

## ОТЗЫВ

научного консультанта, доктора физико-математических наук, профессора  
Глезера Александра Марковича на диссертационную работу соискателя  
Осколковой Татьяны Николаевны

«Развитие теоретических и технологических основ повышения износостойкости  
карбидовольфрамовых твердых сплавов с использованием поверхностного  
упрочнения концентрированными потоками энергии и объемной термической  
обработки», представленную на соискание ученой степени доктора технических  
наук по специальности

05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

### **Общая характеристика соискателя и его научной деятельности**

Осколкова Т.Н. в 1981 г. окончила Сибирский металлургический институт им. С. Орджоникидзе по специальности «Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов» и была направлена на стажировку в Уральский политехнический институт для поступления в целевую аспирантуру. В 1985 г. успешно окончила аспирантуру с защитой диссертации по теме «Исследование структуры, стабильности фаз и свойств сплавов Ni-Co-Cr-Al с целью оптимизации состава защитных покрытий» на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссертационном совете, созданном при Уральском политехническом институте.

С 1985 г. и по настоящее время Осколкова Т.Н. является сотрудником ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

С 1985 года ассистент, затем доцент кафедры металловедения, оборудования и технологии термической обработки металлов Сибирского металлургического института, с 1994 г. по 1997 г. – заместитель декана технологического факультета, с 2005 г. по 2010г. – заведующий кафедрой металловедения, оборудования и технологии термической обработки металлов, с 2010 г. по 2013 г. – заместитель заведующего кафедрой обработки металлов давлением и металловедения. ЕВРАЗ ЗСМК. В настоящее время Осколкова Т.Н. работает в должности доцента кафедры «Обработка металлов давлением и металловедения. ЕВРАЗ ЗСМК».

С 02.11.2009 г. по 01.11.2012 г. Осколкова Т.Н. являлась докторантом Сибирского государственного индустриального университета. За время работы над диссертацией проявила себя как сложившийся научный сотрудник, подтвердивший умения, навыки и способности к самостоятельному научному поиску, показала глубокие познания и обширную эрудицию в выбранной области научного исследования.

За весь период практической деятельности Осколкова Т.Н. внесла большой вклад в развитие металлургической и машиностроительной отрасли нашей страны, с её участием выполнялись научно-исследовательские работы, направленные на повышение надёжности и качества деталей машин, инструмента и других изделий: «Исследование структурной и эксплуатационной стабильности литых лопаток судовых газотурбинных двигателей», «Разработка материалов, технологических процессов термической и химико-термической обработки для

повышения надёжности и качества деталей машин, инструмента и других изделий», «Исследование силовых условий работы шпинделей непрерывно-заготовочного стана с разработкой мероприятий по повышению долговечности динамически нагруженных пар трения», «Обоснование выбора оптимальных режимов легирования, модифицирования стали и сплавов с использованием нанотехнологий и термомеханического упрочнения проката с целью формирования наноструктурного состояния поверхности для повышения механических свойств», «Развитие теории и совершенствование процессов сварки и упрочнения сталей и твердых сплавов на основе формирования наноструктурных сварных швов и покрытий с заданными физико-механическими свойствами для повышения надежности и долговечности инструментов, деталей, узлов и механизмов». Результаты данных исследований внедрены на различных предприятиях металлургической и машиностроительной отрасли.

По результатам исследовательских работ опубликовано 3 монографии, 10 патентов на изобретения, более 150 научных трудов, изданных в отечественных и зарубежных журналах.

Осколкова Т.Н. подготовила двух кандидатов технических наук и работает в настоящее время с одним аспирантом.

За заслуги в научной и педагогической деятельности, большой вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов Осколкова Т.Н. награждена Почётной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации (2005 г.) и нагрудным знаком «Почётный работник высшего профессионального образования» (2010 г.), медалью «За веру и добро» (2017 г. Администрацией Кемеровской области).

#### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Т.Н. Осколковой направлена на решение актуальной задачи, имеющей отраслевое значение, а именно, повышение эксплуатационных свойств карбидовольфрамовых твёрдых сплавов на основе технологий поверхностного упрочнения концентрированными потоками энергии и объемной термической обработки.

