



Ассоциация технологов-машиностроителей Украины
Академия технологических наук Украины
Институт сверхтвердых материалов
им. В.Н. Бакуля НАН Украины
ООО «НПП РЕММАШ» (Украина)
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Украина)
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт» (Украина)
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта
ГП «Харьковский государственный орган сертификации
железнодорожного транспорта» (Украина)
Белорусский национальный технический университет (Беларусь)
Ассоциация инженеров-трибологов России
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
Издательство «Машиностроение» (Россия)
ООО «Композит» (Россия)
Каунасский технологический университет (Литва)
Машиностроительный факультет Белградского
университета (Сербия)

ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РЕНОВАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ

*Материалы 12-й Международной
научно-технической конференции*

(04–08 июня 2012 г., Крым, г. Ялта)

Киев – 2012

Инженерия поверхности и реновация изделий: Материалы 12-й Международной научно-технической конференции, 04–08 июня 2012 г., г. Ялта.– Киев: АТМ Украины, 2012.– 368 с.

Научные направления конференции

- Научные основы инженерии поверхности:
 - материаловедение
 - физико-химическая механика материалов
 - физикохимия контактного взаимодействия
 - износо- и коррозионная стойкость, прочность поверхностного слоя
 - функциональные покрытия и поверхности
 - технологическое управление качеством деталей машин
 - вопросы трибологии в машиностроении
- Технология ремонта машин, восстановления и упрочнения деталей
- Метрологическое обеспечение ремонтного производства
- Экология ремонтно-восстановительных работ
- Сварка, наплавка и другие реновационные технологии на предприятиях горнометаллургической, машиностроительной промышленности и на транспорте

Материалы представлены в авторской редакции

© АТМ Украины,
2012 г.

Литература

1. Гарост А.И. Железоуглеродистые сплавы: структурообразование и свойства. – Мн.: Беларус. навука, 2010. – 252 с.

Геворкян Э.С. Украинская государственная академия железнодорожного транспорта,
Гуцаленко Ю.Г. НТУ «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

ПРОБЛЕМА ЭКСПАНСИИ СЕМИКАРБИДА ВОЛЬФРАМА В ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ НА БИМОДАЛЬНОЙ ВОЛЬФРАМОКАРБИДНОЙ ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОСПЕКАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ С ПРЯМЫМ ТОКОПОДВОДОМ

В нашей бимодальной порошковой практике карбида вольфрама в спекании твердых сплавов, сочетающей порошок стандартной размерной характеристики с добавкой наноразмерного в объеме 5, 10 и 15 мас. %, применительно к твердосплавным композициям с 8 % содержанием связующего кобальта ($WC-8Co$), в сопоставимых опытных условиях нанодополненные твердосплавные образцы по микротвердости (до 18–19 ГПа) заметно превосходили произведенные по стандартной технологии. Однако рентгенографически зафиксированный при этом заметно повышенный выход фаз W_2C_x , на уровне 5–8 мас. % по сравнению с выходом в размере 2–3 мас. % тех же структур при спекании сплавов традиционной композиции с мономодальной вольфрамокарбидной основой, побуждает к объяснению и анализу этого феномена в системе альтернатив сдерживания или поддержки.

Экспансия W_2C в вольфрамокерамических инструментальных композитах горячего прессования с электроконсолидацией нанопорошков своим генезисом обязана, прежде всего, электроразрядным эффектам в газовых порах вдоль границ зерен спекаемого порошка и образованием в их зоне низкотемпературной плазмы электрического разряда, вызывающей локальные всплески температуры достаточно уровня для разложения основного карбида. Другим важным фактором интенсификации выхода фаз W_2C_x в электроконсолидационной работе с порошками меньших зернистостей является повышенная площадь зеренных границ – потенциальных электродов искровых разрядных контактов.

Наблюдаемые в W_2C более короткие внутриатомные связи W-C и W-W (табл. 1), чем это имеет место в WC, не обеспечивают казалось бы ожидаемых повышенных физико-механических характеристик W_2C , например, большей твердости. В этом конкурентном WC – W_2C противостоянии определяющей является, по-видимому, теснота межмолекулярных связей. По кратчайшему C-C межатомному расстоянию оно выше как раз у W_2C (табл. 1), несмотря на вольфрамовую доминанту по твердости не превосходящего WC, а по прочности заметно ему уступающему (табл. 2).

