

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный университет»
д.т.н., профессор



Жаданов В.И.

11 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Осколковой Татьяны Николаевны
«Развитие теоретических и технологических основ повышения износостойкости карбидовольфрамowych 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»

Актуальность диссертации

В машиностроении, горнодобывающей и деревообрабатывающей промышленности применяют спечённые карбидовольфрамowe твёрдые сплавы, которые широко используют в качестве инструментальных материалов. Сплавы WC-Co – наиболее прочные из известных спечённых твёрдых сплавов, но не всегда удовлетворяют требованиям по износостойкости, поэтому одним из перспективных направлений совершенствования твёрдых сплавов является повышение износостойкости при сохранении вязкости. Такое сочетание свойств обеспечивает долговечность любого инструмента, воспринимающего нагрузки высокой интенсивности при механической обработке, штамповке, бурении горных пород и т.д. В этой связи повышение износостойкости карбидовольфрамowych твёрдых сплавов посредством создания многокомпонентных покрытий с использованием концентрированных потоков энергии, а также объёмной термической обработки, которые рассматриваются в данной диссертационной работе, является актуальной научно-практической задачей.

Диссертантом были проведены исследования в соответствии с перечнем критических технологий Российской Федерации от 2011 г. «Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов» и приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации от 2011 г. «Индустрия наносистем», основными задачами Государственной программы «Развитие науки и технологий» на 2013 – 2020 годы. Разработки проводились в соответствии с Федеральной целевой программой «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» («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») П 332 от 28.07.2009, ГК № 01200906185; гранта в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России № 11.1531.2014/ К («Развитие теории и совершенствование процессов сварки и упрочнения сталей и твёрдых сплавов на основе формирования наноструктурных сварных швов и покрытий с заданными физико-механическими свойствами для повышения надёжности и долговечности инструментов, деталей, узлов и механизмов»); гранта ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» («Термическая обработка металлов и сплавов») от 01.04.2008, № 4.24/8.

Научная новизна полученных результатов

В ходе выполнения научных исследований автором диссертации получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

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 коэффициента 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, определяющих 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 карбида вольфрама в кобальтовой связующей с ГЦК решёткой и ее стабилизацией.

Практическая значимость

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 поверхности 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 моторо-

строительное 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.

Оценка достоверности результатов диссертационных исследований

Достоверность и обоснованность полученных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается большим объемом экспериментальных данных, полученным с использованием современных методов исследования в области металловедения; сопоставимостью экспериментальных данных с данными других исследователей; эффективностью предложенных технологических решений, подтвержденных результатами промышленных испытаний и внедрением в производство. Исследования автора подтверждаются промышленными испытаниями и внедрением в производство металлорежущего, штампового, бурового, горно-режущего инструмента. Совокупный экономический эффект от ожидаемых и внедрённых мероприятий на предприятиях составляет 4,9 и 3,475 млн. рублей в год соответственно.

Общая характеристика диссертации

Основное содержание диссертации отражено в 82 публикациях автора, в том числе в 3 монографиях, 9 патентах РФ, 70 статьях 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. Научные результаты диссертационной работы докладывались на Международных и Всероссийских конференциях.

Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует паспорту научной специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» по п.п. 2, 3, 4, 6.

Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов, заключения, библиографического списка, включающего в себя 330 наименований, и приложений. Текст изложен на 313 страницах машинописного текста, содержит 110 рисунков, 15 таблиц.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации не указаны возможные затруднения, которые могут возникнуть у производителей при поддержании установленной концентрации водополимерных растворов?
2. В разделе 3 диссертант описывает изменения структуры и свойств твёрдого сплава после закалки в трёх водополимерных средах, но не понятно какому закалочному раствору автор отдаёт предпочтение?
3. В диссертации не представлена статистическая обработка экспериментальных данных профилей и площадей сечений треков износа образцов.
4. Возможно ли получать алмазоподобные покрытия на карбидовольфрамовом инструменте, используя способ ЭВЛ?
5. Не ясен механизм упрочнения при термообработке.
6. При обработке ВК10КС высокоэнергетическим методом ЭВЛ не приводятся данные по изменению $\sigma_{изг.}$

Заключение

Рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся мероприятия по повышению износостойкости карбидовольфрамowych твердых сплавов с применением концентрированных потоков энергии и объёмной термической обработки, имеющие большое практическое значение для развития твердосплавной промышленности.

Автореферат диссертации и опубликованные работы отражают основные положения диссертации.

Несмотря на отмеченные недостатки, рассматриваемая диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом и методическом уровне, соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, в соответствии с пунктом 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а её автор Осколкова Т.Н. заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертация и автореферат обсуждались на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», протокол № 2 от 31 октября 2018 г. и получили положительную оценку.

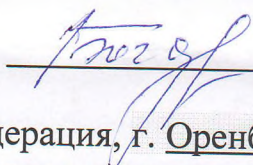
Заведующий кафедрой
материаловедения и технологии
материалов,
канд. техн. наук, доцент



В.И. Юршев

Отзыв составил:

д.т.н., профессор кафедры материаловедения и технологии материалов ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»



Богодухов Станислав Иванович

(460018, Российская Федерация, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13; тел. +7 (35-32)77-67-70, +7 (35-32) 72-37-01; адрес эл. почты post@mail.osu.ru)

Подписи удостоверяю

*Юршева В. И.,
Богодухов С. И.,
Дудков М. А.*

Начальник отдела кадров

« 01 » 11 2018 г.