Для диссертанта характерен комплексный системный подход для решения поставленных задач, включающий глубокие аналитические и всесторонние экспериментальные исследования, опробование разработок в производственных условиях и их внедрение. Полученные диссертантом результаты свидетельствуют об эффективности такого подхода, а структура и взаимодополняемость отдельных результатов диссертации подтверждает обширную эрудицию и высокий уровень профессиональных компетенций диссертанта, а также понимание им ключевых вопросов теории и практики исследований.

#### **Научная новизна диссертации**

1. Дано научное обоснование механизма и закономерностей структурообразования сверхтвёрдых ионно-плазменных  $TiN+ZrN$  покрытий на карбидовольфрамовых твёрдых сплавах ВК10КС и ВК8. Установлено, что дополнительное легирование цирконием ионно-плазменного покрытия  $TiN$  приводит к повышению нанотвёрдости на 23 %, модуля Юнга на 67 %, снижению коэффи-

циента трения по сравнению с исходным (спечённым) состоянием твёрдого сплава в 5,9 раз.

2. Установлен механизм формирования структуры и фазового состава двухслойных твёрдосплавных пластин (поверхностный слой ВК6-ОМ + основа ВК10КС), полученных способом ЭЭУЛ. Научно обосновано, что повышение износостойкости твёрдосплавных пластин связано с образованием на их поверхности карбидов дивольфрама  $W_2C$ , характеризующихся более высокой твёрдостью и износостойкостью, по сравнению с монокарбидами вольфрама  $WC$ .

3. Создана новая номограмма для разработки режимов электроэрозионного упрочнения легированием карбидовольфрамовых твёрдых сплавов с регламентированными параметрами поверхностного слоя.

4. Получены новые научные данные о структурно-фазовых состояниях и свойствах поверхностных слоёв на сплаве ВК10КС, сформированных в неравновесных условиях одно- и многокомпонентного электровзрывного легирования при различных режимах энергетического воздействия. Установлено, что наибольший эффект упрочнения поверхности твёрдого сплава наблюдается при использовании высокоэнергетического ( $6,0 \text{ ГВт/м}^2$ ) режима обработки при всех взрывааемых проводниках и связан с измельчением структурных составляющих в поверхностных слоях и формированием высокотвёрдых фаз, состоящих из элементов основного материала и взрывааемых проводников –  $W_2C$ ,  $TiC$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiC$ ,  $Ti_2B$ . Максимальный эффект упрочнения поверхности твёрдого сплава наблюдается при однокомпонентном ЭВЛ титаном, а при многокомпонентном – титаном с бором.

5. На основе математического моделирования исследованы теплофизические процессы в твёрдосплавных пластинах при ЭВЛ. Получены новые количественные данные о влиянии параметров энергетического воздействия на тепловое состояние твёрдосплавных пластин, градиенты изменения температуры. Доказано, что формирование упрочнённого поверхностного слоя происходит в неравновесных условиях, предопределяющих его свойства и фазовый состав.

6. Установлены закономерности формирования структуры твёрдого сплава ВК10КС при термической обработке в водополимерных средах ПК-М, Бреокс Термо А, Термовит М, обусловленные частичным растворением карбидов вольфрама  $WC$  и уменьшением их размеров, дополнительным растворением вольфрама и углерода в кобальтовой связующей с ГЦК решёткой и ее стабилизацией.

Личное участие соискателя состоит в научной постановке задач теоретических и экспериментальных исследований; разработке теоретических и технологических основ рассматриваемых в работе положений; выбор основных методов проведения экспериментов, участие в экспериментах, включая обработку и интерпретацию полученных результатов, математическом моделировании поставленных задач; обработке, анализе, обобщении, научном обосновании полученных результатов; формулировании выводов и рекомендаций; написании

статей, материалов докладов, патентов, непосредственное выполнение промышленных испытаний и внедрение в производство научных разработок.

### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных результатов обеспечивается комплексным подходом решения поставленных задач, применением апробированных методов и аттестованных технических средств; сопоставлением литературных данных с результатами экспериментов, а также внедрением технологий в производство.

