

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:  
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ЧАСТЬ II**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
16 – 18 мая 2017 г.*

**выпуск 21**

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк  
2017**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,  
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,  
д-р физ.- мат. наук, профессор В.Е. Громов,  
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак,  
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,  
канд. техн. наук, доцент В.В. Чаплыгин,  
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,  
канд. техн. наук, доцент С.В. Фейлер,  
д-р техн. наук, доцент А.Р. Фастыковский,  
д-р техн. наук, профессор Н.А. Козырев,  
канд. техн. наук, доцент С.Г. Коротков

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - Вып. 21. - Ч. II. Естественные и технические науки. –440 с., ил.- 113, таб.- 77.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: химии, физики, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КАРБИДА ЦИРКОНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

**Алексеева Т.И.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Руднева В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Проведен анализ применения карбида циркония в составе твердых сплавов, антиэмиссионных, абразивных и коррозионностойких покрытий.

Ключевые слова: карбид циркония, твердые сплавы, функциональные и коррозионностойкие покрытия.

Приоритетные направления современного разнопрофильного машиностроения требуют материалов, способных устойчиво работать в условиях воздействия высоких температур (более 1000 К), больших нагрузок, агрессивных сред. В этой связи постоянно повышается роль и значение синтетических тугоплавких сверхтвердых соединений – карбидов, боридов, нитридов, оксидов и их композиций. Среди карбидов переходных металлов карбид циркония по сочетанию специальных свойств входит в лидирующую группу, уникально совмещая такие практически значимые свойства, как твердость, тугоплавкость, коррозионная стойкость в жидких, газовых средах и металлических расплавах, износостойкость. Проведенный ранее анализ доступной научно-технологической литературы, содержащей результаты исследования свойств и способов получения карбида циркония, подтверждает, что основные представления по этим вопросам сформированы в 60-70 годах XX столетия главным образом усилиями научной школы члена-корреспондента АН Украины Самсонова Г.В., содержат характеристики свойств и условия получения крупнозернистых порошков и компактированных образцов. Системные исследования карбида циркония в нанокристаллическом состоянии практически не проводились. Наряду с этим в научной литературе крайне ограничено представлена информация о реальных сферах применения карбида циркония в современной технике. В связи с этим целью настоящей работы является анализ наиболее технологически и экономически привлекательных направлений применения карбида циркония и обоснованное прогнозирование новых подходов к его использованию.

Проведенный анализ научно-технической литературы свидетельствует о положительном технологическом опробовании карбида циркония стандартной гранулометрии в составе твердых сплавов, антиэмиссионных, абразивных и коррозионностойких покрытий и позволяет прогнозировать такие сферы его эффективного применения в наносостоянии, как производство поликристаллических сверхтвердых материалов и изделий из них, электроосаждение композиционных металлматричных покрытий в гальванотехнике,

формирование защитных смачиваемых покрытий катодов электролизеров в металлургии алюминия.

В технологии твердых сплавов подтверждена целесообразность замены карбидом циркония карбидов тантала, титана и хрома, в сплавах ТТК, ТК, КХН, введение его в качестве добавок в сплавы БВТС, однако отмечаются определенные проблемы применения его в качестве компонента различных твердых сплавов введу плохой смачиваемости металлами групп железа, обычно используемыми в качестве связок. Карбид циркония положительно опробован в составе следующих твердых сплавов:

1) в составе твердых сплавов группы ТТК, обычно содержащих до 5-20 % TaC, 3-15 % TiC, 8-12 % Co, остальное WC, взамен дорогостоящего TaC; сплавы этой группы являются достаточно универсальными, т.к. применяются для обработки как углеродистых сталей, так и различных чугунов;

2) в составе твердого сплава WC – ZrC – Co группы ТК, по своим свойствам практически равнозначного сплавам WC – TiC – Co;

3) в составе твердого сплава группы БВТС COT 30 на карбонитридной основе –  $(Ti_{0,95}Zr_{0,02}Nb_{0,10}Ta_{0,09})C_{0,53}N_{0,47}$ ; сплав имеет  $\delta_{изг}$  1000 МПа, HRA 90 ед., средний размер зерна карбонитридной фазы 2-4 мкм, стойкость при резании в 4 раза выше, чем у сплава КНТ 16;

4) в составе твердого сплава группы БВТС TiC – VC – ZrC – NbC – Ni – Mo (марки Т и ТП);

5) в составе карбидохромовых твердых сплавов группы КХН10-40  $Cr_3C_2 - Ni$  ( $Ni + Co + Fe + Mo + Cu$ ) для частичной замены  $Cr_3C_2$ ; сплавы обладают высокой твердостью, окалиностойкостью, противостоят износу и коррозии в агрессивных расплавах и жидкостях, имеют низкую склонность к схватыванию и намагничиваемости и применяются в основном для изготовления фильер, матриц и оправок для протяжки черных и цветных металлов, пресс-форм и других износостойких деталей.

