

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белова Дмитрия Сергеевича «Разработка высокотвёрдых наноструктурированных керамикометаллических покрытий (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni с повышенной вязкостью разрушения для увеличения стойкости твердосплавного инструмента в различных условиях резания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Успешное развитие машиностроительных отраслей России связано с разработкой прогрессивных технологий резания, включающих помимо современного оборудования инновационный обрабатывающий инструмент на основе новых конструкционных материалов, позволяющий проводить высокоскоростную обработку, в том числе и без использования смазочно-охлаждающих жидкостей. Для этого требуется обеспечить высокую твердость, жаропрочность, износостойкость режущего инструмента. И одним из эффективных направлений повышения эксплуатационных свойств режущего инструмента является нанесение на режущие поверхности многофункциональных покрытий с использованием наноструктурирования. Это определяет актуальность рецензируемой работы, посвященной разработке высокотвёрдых наноструктурированных керамикометаллических покрытий (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni с повышенной вязкостью разрушения для увеличения стойкости твердосплавного инструмента в различных условиях резания.

Из наиболее значимых научных достижений автора можно выделить разработанные автором новые составы наноструктурных керамикометаллических покрытий в системах (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni с высокими значениями твердости и вязкости разрушения, определяемые наноструктурированием нитридной составляющей покрытий и наличием в их составе металлической фазы. Для разработанных покрытий установлены границы концентраций меди и никеля до 3-9 ат.% и 1,5-12 ат. % соответственно в покрытиях (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni, обеспечивающие формирование изоморфной нанокристаллической структуры с зёрнами керамической фазы 15-25 нм, разделенных прослойками рентгеноаморфной металлической компоненты размером 2-3 нм. При превышении содержания Ni и Cu выше указанных значений происходит увеличение пористости покрытий, с одновременным формированием в составе покрытий интерметаллидов TiNi и TiCu. Интересен обнаруженный эффект релаксации макронапряжений в керамикометаллических покрытиях, связанный с демпфирующим влиянием металлической фазы и определяющий их высокую адгезионную прочность с инструментальной основой.

Позитивной оценки заслуживает практическая часть работы, посвященная исследованию полученных ионно-плазменных вакуумно-дуговых наноструктурных износостойких покрытий (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni, обладающих высокой адгезией с подложкой (~90 Н), когезионным характером разрушения и имеющих относительно низкие коэффициенты трения 0,5 и 0,45 соответственно, и отработке режимов их нанесения. Эффективность разработанных автором покрытий подтверждена производственными испытаниями на промышленных предприятиях и в научных организациях.