### **Практическая ценность полученных результатов, их значимость для науки и производства**

На основе полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований разработан комплекс технологических решений для упрочнения карбидовольфрамовых твёрдых сплавов, обеспечивающих повышение поверхностной твёрдости до  $20000 \div 38500$  МПа, предела прочности на изгиб на 10 %, снижение коэффициента трения в  $2 \div 6$  раз. Полученные результаты предназначены для практического применения при разработке упрочняющих технологий бурового, горно-режущего, штампового инструмента, а также инструмента для механической обработки специальных сталей и цветных сплавов, в частности:

1. Разработана технология закалки карбидовольфрамового твёрдого сплава ВК10КС в водополимерных средах ПК-М, Бреокс Термо А, Термовит М, позволяющая повысить срок службы бурового, горно-режущего и штампового инструмента, оснащённого данным сплавом (способ закалки твёрдого сплава Патент РФ 229426; способ закалки твёрдого сплава на основе карбида вольфрама Патент РФ 2355513; способ закалки твёрдого сплава Патент РФ 2356693; способ закалки твёрдого сплава на основе карбида вольфрама Патент РФ 2392342).

2. Получено сверхтвёрдое ионно-плазменное  $TiN+ZrN$  покрытие на карбидовольфрамовых твёрдых сплавах ВК10КС и ВК8 с нанотвёрдостью  $38000 \div 38500$  МПа и повышенной износостойкостью с коэффициентом трения  $\mu = 0,07$ , в 5,9 раз меньшим по сравнению с исходным состоянием.

3. На основе применения способа ЭЭУЛ разработана технология и произведена опытная партия твёрдосплавных пластин, состоящих из сплава ВК10КС (основа) и ВК6-ОМ (поверхностный слой) (способ получения изделия из многослойного твёрдого сплава на основе карбида вольфрама Патент РФ 2401720).

4. Разработана новая технология упрочнения поверхности карбидовольфрамового твёрдого сплава ВК10КС при однокомпонентном ЭВЛ углеродом, алюминием и титаном в высокоэнергетическом режиме, при которой поверхностная твёрдость возрастает в  $2 \div 2,5$  раза (способ поверхностного упрочнения вольфрамокобальтового твёрдосплавного инструмента Патент РФ 2398046; способ поверхностной обработки вольфрамокобальтового твёрдосплавного инструмента Патент РФ 2405061).

5. Разработана новая технология упрочнения поверхности карбидовольфрамового твёрдого сплава ВК10КС при многокомпонентном ЭВЛ углеродом, алюминием и титаном совместно с порошками карбида кремния, бора, позволяющая снизить коэффициент трения в  $2 \div 4$  раза (способ упрочнения поверх-



ности вольфрамокобальтового твёрдосплавного инструмента Патент РФ 2413792; способ упрочнения поверхности твёрдосплавного инструмента на основе карбида вольфрама Патент РФ 2430194).

6. Результаты исследований внедрены на ООО «Технокомплекс-НК» (г. Новокузнецк), ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» – филиал «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова», ООО «Механообработка» (г. Прокопьевск).

7. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе в Сибирском государственном индустриальном университете при подготовке аспирантов по направлению подготовки 22.06.01 – Технологии материалов.

Внедрение результатов работы в производство подтверждается соответствующими актами и справками о внедрении.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 82 печатных работ, в том числе 3 монографии, 9 патентов РФ, 70 статей в журналах и сборниках статей, 25 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования результатов докторских диссертаций, 9 – в иностранных журналах, индексируемых в базе данных *Scopus* и *Web of Science*.

#### **Заключение о соответствии работы требованиям ВАК**

Считаю, что диссертация Осколковой Т.Н. является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное отраслевое значение. Диссертация соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней к докторским диссертациям по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а её автор Осколкова Татьяна Николаевна заслуживает присуждения учёной степени доктора наук.

Научный консультант

д.ф-м.н., профессор, главный научный сотрудник

Национального исследовательского  
технологического университета «МИСиС»



Глезер Александр Маркович

«Подпись А.М. Глезера удостоверяю»

Проректор

НИТУ «МИСиС»

12.09.2018



М.Р. Филонов