

ИНСТИТУТ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ДВО РАН

Важнейшие результаты научных исследований в 2025 году

1. Методом искрового плазменного спекания были получены наноструктурные и ультрамелкозернистые образцы карбида вольфрама и вольфрамокобальтовых сплавов. Установлено, что рост твердости образцов WC с 22,1 до 27,7 ГПа при уменьшении среднего диаметра зерен WC (d) с 0,54 до 0,22 мкм хорошо описывается зависимостью Холла-Петча (рисунок 1, а). Тенденции к изменению вязкости разрушения WC при уменьшении среднего диаметра зерен не обнаружено (рисунок 1, б). Скорость микроабразивного износа полученных материалов и их аналогов снижается при увеличении твердости (рисунок 1, в) и линейно растёт при увеличении объемной концентрации кобальта (рисунок 1, г). Данный скорости износа вольфрамокобальтовых сплавов (Рисунок 2, а-г) объясняется ускорением разрушения ослабленных карбидных зерен после удаления менее твердых кобальтовых прослоек. Износ спечённого WC (рисунок 2, д-ж) сопровождается образованием борозд без откалывания отдельных зерен. Впервые установлено, что из-за быстрого разрушения ослабленных зерен WC скорость износа образцов твердых сплавов в 1,2-26 раз больше скорости износа спеченных WC. Это открывает перспективу применения спеченных карбидов для производства деталей, подверженных микроабразивному воздействию.

ИМ ДВО РАН – обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН. Руководитель: заведующий лабораторией «Порошковой металлургии» кандидат технических наук Дворник М.И. maxxxx80@mail.ru тел: 8(4212) 226956 Авторы: с.н.с. к.т.н. Дворник М.И., с.н.с. к.ф.-м.н. Михайленко Е.А., н.с. к.т.н. Власова Н.М.

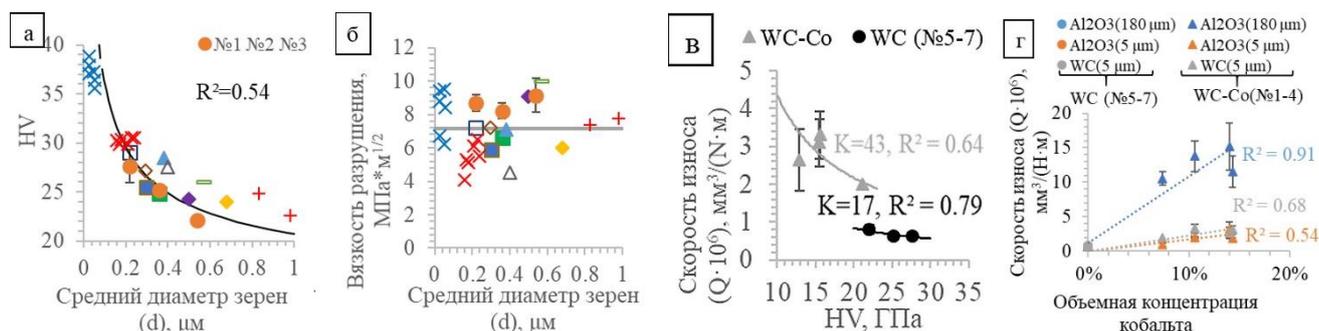


Рисунок 1 – Зависимости: а - твердости образцов WC от среднего диаметра зерен, б- вязкости разрушения образцов WC от среднего диаметра зерен, в - скорости износа металлокерамических сплавов и WC от твердости, г - скорости износа металлокерамических сплавов и WC от объемной концентрации кобальта.

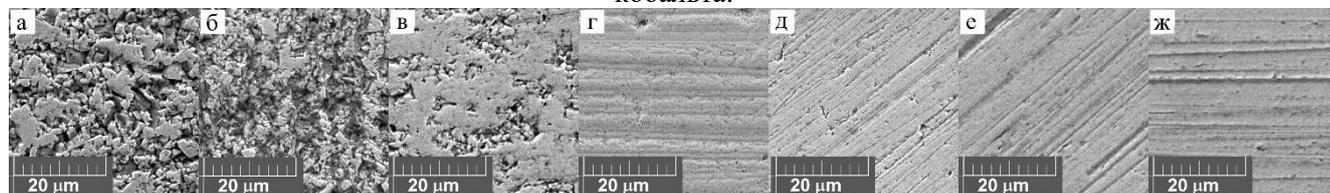


Рисунок 2 - Микроструктура поверхности лунок, образованных в результате микроабразивного износа в образцах: а - ВК8 ($d=1,59$ мкм; 13,0 ГПа), б - ВК6ОМ ($d=0,76$ мкм; 14,6 ГПа), в - WC-8Co-0,4VC-0,4-Cr₃C₂ ($d=0,36$ мкм; 15,5 ГПа), г - WC-4Co-0,4VC-0,4-Cr₃C₂ ($d=0,19$ мкм; 20,7 ГПа), д - WC ($d=0,54$ мкм; 22,1 ГПа), е - WC ($d=0,36$ мкм; 25,0 ГПа), ж - WC ($d=0,22$ мкм; 27,7 ГПа)

