



ОТЗЫВ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу Какимжанова Дауира Нуржанулы
«Влияние импульсно-плазменной обработки на структуру и свойства
детонационных покрытий», представленную на соискание степени
доктора философии (PhD)
по специальности 8D05301 – «Техническая физика»

Газотермические методы напыления являются одним из наиболее востребованных технологических процессов в современной промышленности благодаря своей эффективности, универсальности и относительно невысокой себестоимости. Газотермические методы позволяют формировать износостойкие, коррозионно- и термостойкие покрытия на различных поверхностях (в том числе сложной формы), существенно продлевая срок службы изделий. Для повышения качества газотермических покрытий целесообразно использовать внешнее высокоэнергетическое воздействие. Наиболее эффективным решением считается импульсно-плазменная обработка, включающая модификацию поверхности с помощью магнитного поля, электрического тока (потока заряженных элементарных частиц), а также высокоградиентного теплового потока (плазмы), обогащённого металлическими и неметаллическими легирующими компонентами.

Диссертационная работа Какимжанова Д.Н. посвящена изучению влияния импульсно-плазменной обработки на структуру и свойства детонационных покрытий, а также изучению формирования структуры, фазового состава и свойств детонационных покрытий после импульсно-плазменной обработки в зависимости от технологических параметров установки. В качестве объекта исследования были выбраны покрытия на основе $\text{Cr}_2\text{C}_3\text{-NiCr}$, $\text{Fe-TiB}_2\text{-CrB}_2$, полученные методом детонационного напыления.

Какимжановым Д.Н. были проведены комплексные экспериментальные работы по изучению влияния технологических параметров импульсно-плазменной обработки на структуру и свойства детонационных покрытий на основе $\text{Cr}_2\text{C}_3\text{-NiCr}$ и $\text{Fe-TiB}_2\text{-CrB}_2$. Был разработан комбинированный способ получения износостойких покрытий, включающий детонационное напыление с последующей импульсно-плазменной обработкой. В результате экспериментальных работ были получены покрытия на основе $\text{Cr}_2\text{C}_3\text{-NiCr}$ и $\text{Fe-TiB}_2\text{-CrB}_2$, обладающие высокими трибологическими и коррозионными характеристиками. В ходе проведения исследований установлены закономерности формирования структуры и свойств детонационных покрытий на основе $\text{Cr}_2\text{C}_3\text{-NiCr}$ и $\text{Fe-TiB}_2\text{-CrB}_2$ после импульсно-плазменной обработки.

Практическая и научная значимость полученных в диссертации результатов заключается в разработке дуплексной технологии. Дуплексная



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

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

Wrocław University
of Science and Technology
Faculty of Mechanical Engineering

Lukasiewicza 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



Wrocław University of Science and Technology

Faculty of Mechanical Engineering

технология нанесения покрытий, сочетающая детонационное напыление и последующую импульсно-плазменную обработку, обладает высокой практической и научной значимостью. С точки зрения практики она позволяет формировать многокомпонентные покрытия с отличными эксплуатационными характеристиками: повышенной адгезией, износостойкостью и коррозионной стойкостью, а также способностью выдерживать интенсивные тепловые и механические нагрузки. Благодаря этому, существенно продлевается срок службы деталей и снижаются затраты на обслуживание и ремонт дорогостоящего оборудования. Кроме того, полученные в диссертационной работе научные данные могут быть востребованы образовательными организациями при подготовке специалистов в области «Техническая физика», «Материаловедение» и «Машиностроение».

Диссертационная работа Какимжанова Д.Н. выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённое исследование. Основные результаты работы отражены в публикациях автора. По объёму, уровню выполнения, достоверности и научно-практической значимости полученных данных диссертационная работа соответствует требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, предъявляемым к PhD-диссертациям. Докторант заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – «Техническая физика».

**Зарубежный научный консультант,
доктор технических наук, профессор
Вроцлавского университета науки и технологий**

В.К. Внелеба

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



CELLENCE IN RESEARCH

ated by
EP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
lep-qaa.org

w University
nce and Technology
of Mechanical Engineering

wicza 5 Street
Wrocław
g B-4

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

nech@pwr.edu.pl
vm.pwr.edu.pl
pwr.edu.pl

N: 00001614
96-000-58-51
ccount
0 2402 0000 0006 1000 0434

**8D05301 – «Техникалық физика» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған
«Импульсті-плазмалық өндеудің детонациялық жабындардың
құрылымы мен қасиеттеріне әсері» атты
Дәуір Нұржанұлы Кәкімжановтың диссертациялық жұмысына
ШЕТЕЛДІК ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІНІҢ ПІКІРІ**

Газотермиялық бүрку әдістері өзінің тиімділігіне, әмбебаптығына және өзіндік құнының салыстырмалы түрде төмен болуына байланысты заманауи өнеркәсіпте ең көп сұранысқа ие технологиялық процестердің бірі болып табылады. Газотермиялық әдістер өнімнің қызмет ету мерзімін едәуір ұзарта отырып, әр түрлі беттерде (оның ішінде күрделі пішінді) тозуға төзімді, коррозияға және ыстыққа төзімді жабындарды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Газотермиялық жабындардың сапасын арттыру үшін сыртқы жоғары энергетикалық әсерді қолданған жөн. Ең тиімді шешім магнит өрісі, электр тоғы (қуатталған қарапайым бөлшектер ағыны), сондай-ақ металл және металл емес қоспалауыш компоненттермен байытылған, жоғары градиентті жылу ағыны (плазма) көмегімен беттің модификациясын қамтитын импульсті-плазмалық өндеу болып саналады.

