

## ОТЗЫВ

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

Целенаправленное улучшение физико-механических свойств режущего инструмента, в том числе и за счет нанесения покрытий, определяющее во многом эффективность металлообработки, является актуальной и важной задачей современного материаловедения. Вместе с тем, часто приходится сталкиваться с проблемой, когда улучшение одного из свойств покрытия приводит к ухудшению других его характеристик. Так, повышение твердости покрытий усиливает их склонность к хрупкому разрушению.

Белову Д.С. удалось в своей работе разработать для упрочнения твердого сплава керамикометаллические наноструктурные покрытия (Ti,Al)N-Cu и (Ti,Al)N-Ni со значениями твердости до 49 и 54 ГПа и высокой вязкостью разрушения (относительная работа пластического деформирования данных покрытий 60-65% и 65-70% соответственно против 30-50%, характерных для керамических покрытий).

Причиной такого сочетания прочности и вязкости в предложенных диссертантом керамикометаллических покрытиях является диссипация энергии разрушения материала покрытия в пластичной металлической фазе и на межзеренных границах в сформированной наноструктуре. Созданные покрытия одновременно с указанными свойствами, что очень важно для неравновесного наносостояния, обладают высокой термической стабильностью и характеризуются относительно малыми по сравнению с керамическими покрытиями значениями макронапряжений.

Наряду с научной новизной, к которой можно отнести все отмеченное выше, диссертационная работа имеет и большую практическую направленность.

Автором подобраны технологические режимы нанесения покрытий, обеспечивающие максимальные характеристики стойкости режущего инструмента при обработке большого ассортимента материалов, причем с одним покрытием, как в условиях непрерывного, так и прерывистого резания. Разработана нормативно-техническая документация на готовую продукцию и технологический процесс на её производство. Осуществлен выпуск опытных партий режущего инструмента с

керамикометаллическими покрытиями, прошедший производственные испытания в условиях прерывистого и непрерывного резания.

По автореферату есть следующие замечания:

1. При описании методики нанесения покрытий диссертантом не указано, как контролировалась и каким образом поддерживалась температура подложки в течение времени осаждения.
2. Для обобщённого вывода о применимости разработанных автором керамикометаллических покрытий на твёрдосплавном режущем инструменте для непрерывного и прерывистого резания следует провести значительно больший объём испытаний, включающих увеличенный диапазон скоростей резания, материалы разной степени обрабатываемости, исследование стойкости инструмента с СОТС и без их применения и др.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общего высокого уровня проведенной диссертантом работы. Результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых отечественных и зарубежных научных журналах (в том числе – в ведущих международных изданиях по данной тематике - Surface & Coatings Technology и Applied Surface Science), были представлены на российских и международных научных конференциях. Диссертационная работа отвечает требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Белов Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

Верещака А.А.