Дворник М.И., Михайленко Е.А., Шичалин О.О., Буравлев И.Ю., Бурков А.А., Власова Н.М., Черняков Е.В., Хе В.К., Чигрин П.Г. Смежность зерен карбида вольфрама и твердость наноструктурных и ультрамелкозернистых твердых сплавов WC-(Co)-WC-Cr₃C₂, полученных искровым плазменным и жидкофазным спеканием. Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2025;19(2):51-61. <https://doi.org/10.17073/1997-308X-2025-2-51-61> (УБС 1)

Dvornik. M.I., Shichalin O.O., Mikhailenko E.A., Vlasova N.M., Chernyakov E.V. Dependence of wear rate of sintered WC and cemented carbides on hardness and cobalt content during free ball micro-abrasive wear test // International Journal of Refractory Metals & Hard Materials. – 2025. – 107495. 10.1016/j.ijrmhm.2025.107495. (УБС1, Q1)

Повышение эффективности перовскитных катализаторов требует понимания влияния легирующих элементов на образование кислородных дефектов, определяющих их активность. С помощью *ab initio* расчетов установлено, что в перовските состава $Y_{0,92}Li_{0,08}CrO_{3-\delta}$ (рисунок 3, а) существенно снижается энергия образования кислородных вакансий. При этом происходит перераспределение электронной плотности (рисунок 3, б), совпадающее с процессом электронной компенсации, наблюдаемом в положительно заряженных суперячейках $YCrO_3$, что приводит к стабилизации вакансии за счет более энергетически выгодного состояния Cr^{3+} . Экспериментально исследовано влияние концентрации лития на каталитические свойства кислородная нестехиометрия, что смещает температурный диапазон горения углерода на ~ 100 °C вследствие действия кислородных вакансий и междоузлий. При $Li > 10$ ат.% доля $Cr(IV)$ снижается, а нестехиометрия растёт линейно, расширяя диапазон каталитического горения (рисунок 3, в). Результаты проясняют роль кислородных дефектов в каталитической активности Li-допированных перовскитов, позволяя оптимизировать состав новых материалов на основе

ИМ ДВО РАН — обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН. Руководитель: с.н.с., к.ф.-м.н. Гниденко А.А., e-mail: agnidenko@mail.ru, тел: 8(4212) 226956. Авторы: с.н.с., к.ф.-м.н. Гниденко А.А., с.н.с, к.х.н. Чигрин П.Г.

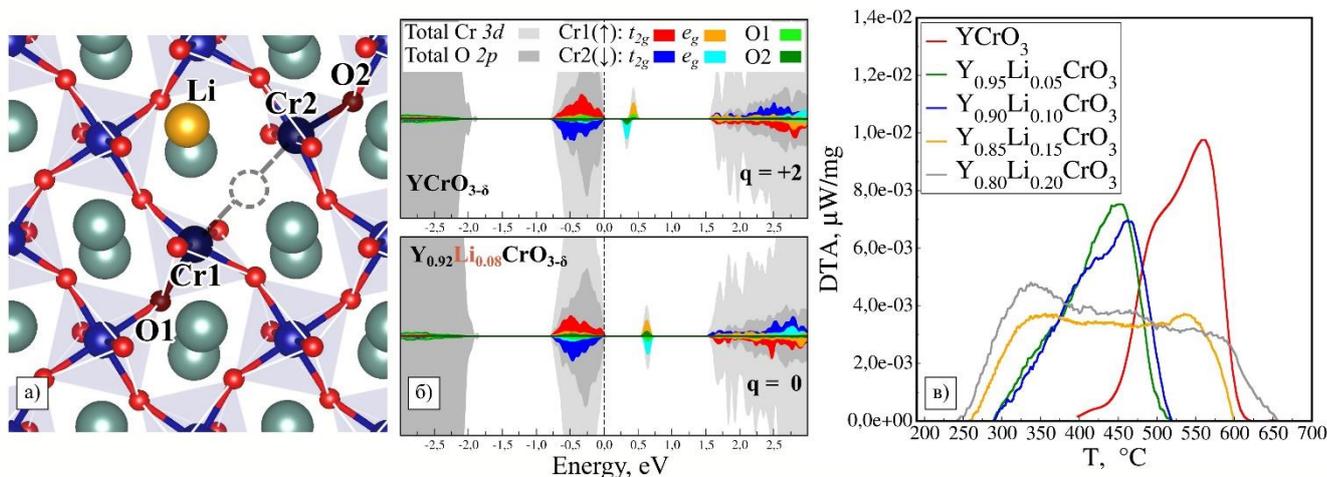


Рисунок 3 – Результаты исследования перовскитов состава $Y_{1-x}Li_xCrO_3$: а - атомная структура для $YCrO_{3-\delta}$ и $Y_{0,92}Li_{0,08}CrO_{3-\delta}$; в - ДТА кривые процесса горения углерода в присутствии синтезированных перовскитов с различным содержанием лития