Д.Н. Кәкімжановтың диссертациялық жұмысы детонациялық жабындардың құрылымы мен қасиеттеріне импульсті-плазмалық өндеудің әсерін зерттеуге, сондай-ақ қондырғының технологиялық параметрлеріне байланысты импульсті-плазмалық өндеуден кейінгі детонациялық жабындардың фазалық құрамының құрылымы мен қасиеттерінің қалыптасуын зерттеуге арналған. Зерттеу нысаны ретінде детонациялық бүрку әдісімен алынған Cr_2C_3-NiCr , $Fe-TiB_2-CrB_2$ негізіндегі жабындар таңдалды.

Д.Н. Кәкімжанов импульсті-плазмалық өндеудің технологиялық параметрлерінің Cr_2C_3-NiCr , $Fe-TiB_2-CrB_2$ негізіндегі детонациялық жабындардың құрылымы мен қасиеттеріне әсерін зерттеу бойынша кешенді эксперименттік жұмыстар жүргізді. Кейінгі импульсті-плазмалық өндеумен, детонациялық бүркуді қамтитын, тозуға төзімді жабындарды алудың аралас әдісі әзірленген. Эксперименттік жұмыстардың нәтижесінде жоғары трибологиялық және коррозиялық ерекшеліктеріне ие Cr_2C_3-NiCr және $Fe-TiB_2-CrB_2$ негізіндегі жабындар алынды. Зерттеу барысында Cr_2C_3-NiCr және $Fe-TiB_2-CrB_2$ негізіндегі детонациялық жабындардың құрылымы мен қасиеттерінің импульсті-плазмалық өндеуден кейінгі қалыптасу заңдылықтары анықталды.

Диссертацияда алынған нәтижелердің практикалық және ғылыми маңыздылығы дуплексті технологияны әзірлеуде. Детонациялық бүркуді және кейінгі импульсті-плазмалық өндеуді біріктіретін жабындыларды салудың дуплексті технологияның жоғары практикалық және ғылыми маңыздылығы бар. Тәжірибе тұрғысынан ол жоғары адгезия, тозуға төзімділік және

коррозияға төзімділік, сондай-ақ қарқынды жылу және механикалық жүктемелерді көтеретін қабілетке ие, керемет пайдалану ерекшеліктері бар көп компонентті жабындарды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Осының арқасында бөлшектердің жарамдылығы мерзімі айтарлықтай ұзартылады және қымбат жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындары азаяды. Сонымен қатар, диссертацияда алынған ғылыми деректер «Техникалық физика», «Материалтану» және «Машина жасау» саласында мамандарды даярлау кезінде білім беру ұйымдарында сұранысқа ие болуы мүмкін.

Д.Н. Кәкімжановтың диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған және аяқталған зерттеуді білдіреді. Негізгі жұмыстың нәтижелері автордың жарияланымдарында көрсетілген. Көлемі, орындалу деңгейі, алынған деректердің нақтылығы мен ғылыми-практикалық маңыздылығы бойынша диссертациялық жұмыс PhD – диссертацияларға қойылатын, Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым және жоғары білім саласында сапаны қамтамасыз ету комитетінің талаптарына сәйкес келеді. Докторант 8D05301 – «Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық.

**Шетелдік ғылыми кеңесші,
техника ғылымдарының докторы,
Вроцлавский ғылым және технологиялар
университетінің профессоры**

В.К. Виелеба

Мәтінді орыс тілден қазақ тіліне Шығыс Қазақстан облысы нотариаттық округінің нотариусы Хамитова Салима Султановна аударды.

Хамитова Салима Султановна

2026 жылғы «21» мамыр.

Мен, Хамитова Салима Султановна, Қазақстан Республикасы Әділет Министрлігімен 1998 жылғы 25 сәуірінде берілген №0000032 мемлекеттік лицензиясы, Шығыс Қазақстан облысы нотариаттық округінің нотариусы осы құжат мәтінің орыс тілінен қазақ тіліне мен жасаған аудармасының дұрыстығын куәландырамын.



Тізілімде № 2178 тіркелді
Өндірілді: 2292 теңге

Нотариус

Хамитова



ET1000437010341255750J624060D

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия

