

450008, г.Уфа,  
ул. К. Маркса,12  
ФГБОУ ВО «Уфимский  
государственный авиационный  
технический университет»  
Учёному секретарю  
диссертационного совета  
24.2.427.03 (Д 212.188.11),  
к.т.н., доценту  
Бобрук Е.В.

### Отзыв

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Абраимова Николая Васильевича на диссертационную работу Варданяна Эдуарда Леонидовича «Научные основы формирования ионно-плазменных износостойких покрытий для металлорежущего инструмента на основе композитных нитридных и интерметаллидных нано-слоёв титана и алюминия», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.6 – «Нанотехнологии и наноматериалы».

#### Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Варданяна Э.Л. посвящена решению актуальной проблемы повышения качества и эффективности металлорежущих инструментов, применяемых при обработке новых материалов с высокими характеристиками механических свойств. Создание новых инструментов с высокими характеристиками долговечности диктуется настоятельной необходимостью широкого импортозамещения инструментальной продукции.

#### Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературных источников из 173 наименований.

Одним из важных направлений в решении проблемы повышения долговечности металлорежущих инструментов является разработка упрочняющих покрытий на основе нитридов, карбидов и карбонитридов металлов. Наиболее широкое распространение для металлорежущих инструментов получили покрытия системы «титан – алюминий - азот». Многочисленные исследования, ведущихся в направлении создания долговечных покрытий для режущих инструментов, базируются на классическом алгоритме: поиск оптимального химического состава

УГАПУ  
Вх. № 2035-13  
от 03.12.2024

элементов, целенаправленное создание необходимой структуры и подтверждение испытаниями желаемых характеристик долговечности.

Для решения проблемы в диссертации Варданяна Э.Л. предложен усовершенствованный метод нанесения износостойкого наноструктурированного покрытия системы «титан – алюминий». Благодаря особенностям строения, многослойности интерметаллидных и нитридных нанослоёв титана и алюминия, их толщине в нанометровом диапазоне полученные покрытия позволили автору при сравнительных оценках с импортными аналогами увеличить стойкость инструментов почти в 3 раза. Предлагаемые автором способы позволяют получать нанослои толщиной до 5 нм и существенно увеличивать содержание нитридных и интерметаллидных фаз при формировании покрытий в среде азота.

В диссертации Варданяна Э.Л. представлена разработанная математическая модель, позволяющая прогнозировать стехиометрический состав покрытий в зависимости от технологических параметров, разработаны и внедрены типовые технологические процессы нанесения композиционных покрытий на инструменты, установлены характеристики фазового состава покрытий, долговечности при производственных испытаниях фрез, штамповой оснастки, долбежных инструментов с разработанными покрытиями.

#### Научная новизна

К научной новизне работы автора следует отнести, прежде всего, установление возможности одновременного формирования в покрытиях нитридов титана и алюминия и интерметаллидов  $TiAl_3$ ,  $TiAl$   $Ti_3Al$ , разработку способа прогнозирования стехиометрического состава покрытий, а также установление эффективных значений толщин нитридных и интерметаллидных нанослоёв, обеспечивающих заданный уровень эксплуатационных свойств покрытий.

Научная новизна подтверждена 9 патентами РФ.

#### Практическая значимость

Разработаны типовые технологические процессы нанесения новых композиционных покрытий на основе «ИнСиТА» на инструменты: твёрдосплавные и стальные фрезы, матрицы холодновысадочного автомата, позволившие увеличить ресурс инструментов до 3 раз в сравнении с импортными аналогами.

#### Достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность основных положений и результатов диссертационной работы подтверждена комплексом современных методов теоретических и экспериментальных исследований состава, структуры м

свойств материалов покрытий с использованием сертифицированного и аттестованного современного оборудования.

По диссертационной работе Варданяна Э.Л. можно сделать следующие замечания:

1. Темой работы автора заявлены научные основы формирования наноструктурированных покрытий, однако ни в цели работы, ни в выводах и заключении отсутствуют сообщения о разработке научных основ. В чём состоят научные основы работы?

2. В автореферате (стр.7) автор утверждает, что ряд способов разработаны автором впервые: математическая модель, технологические режимы, однако в тексте диссертации (стр. 13,17) такое утверждение отсутствует.

3. Из диссертации (стр.16) трудно понять, как это «...достоверность...обеспечивается логической определённой исходных методологических подходов...». Что автор понимает под методологией как таковой?

4. В работе встречаются стилистические погрешности, затрудняющие прочтение текста, например, на стр. 127 – «Анализ сопоставления погрешности и экспериментальных данных, полученных при помощи энергодисперсионного анализа, можно утверждать, что результаты отличаются несущественно».

5. На стр. 22 диссертации автор сообщает, что «система Ti – Al – N ...обладает...инертностью ко многим конструкционным материалам». Не ясно, по каким признакам определяется автором «инертность» указанной системы.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и не умаляют её научной и практической значимости. Диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Предложенные Варданяном Э.Л. решения достаточно аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями по проблеме разработки и применения наноструктурированных износостойких покрытий.

#### Заключение

В целом диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения в области разработки износостойких покрытий на основе системы «титан - алюминий - азот». Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на всероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах и

семинарах, опубликованы в семи статьях в журналах, входящих в перечень ВАК, а также в 12 статьях в журналах, входящих в международную систему цитирования Web of Science и Scopus. Результаты работы могут быть использованы на предприятиях авиакосмической промышленности.

Содержание автореферата достаточно полно отражает основные положения диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённым Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Варданян Эдуард Леонидович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.6 - «Нанотехнологии и наноматериалы».

Начальник отдела конструкционных материалов и функциональных покрытий филиала АО «ОДК» «НИИД», доктор технических наук, профессор

  
Абраимов Николай Васильевич

29.11.2021

Подпись профессора, доктора технических наук Абраимова Н.В.

Удостоверяю

Начальник бюро управления персоналом филиала АО «ОДК» «НИИД»

  
Докторова Татьяна Владимировна

105118, Москва, Будённого проспект, д.16 корп.182

Филиал Акционерного общества «Объединённая двигателестроительная корпорация» «Научно – исследовательский институт технологии и организации производства двигателей».

diagnostika@uecrus.com

Телефон 8(499)785-81-74

Докторская защищена по специальности 05.16.09