

Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Купцова Константина Александровича “Разработка твёрдых износостойких наноструктурированных покрытий Ti-Cr-Si-C-N и Ti-Al-Si-C-N с высокой термической стабильностью и жаростойкостью”.

Специальность 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Актуальной проблемой индустрии механической металлообработки является увеличение срока эксплуатации режущих инструментов. Решается эта проблема за счет формирования на поверхности инструмента покрытий, характеризующихся комплексом таких свойств как высокая твердость, высокая износостойкость, низкий коэффициент трения, жаростойкость, коррозионная стойкость, термическая стабильность. Уровень и сочетание этих свойств определяются условиями работы режущего инструмента.

В этой связи, представленная диссертационная работа, посвященная разработке твёрдых (до 40 ГПа), износостойких покрытий с высокой жаростойкостью при температурах не ниже 1000⁰С, термической стабильностью для повышения, по сравнению с существующими покрытиями, срока службы в условиях высоких температур и интенсивных режимов механической обработки, является, несомненно, актуальной.

Основываясь на анализе литературных данных, показывающих перспективность получения методом физического осаждения наноструктурных покрытий на основе карбонитрида титана, дополнительно легированного Si, Al, Cr, в диссертационной работе были исследованы покрытия систем Ti-Cr-Si-C-N и Ti-Al-Si-C-N, а также покрытия-сравнения систем Ti-C-N и Ti-Si-C-N, полученные реактивным магнетронным распылением СВС - мишеней, различного состава, на различные подложки. Покрытия получали при температурах подложек 250 и 400⁰С и содержании N в газовой смеси 0, 15 и 25%. Покрытия, полученные на подложках, нагретых на 400⁰С, при содержании N в газовой смеси 15%, показали максимальную твёрдость, оценивались как покрытия, полученные по оптимальным режимам, и являлись основными объектами исследований в представленной работе.

Выполнен большой объём исследований различных свойств покрытий: твёрдость, модуль упругости, упругое восстановление (метод наноиdentирования), адгезия, трибологические свойства с использованием контртел из разных материалов, усталостная прочность с оценкой вклада механического, гидродинамического и электрохимического воздействия на разрушение покрытий, жаростойкость при 800-1000⁰С, а также термическая стабильность в интервале 900-1600⁰С. Таким свойствам как износостойкость, жаростойкость, термическая стабильность даётся обоснование либо с точки зрения химического состава покрытия, либо на основе полученных результатов структурных и фазовых исследований.

Хочется выделить результаты изучения фазово-структурного состояния покрытий Ti-Cr-Si-C-N и Ti-Al-Si-C-N, показавшие, в частности, на примере покрытий Ti-Cr-Si-C-N, что структура их представлена двумя фазами, нанокристаллической ГЦК фазой (Ti,Cr)(CN) и аморфной состава Si-C-N + свободный C. При этом, как показано на примере покрытий Ti-Al-Si-C-N, покрытия имеют столбчатую структуру, в которой “столбами” является кристаллическая фаза с наноразмерным (10-30 нм) поперечным сечением, разделёнными прослойками толщиной 1-3 нм с аморфной структурой.

Выполнены испытания режущих инструментов различного типа с покрытиями Ti-Cr-Si-C-N и Ti-Al-Si-C-N, показавшие повышение срока службы в несколько раз по сравнению с покрытиями TiN, Ti-Si-N и Ti-Al-N.

Достоверность полученных в работе результатов гарантируется получением объектов исследования в лаборатории, оснащённой апробированным уникальным технологическим оборудованием, использованием большого количества современных методов исследований наноматериалов и сопоставимостью результатов, полученных разными методами, публикациями полученных результатов в ведущих зарубежных журналах, сообщениями результатов исследования на международных конференциях.

Научную и практическую значимость работы можно оценить высокой оценкой.

Автореферат написан хорошим научным языком и даёт полное представление о выполненной работе.

Замечания по материалу, изложенному в автореферате.

1. Не ясно, являются ли полученные составы покрытий, приведенные в виде формул на странице 12 автореферата (имеется в виду количественное содержание элементов), заранее научно обоснованными или просто получились в результате проведения процесса напыления в выбранных условиях.

2. Можно ли гарантировать, что при получении покрытий Ti-Cr-Si-C-N и Ti-Al-Si-C-N на подложках из разных материалов, покрытия сохраняют столбчатую морфологию, как это наблюдается при получении их на поликоре.

3. Хотелось бы видеть объяснение высокой стойкости к циклическим ударным нагрузкам покрытия Ti-Al-Si-C-N.

Сделанные замечания, несколько, не уменьшают значимость выполненной работы, а демонстрируют заинтересованность читателя в полученных результатах.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Купцов Константин Александрович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

ведущий научный сотрудник

Института металлургии и материаловедения

им. А.А.Байкова РАН

д.т.н., проф.

Подпись руки Шефтель Е.Н. удостоверяю.

Нач. отдела кадров ИМЕТ РАН



Шефтель Е.Н.

Шефтель Е.Н.

Корочкина Г.А.

Корочкина Г.А.