерітінділері қосымша фазаларының түзілуі есебінен кристалдық тордағы атомдардың байланыс энергиясының жоғарылауына және анағұрлым тұрақтандыру эффектісіне әкелетіндігі анықталған;
- «гидридті технологиямен» алынған үш компонентті Ti49-Al49-Sc2, Ti49-Al49-Y2 және Ti49-Al49-Ta2 құймаларының микроқаттылығы қатты фазалық және дисперсионды қатаю есебінен жоғарылайтындығы көрсетілген.

3. Ізденуші диссертациясында тұжырымдалған әрбір нәтижесінің тұжырымдары (ғылыми қағидасы) мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі

Диссертациялық жұмыстың әрбір нәтижесінің негізділігі және шынайылығын дәлелдеуге қазіргі заманғы физика-химиялық әдістері қолданылған. Алынған нәтижелері диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттеріне сәйкес нақты орындалған және қорытындылары мен тұжырымдарының негізделуі мен айқындылығы күмән туғызбайды.

Ғылыми жұмыс соңғы он жылдықтағы тек шет елдік ғалымдардың ғылыми мақалалары мен ғылыми іс-тәжірибелеріне сілтеме жасалынған. TiAl-СЖМ және TiAl-Ta жүйелеріндегі фазалық диаграммаларды талдаудың негізінде «гидридтік технология» бойынша Ti-Al эквимольарлы арақатынасында құйма және TiAl, Ti₃Al, TiAl₂, Ti₅Al₁₁, Ti₃Al₅, Ti₂Al₅ интерметалдық фазалары мен Sc, Y, Dy, Ta легирлеуші қосындылары негізінде бірегей қатпарлы композицияларды синтездеу шарттары

анықталынып, жаңа интерметаллидтерді синтездеудегі гидрлеу мен күйдірудің температуралық интервалдары орнатылған, олардың құрамына байланысты өзгерістеріне талдама жасалған. Рентгенографиялық әдістің көмегімен интерметаллидтердің кристалдық тор сингониялары, Ti-Al жүйелерін легирлеу кезінде пайда болатын, термодинамикалық тұрақты фазалардың кристалдық торларының моделі құрастырылған. Растрлі және трансмиссионды электронды микроскоп, рентгендік спектрлік микроанализ әдістері арқылы легирлеуші элементтердің қосындыларын түйін аралықтарға енгізу мүмкін екендігі және ол торда атомдар байланысының энергиясының артуы мен TiAl-СЖМ мен TiAl-Ta жүйелерінде едәуір тұрақтандырушы эффектiге әкеп соғатындығы анықталған. Бастапқы Ti50-Al50 құймасымен салыстырғанда, Ta, Y қосындылары Ti49-Al49-Ta2, Ti49-Al49-Y2 жүйелерінің тиімді энергиясын едәуір арттыратындығы, ал Dy қосындысы Ti49-Al49-Dy2 жүйесінің айтарлықтай тұрақтандырушы эффектiсіне әкелетіндігі көрсетілген.

4. Изденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижесі (қағида) мен қорытындысының жаңашылдық деңгейі.

Диссертациялық жұмыс бойынша:

- «гидридтік технология» бойынша Ti-Al эквимольярлы арақатынасында құйма және TiAl, Ti₃Al, TiAl₂, Ti₅Al₁₁, Ti₃Al₅, Ti₂Al₅ интерметалдық фазалары мен Sc, Y, Dy, Ta легирлеуші қосындылары негізінде бірегей қатпарлы жаңа композициялар алынған.

- алғаш рет Sc, Y, Dy, Ta металдарының гидрленуін сәйкесінше 450, 420, 420, 550 °C температуралық жағдайларында жүргізілген, Ti50– Al50, Ti49–Al49–Sc2, Ti49–Al49–Ta2, Ti49–Al49–Y2, Ti49–Al49–Dy2 үлгілері үшін күйдіру температурасы 1150 °C анықталған.

- Тиімді легирлеуші қосындылар ретінде үлесі 2 ат.%-дан аспайтын Sc, Ta, Y, Dy металдарын қолдануға болатындығы дәлелденген. Легирлеуші элементтердің құйма құрылымының ішкі қабатында таралуы легирлеуші элементтердің интерметалдық фазалардың матрицасындағы қабаттар қалыңдығының екі есеге артуымен таралатындығы, дислокацияларда немесе дәндердің шекараларында, дәндердің көлемінде орналасатын Sc, Ti₃(Al, Sc), YAl₂, DyAl₂, TaTi, Ta₃₉Al₆₉, Ti_{0,96}Ta_{0,04}, Ta_{161,8}Al_{282,2}, (TaTi₆₆)_{0,33}, (Ta,Ti)Al₃ жеке фазаларының түзілетіндігі көрсетілген.

- алғаш рет зерттелген екі және үшкомпонентті жүйелердің фазалық құрамының сандық және сапалық анализі нәтижесінде, бастапқы Ti50-Al50 жүйесінде негізгі фазалар Ti₃Al, TiAl, TiAl₂, Ti₅Al₁₁, Ti₃Al₅, Ti₂Al₅ болатындығы, ал үшінші компонентті қосқанда Ti49-Al49-Sc2, Ti49-Al49-Y2, Ti49-Al49-Dy2, Ti49-Al49- Ta2 жүйелерінде Ti₃(Al, Sc), YAl₂, DyAl₂, TaTi,

$Ta_{39}Al_{69}$, $Ti_{0,96}Ta_{0,04}$, $Ta_{161,8}Al_{282,2}$, $(TaTi_{66})_{0,33}$, $(Ta,Ti)Al_3$ жаңа фазалары түзілетіндігі дәлелденген.

- USPEX-SIESTA бағдарламасының көмегімен параметрлері тәжірибелік мәліметтермен сәйкес келетін Ti-Al жүйелерін легирлеу кезінде пайда болатын, термодинамикалық тұрақты фазалардың кристалдық торларының моделі шығарылған.

- Легирлеуші элементтердің кристалдық ұяшықтардың түйін аралықтарына орналасуы және торда атомдар арасындағы байланыс энергиясының артуы мен TiAl-CЖМ мен TiAl-Ta жүйелерінде едәуір тұрақтандырушы эффектiге әкеп соғатындығы анықталған. Бастапқы Ti50-Al50 құймасымен салыстырғанда, Ta, Y қосындылары Ti49-Al49-Ta2, Ti49-Al49-Y2 жүйелерінің тиімді энергиясын едәуір арттыратындығы, ал Dy қосындысы Ti49-Al49-Dy2 жүйесінің айтарлықтай тұрақтандырушы эффектiсіне әкелетіндігі көрсетілген.

- Ti49-Al49-Sc2, Ti49-Al49-Y2 және Ti49-Al49-Ta2 құймалары микроқаттылықтың ең жоғарғы мәндеріне ие болатындығы дәлелденген. Бұл үшкомпонентті жүйелердегі фазалар жиынтығының ұлғаюына, қатты ерітінділердің түзілуіне және қабаттардың морфологиясының өзгеруіне байланыстылығы анықталған.

5. Алынған нәтижелердің практикалық және теориялық маңыздылығы

Ізденуші А.Ә. Белгібаеваның тарапынан тақырыптың тандалуы, зерттеу нысаны, оның өзектілігі, зерттеу әдістерінің тиімділігі, ғылыми жаңалықтары зерттеу жұмысының нәтижелі орындалуына негіз болған.

Диссертациялық жұмыстың ішкі бірлігі сақталған, қойылған мақсаттарға сәйкес міндеттері толығымен орындалған. Жұмысқа қойылған талаптар зерттеу барысында, нәтижелерді талдау мен қорытындылауда толық орындалғаны көрініп тұр.

