



Wrocław, 12.03. 2025

“8D05301 – Физика” мамандығы бойынша философия докторы
(PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Маулет Меруерттің

“Ni-Cr-Al негізіндегі детонациялық жабындардың құрылымы
мен қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтары” атты диссертациясына

ШЕТЕЛДІК ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІНІҢ ПІКІРІ

Өнеркәсіптің әр түрлі саласындағы жоғары температурада жұмыс істейтін бөлшектердің қызмет ету мерзімін ұзарту әрдайым өзекті мәселе болып саналады. Ni-Cr-Al негізіндегі жабындар ең тиімді ыстыққа төзімді жабындарға жатады. Мұндай жабындардың жоғары қорғаныс қасиеттері тотығу кезінде Al_2O_3 қабықшасының түзілуімен қамтамасыз етіледі, яғни жабындардың ұзақ мерзімділігі олардың беткі қабатындағы алюминий мөлшерінің жеткілікті деңгейде болуымен анықталады. Маулет Меруерттің диссертациясында бұл мәселе детонациялық Ni-Cr-Al негізді жабында Al таралу мөлшерін төсеніштен жабынның беткі қабатына қарай жоғарлата отырып, градиентті құрылымда алу арқылы шешілген. Бұл ұсынылған шешім Қазақстан Республикасының №8922 “Функционалды градиентті жабын алу әдісі” пайдалы модель патентімен қорғалған (жарияланған күні 07.03.2024 ж.).

Диссертацияда Ni-Cr-Al негізді жабынның детонациялық бүрку кезіндегі құрылымы мен қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтары зерттелді. Жабын бетінде Al_2O_3 қабықшасының қалыптасуы үшін қажетті деңгейде алюминий мөлшерін қамтамасыз ететін детонациялық әдістің технологиялық режимдері анықталды. Ni-Cr-Al жабынын рентгенфазалық талдау нәтижелері бойынша детонациялық оқпанды оттегі-ацетилен (O_2/C_2H_2) жарылғыш газ қоспасымен 40 % және 50 % толтырғанда тек ғана CrNi3 фазасы, ал жарылғыш газ қоспасының көлемін 30 % және 25 % төмендеткенде Al, CrNi3, NiAl фазалары анықталды. Ni-Cr-Al композитті ұнтағындағы Al элементінің пайыздық мөлшерінің 6-15% болуы жабынның құрылымы мен фазалық өзгерістеріне айтарлықтай әсер етпейтіні және Al элементінің тиімді мөлшері 20 % екендігі анықталған. Градиентті және біртекті құрылымдағы Ni-Cr-Al детонациялық жабындарын жоғары температурада көлемді зерттеу жұмыстары жүргізілген. Жоғары температуралық сынаулардан кейін градиентті құрылымды жабын бетінде Al_2O_3 және Cr_2O_3 қорғаныш оксидтері түзіліп, төсеніш ретінде қолданған 12X1МФ болатының ыстыққа төзімділігі арттырған. Алынған нәтижелер бойынша градиентті құрылымды



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Wrocław University
of Science and Technology
Faculty of Mechanical Engineering

Lukasiewicz 5 Street
50-371 Wrocław
building B-4

T: +48 71 320 20 75
+48 71 320 27 15
+48 71 320 27 55
+48 71 320 27 57
F: +48 71 320 42 02

wydz.mech@pwr.edu.pl
www.wm.pwr.edu.pl
www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Bank Account
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



Ni-Cr-Al жабыны біртекті құрылымдағы жабынмен салыстырғанда кеуектілігі төмен, адгезиялық беріктігі жоғары, ыстыққа төзімді және механика-трибологиялық қасиеттері жақсы екені анықталды.

Диссертацияны орындау барысында заманауи зерттеу әдістері, яғни сканерлік электронды микроскопия, рентгенфазалық талдау, Оже-электронды спектроскопия, трибологиялық сынақ жасау әдістері қолданылған. Сонымен қатар Ni-Cr-Al жабындарын жоғары температуралық тотығу, ыстық коррозияға $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$ тұздарымен және жылу электр станцияларының жылыту жүйесінде сынау жұмыстары жүргізілген. Зерттеу нәтижелері бойынша градиентті құрылымда алынған Ni-Cr-Al жабындарын жоғары температурада жұмыс істейтін бөлшектердің бетіне қорғаныш жабыны ретінде қолдану бойынша ұсыныстар жасалған.

Диссертацияның негізгі мазмұны 17 жарияланымда баяндалған, оның ішінде Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған рецензияланатын ғылыми басылымдарда 7 мақала, Scopus және Web of Science деректер базаларында индекстелетін журналда 2 мақала, сондай-ақ халықаралық конференция материалдар жинақтарында 8 мақала жарияланған. Диссертация бойынша жұмыстың елеулі бөлігі Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен келесі жобалар негізінде орындалған: AP08957765 “Жоғары температуралы жылу энергетикалық жабдық элементтерін коррозиядан қорғау үшін Ni-Cr-Al негізіндегі функционалды-градиентті жабындарды жасау”; AP22688426 “NiCrAl негізіндегі детонациялық жабынның қорғаныштық қасиеттерін арттыру” және BR24992876 “Құралдар, машина мен жабдықтар бөлшектерінің эксплуатациялық қасиеттерін арттыру үшін беттік өңдеу және композициялық қорғаныш жабындарын алу технологияларын әзірлеу және апробациялау”.

Диссертация жоғары деңгейде орындалған, ғылыми-практикалық тұрғыдан маңызды, толықтай зерттелген ғылыми жұмыс болып табылады және Маулет Меруерт “8D05301 – Физика” мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға толықтай лайық деп есептеймін.

Шетелдік ғылыми кеңесші,
техника ғылымдарының докторы,
Вроцлав Ғылым және Технологиялар
Университетінің (Польша) профессоры

В. Виелеба

Kierownik
Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn
i Układów Mechatronicznych
prof. dr hab. inż. Wojciech Wieleba
(1)



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Wrocław University
of Science and Technology
Faculty of Mechanical Engineering

Lukasiewicz 5 Street
50-371 Wrocław
building B-4

T: +48 71 320 20 75
+48 71 320 27 15
+48 71 320 27 55
+48 71 320 27 57
F: +48 71 320 42 02

wydz.mech@pwr.edu.pl
www.wm.pwr.edu.pl
www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Bank Account
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434