В технологии покрытий предложены способы формирования эффективных высоконадежных покрытий следующих типов: интерметаллического антиэмиссионного состава  $Pt_3Zr$  на сетках мощных генераторных ламп, абразивного состава ZrC на частицах алмазных порошков, используемых для изготовления отрезного, шлифовального и сверлильного инструмента, коррозионностойкого состава Zr – ZrC на керамических порошках.

В технологии сверхтвердых материалов внедрено в промышленных масштабах применение нанокристаллических нитридов, карбонитридов, карбидов, боронитридов переходных металлов IV – Va групп и их композиций с металлическими порошками в качестве компонентов и иницилирующих добавок при спекании материалов на основе нитрида бора и алмаза, что позволило создать материалы, содержащие до 30 % и более наноконпонентов, характеризующиеся повышенной ударной вязкостью и химической инертностью.

В технологии гальванических композиционных металломатричных покрытий в процессах никелирования, цинкования, хромирования внедрено

применение нанокристаллических боридов и карбидов  $\text{CrB}_2$ ,  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ,  $\text{TiC}$ ,  $\text{SiC}$  в качестве модифицирующих добавок, обеспечивающих получение высокоплотных покрытий с высоким комплексом физико-механических свойств за счёт формирования мелкозернистой структуры с низкой пористостью.

В технологии производства алюминия электролизом фторидного криолито-глиноземного расплава выполнен значительный объем исследований и разработано немало технических предположений по повышению срока службы катода алюминиевого электролизера путем защиты его смачиваемым алюминием покрытием. Такое покрытие должно быть химически инертным к расплавам алюминия и электролита, прочным, высокоэлектропроводным, износостойким, хорошо смачиваться алюминием. В составе функциональной основы такого покрытия принципиально могут быть использованы бориды и карбиды титана и циркония. Описанные в литературе результаты и технические решения предполагают пока применение только диборида титана. Можно предположить, что дальнейшее развитие этого направления совершенствования конструкций алюминиевых электролизеров и повышения технико-экономических показателей процесса электролитического производства алюминия могут быть связаны с расширением номенклатуры используемых материалов и повышением их доступности за счет разработки эффективных технологий производства, обеспечивающих снижение их реальной стоимости до уровня менее 100 долл. США / кг.

УДК 621.762

## **АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО И МИРОВОГО РЫНКА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КАРБИДА ЦИРКОНИЯ**

**Алексеева Т.И.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Руднева В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Проведен анализ российского и мирового рынка нанокристаллического карбида циркония, определены наиболее востребованные технологии его производства и сферы эффективного применения.

Ключевые слова: карбид циркония, производители и поставщики, технологии, техническое назначение.

Карбид циркония входит в группу высокотемпературных, сверхтвердых, огнеупорных, износостойких материалов, востребованных в различных сферах современного машиностроения. Введение его в обращение в нанокристаллическом состоянии открывает перспективы создания на его основе материалов с новым уровнем эксплуатационных свойств.

Представленная ведущими зарубежными производителями нанопо-

<b>Осетковский И.В., Гусев А.И.</b> Влияния кобальта на механические свойства и структуру металла наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V.....	235
<b>Гусев А.И., Осетковский И.В.</b> Исследование качества металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co.....	237
<b>Михно А.Р., Бурнаков М.А.</b> Применение углеродфторсодержащих добавок для сварочных флюсов.....	240
<b>Бурнаков М.А., Михно А.Р.</b> Возможность использования карбонатов в сварочных флюсах.....	242
<b>Непомнящих А.С., Федотов Е.Е., Белов Д.Е.</b> Исследование и разработка новых составов порошковой проволоки системы C-Si-Mn-Cr-V-Mo для наплавки прокатных валков.....	245
<b>Федотов Е.Е., Непомнящих А.С., Белов Д.Е.</b> Совершенствование состава порошковых проволок системы C-Si-Mn-Cr-W-V с целью повышения качества и эксплуатационных характеристик наплавленного слоя.....	248
<b>Патрушев А.О., Липатова У.И., Свистунов А.Д, Айматов В.Г.</b> Разработка новых сварочных флюсов.....	250
<b>Патрушев А.О., Липатова У.И.</b> Разработка нового сварочного флюса на основе шлака силикомарганца.....	252
<b>Патрушев А.О., Липатова У.И., Махин Д.И.</b> Использование барий-стронциевого карбонатита при сварке под флюсом.....	255
<b>Баротов Ф.Б.</b> Нанометаллургия вольфрама: современное состояние и перспективы развития.....	257
<b>Мацела Е.В.</b> Кристаллическая структура боридов хрома: актуализация и систематизация научно-технической информации .....	260
<b>Алексеева Т.И.</b> Применение карбида циркония в современной технике: настоящее и будущее.....	263