Таблица 1 – Линейные параметры кар-бидов вольфрама (по М. Нейбургеру)

Показатель		W_2C	WC
Параметры гексагональной кристаллической решетки, нм	a	0,299	0,294
	c	0,472	0,286
Кратчайшие межатомные расстояния, нм	W-C	0,215	0,222
	W-W	0,278	0,286
	C-C	0,299	0,286

Таблица 2 – Свойства α -карбидов вольфрама (по А.Н. Пилянкевичу)

Показатель	W_2C	WC
Твердость по Роквеллу, МПа	800	810
Модуль Юнга, ГПа	428	720
Стандартная энтропия, Дж/(моль·К)	11,7	8,98
Коэффициент линейного расширения, $10^{-6}/K$	1,2	3,9
Удельное сопротивление, 10^{-7} Ом/м	7,6	1,92

Интервал рассеивания кратчайших межатомных расстояний W–C, W–W, C–C (см. табл. 1), у WC заметно меньше (от 0,222 до 0,286 нм, т. е. 64 нм), чем у W_2C (84 нм). По-видимому, это обстоятельство весомо послужило в пользу большей прочности WC, причем это увеличение прочности в оценке соотношением модулей Юнга (720/428, табл. 2) примерно соответствует обратному соотношению квадратов приведенных диапазонов рассеяний ($84^2/64^2$).

Таким образом, с точки зрения формирования основных физико-механических свойств твердого тела, архитектура кристаллической решетки монокарбида WC является более гармоничной.

С другой стороны, больший уровень энтропии определенного состояния одной и той же системы, как известно, свидетельствует о большем уровне ее термодинамической устойчивости в этом состоянии. В этом плане в системе W–C семикарбид W_2C несколько

выигрывает у монокарбида WC; в стандартных условиях ($T = 298$ К, $P = 0,1$ МПа) – примерно на 30 % (см. табл. 2).

Отмеченная выше относительная прочностная несостоятельность семикарбида W_2C в сравнении с монокарбидом WC (по модулю продольной упругости α - W_2C уступает α -WC почти в 1,7 раза) является лишь одним из весьма заметных возмущений равномерности в системе физико-механических, тепло-, электрофизических и других свойств в объеме вольфрамовой карбидной керамики с изменением ее структуры от монокарбида WC к поликарбидной композиции WC – W_2C , табл. 2. Так, значительная разница в термических коэффициентах линейного расширения может выступать самостоятельным фактором, провоцирующим трещинообразование, проявляющимся тем значительней, чем больше содержание W_2C в общем WC – W_2C объеме. В электрофизическом плане следует обратить внимание, что семикарбид W_2C вчетверо превосходит свой монокарбидный WC–аналог по электрическому удельному сопротивлению в нормальных условиях, а также по температурному коэффициенту электрического сопротивления, т. е. в темпе роста сопротивления в термических нагружениях. Поэтому повышенное содержание W_2C обещает значительное ослабление электропроводности, особенно при повышенных температурах эксплуатации композитов на вольфрамокарбидной основе.

В связи с этим проявления экспансии семикарбида вольфрама в твердых сплавах требуют согласования с функциональными задачами изделий из них, в необходимых случаях – перехода к технологическим альтернативам композиции и спекания.

Гордиенко А.И. Физико-технический институт НАН Беларуси,
Хейфец М.Л., Гайко В.А., Бородавко В.И., Крутько В.С.,
Пынькин А.М. ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
Колмаков А.Г. Институт металлургии и материаловедения
им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия

ЛАЗЕРНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Лазерное импульсное или непрерывное излучение позволяет сфокусировать в небольших объемах энергию с удельной плотно-

<i>Гарост А.И.</i> МИКРОСОСТАВ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ И МОРФОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО ЛЕГИРОВАННОГО СЛОЯ НА ОТЛИВКАХ	71
<i>Геворкян Э.С., Гуцаленко Ю.Г.</i> ПРОБЛЕМА ЭКСПАНСИИ СЕМИКАРБИДА ВОЛЬФРАМА В ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ НА БИМОДАЛЬНОЙ ВОЛЬФРАМОКАРБИДНОЙ ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОСПЕКАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ С ПРЯМЫМ ТОКОПОДВОДОМ	73
<i>Гордиенко А.И., Хейфец М.Л., Гайко В.А., Бородавко В.И., Крутько В.С., Пынькин А.М., Колмаков А.Г.</i> ЛАЗЕРНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ	75
<i>Гулаков К.В., Лебедев В.А., Лендел И.В., Шаранов М.Г.</i> ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СВАРКЕ С ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧЕЙ ПРОВОЛОКИ	79
<i>Гурьянов Г.В., Кисель Ю.Е.</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРЫ, ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ОСАДКОВ И ИХ ДИЛАТАЦИИ	80
<i>Гуцаленко Ю.Г., Погребной Н.А., Волков О.А.</i> ПОДДЕРЖКА АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИЕМ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ	83
<i>Диордица И.Н.</i> КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ	86
<i>Долматов А.И., Зорик И.В., Мостовой А.И.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА НАПРАВЛЯЮЩИХ АППАРАТОВ КОМПРЕССОРА ГТД	87
<i>Домаш Е.В., Мельников Д.В., Спиридонов Н.В.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Ni и Cu НА ПРИМЕРЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ	90