Ізденуші А.Ә. Белгібаеваның ғылыми жаңалығы мен нәтиженің маңызы бойынша әлемдік деңгейдегі ғылыми зерттеулердің қатарында саналады. Зерттеу нәтижелері бойынша Ti-Al жүйесінің құймаларының құрылымы мен қасиеттеріне Sc, Y, Dy, Ta қоспаларының әсері туралы алынған жаңа мәліметтер γ -TiAl құймаларының механикалық қасиеттерінің жоғары екендігіне байланысты, жоғары сапалы интерметалидті құйманы алуға болады. Жұмыстың нәтижесінде алынған интерметалидтік материалдар авиациялық технологиялар, беріктілігі жоғары қондырғылар қаптапасы, материалтану және т.б. салаларда сәтті қолданылуы мүмкін. Осылайша, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған Ti50-Al50 құймасының матрицасы әр түрлі кристалдық торларға ие Ti_3Al , TiAl, TiAl₂, α -Ti, Ti₅Al₁₁

және Ti_3Al_5 фазаларын қамтитындығы анықталған. Сонымен қатар, гидридтік технологияның көмегімен әрбір қабаты алдыңғы қабатты қатайтатын жоғары беріктілік сипаттамалары бар күрделі қатпарлы құрылымдар алуға болатыны көрсетілген. $TiAl$ құймаларын сирек және сирек жер металдарымен легирлеу барысында керекті фазалардың мөлшерін белгілеу үшін үш компонентті жүйелердің күй диаграммалары қарастырылған, бұл нәтижелер термодинамикалық мәліметтердің базасын толтыруда бағалы болып келетін жаңа құймалардың термодинамикалық қасиеттерін нақты зерттеуге мүмкіндік береді. Алынған мәліметтер интерметаллидтер химиясы туралы көзқарастың дамуына үлесін қосады және докторантура мен магистратура бағытындағы оқу жүйесіндегі қатты денелер химиясында, материал тану бағытында қолданылуы мүмкін.

6. Диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің, тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктігіне растама

Диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары, тұжырымдары, нәтижелері, қорытындылары автордың жарық көрген 10 ғылыми еңбектерінде көрініс тапқан. Оның ішінде: Web of Science Core Collection базасының мәліметтер бойынша нөлдік емес импакт-факторы бар халықаралық ғылыми журналда жарияланған 1 мақалада, Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда жарияланған 3 мақалада және халықаралық конференциялардың материалдар жинағында 6 мақалада жарық көрді.

7. Диссертация мазмұнындағы және рәсімдеуіндегі кездескен кемшіліктер мен ұсыныстар

1. Диссертациялық жұмыста біршама орфографиялық қателер кездеседі және кейбір химиялық терминдер қазақшаға аударылмай жазылған.

2. Металдар гидридтерінің алынуы кезінде, қыздыруды $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ жылдамдығымен, 350°C температурасына дейін жүргізілген, сутегінің берілу жылдамдығы $150\text{ мл}/\text{мин}$ құрады, осы үрдіс кезінде сутегі су буына айналып кетуі мүмкіншілігін қалай тежедіңіздер.

3. $Ti_{50}-Al_{50}$ үлгісінде анықталған фазалардың: кристалдық тор параметрлері құймадағы титанның пайыздық мөлшері төмендеген сайын, сингония категориялары төменгі симметрияға ауысуда, осы тәуелділік неге байланысты?

4. R_{wp} сенімділік факторының мәні 7.193% Риетвельд әдісі үшін бұл жоғары көрсеткіш, осыны қалай түсіндіресіз?

5. Диссертациялық жұмыстағы 17 суреттегі қабаттар бойынша құйма құрылымының схемасында қабаттар қалыңдығының өлшем бірлігі көрсетілмеген.

Бұл ескертпелер диссертациялық зерттеудің мазмұнына, теориялық, тәжірибелік құндылығына нұқсан келтірмейді.

8. Диссертация мазмұнының «Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережесі» бойынша көрсетілген талаптарға сәйкестігі

Белгібаева Ақбаян Әшірбекқызының «Металдар гидридтерін қолданып TiAl жүйесіндегі беріктілігі жоғары құймалардың алынуы» атты диссертациялық жұмысы Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитетінің «Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережесі» талаптарына сәйкес орындалған. Ғылыми еңбектің жоғарыда аталған айқындаушы белгілеріне сүйене отырып, материалтану саласындағы толық, тәуелсіз және нақты зерттеу болып табылады, ал автор Белгібаева Ақбаян Әшірбекқызы «6D060600-химия» мамандығы бойынша Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

«Қазатомөнеркәсіп» ҰАК АҚ,
«Жоғары технологиялар институты» ЖШС,
жерасты шаймалау лабораториясының
аға ғылыми қызметкері,
химия ғылымдарының докторы, профессор



Матаев М. М.