Gnidenko A. A., Chigrin P. G. Modeling the migration of an intercalated oxygen atom in the $YCrO_{3+\delta}$ structure using density functional theory //Computational Condensed Matter. – 2025. – С. E01044. <https://doi.org/10.1016/j.cocom.2025.e01044> (IF=3.9) (УБС 2)

Gnidenko A. A., Chigrin P. G. Influence of lithium doping on oxygen vacancy formation in $YCrO_3$ Perovskite //Physica B: Condensed Matter. – 2025. – С. 417833.

Разработана методика плазмохимического синтеза получения порошка карбида титана из реактива TiO_2 , минерального сырья (рутилового концентрата) и сажи или графита в качестве источников углерода, для последующего применения в порошковой металлургии. Для управления концентрацией углерода получаемом порошке была разработана полиномиальная

нейросетевая модель. Методика позволяет учитывать влияние силы тока и размера частиц сырья на концентрацию углерода в продуктах синтеза (рисунок 4, а). Эксперименты показали, что нейросетевая модель позволяет получать TiC (рисунок 4, б, в) с содержанием углерода от 19,7 до 20,6 мас.%, что соответствует концентрации свободного углерода менее 0,6 мас. %. Полученные образцы состоят из агломератов частиц карбида титана, размер частиц достигает менее 1 мкм (рисунок 4, б, в). Разработанная методика позволяет производить порошки карбида титана, имеющих химический и фазовый состав соответствующие требованиям для производства металлокерамических сплавов применяемых в машиностроительной отрасли.

ИМ ДВО РАН — обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН. Руководитель с.н.с., к.т.н. Балахонов Д.И. karoxar@mail.ru тел: 8(4212) 226956. Авторы: с.н.с., к.т.н. Балахонов Д.И., с.н.с., к.т.н. Дворник М.И., г.н.с., д.т.н. Николенко С.В.

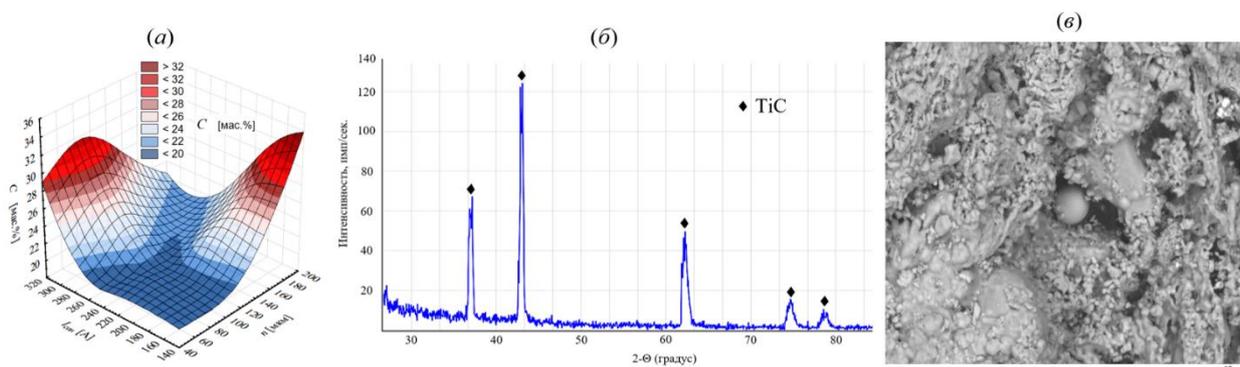


Рисунок 4 – Результаты исследования: а - экспериментальная зависимость концентрации С [мас.%) в синтезированном TiC от силы тока и размера частиц; б - рентгенограмма синтезированного TiC; в - СЭМ изображение синтезированного TiC

Балахонов, Д. И. Исследование карбида титана, полученного из титансодержащего концентрата в комбинированной плазменной установке с СВЧ-воздействием / Д. И. Балахонов, С. В. Николенко, Л. А. Коневцов // Неорганические материалы. – 2024. – Т. 60, № 8. – С. 920-932. – DOI 10.31857/S0002337X24080022. (УБС 1)

Балахонов, Д.И. Исследование характеристик порошка Ti-C полученного методом плазмохимического синтеза с СВЧ-воздействием / Д.И. Балахонов, С.В. Николенко, М.И. Дворник // Расплавы. – 2025. – №6. – С. 707-728. – DOI: 10.7868/S3034571525060129 (УБС 1)