

ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗНОС ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Мухамадеев В.Р., Мухамадеев И.Р., Балышева Э.Г., Киселева М.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Ключевые слова: инструмент, покрытие, температура, износостойкость, адгезия.

Аннотация. Рассмотрен вопрос влияния композиционных покрытий на износостойкость режущего инструмента из твердого сплава ВК8. Выполненные экспериментальные исследования показали увеличение износостойкости режущего инструмента с многослойными композиционными покрытиями в сравнении с основой.

Режущий инструмент является наиболее слабым звеном технологической системы, поэтому увеличение его износостойкости является одной из главнейших задач машиностроительного производства [1–3].

Металлорежущий инструмент с износостойкими покрытиями обеспечивает ряд важных преимуществ: повышение производительности обработки резанием, увеличение срока службы инструмента [4–5]. Кроме того, достигается снижение расхода сложнопрофильного инструмента вследствие уменьшения количества его переточек [2].

На сегодняшний день выполняется значительное количество экспериментальных исследований по проектированию инновационных многослойных мультиплексных покрытий, которые выполняют универсальные задачи по повышению работоспособности и эксплуатационных свойств режущего инструмента различного назначения, варьируя составом, структурой, архитектурой и свойствами покрытий. Наибольшее использование для решения указанных задач получили распространение многослойные композиционные наноструктурированные покрытия. Одним из наиболее перспективных направлений при этом является легирование покрытий различными элементами и соединениями (алюминий, иттрий, и т.д.) на основе учета явлений, возникающих в процессе эксплуатации.

Известно [1–3], что стационарному процессу изнашивания в наибольшей степени соответствует нормальный износ, нестационарному – приработка и интенсивный (или катастрофический) износ. Для режущего инструмента, работающего главным образом в условиях адгезионного изнашивания, интенсивный износ аналогичен режиму заедания (микросварка). Приработке соответствует процесс перехода к устойчивому состоянию, а заедание проявляется как неустойчивый процесс, который характеризуется самоускоряющимся возрастанием интенсивности изнашивания.

Поэтому создание многослойных покрытий для режущего инструмента, очередной слой которых отвечал бы соответствующей текущей фазе изнашивания, является рациональной и вполне реализуемой задачей.

Нанесение покрытий методами вакуумно-дугового осаждения являются наиболее предпочтительными. Данные методы позволяют формировать покрытия с различными функциональными особенностями, соответствующих современным

требованиям многокомпонентных, многослойных покрытий. В связи с этим знание о морфологии и структурно-фазовом состоянии конденсированных покрытий является необходимым требованием для понимания диффузионных и структурных изменений, проходящих не только в зоне контакта, но и на границе покрытие-подложка.

Основным отличием конденсированных наноструктурированных покрытий от соединений, образованных объемными частицами, является высокая дефектность и развитость поверхности, обладающая свойствами отличными от свойств объема. Удельная доля поверхностных частиц в объеме наноматериала доходит до десятков процентов и, следовательно, играют существенную роль. В настоящее время очень большое количество работ посвящено исследованию «размерного эффекта». Уменьшение размеров зерен до 100 нм и менее приводит к увеличению параметров кристаллической решетки.

Покрытия, нанесенные на режущие инструменты, позволяют увеличить его износостойкость за счет уменьшения силы трения, снижения деформации и силы резания, изменение направления и интенсивности тепловых потоков, при этом повышение износостойкости инструмента с покрытиями также объясняется экранирующим эффектом контактных поверхностей от внешних воздействий.

Расчеты параметров процесса резания проводятся с помощью большого числа эмпирических выражений, а повышение технологической эффективности достигается преимущественно экспериментальным путем. Многие наблюдаемые физические закономерности не имеют объяснения с точки зрения физики твердого тела.

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований закономерностей влияния многослойных композиционных покрытий на износостойкость инструментального материала. Экспериментальные испытания на износостойкость режущего инструмента проводили на универсальном токарном станке I6K20 с тиристорным преобразователем для плавного регулирования частоты вращения. Для натуральных экспериментов использовались заготовки из конструкционной легированной стали 40X из одной партии. При резании использовались заготовки диаметром 70 – 120 мм и длиной 300 – 400 мм, предварительно подготовленные с обеих сторон. Заготовки зажимали в самоцентрирующемся трехкулачковом патроне с изоляционными прокладками и поджимали вращающимся центром, установленном в пиноли задней бабки станка. Использовались резцы с быстросменными четырехгранными пластинами из сплава BK8 с нанесенными на них покрытиями: TiN; N+TiN; TiCr; AlTiN; TiAlN; TiAlCrN.

Как показали предварительные эксперименты и анализ литературных данных, в условиях чистового и получистового резания, определяющим параметром износа инструмента является фаска износа по его задней поверхности. Анализ профиля износа задней поверхности, выполненный в исследовании, показал, что наименьшей изменчивостью результатов измерения износа характеризуется средний износ задней поверхности вдоль главной режущей кромки. Этот параметр при постоянных значениях переднего и заднего углов режущего клина отражает размерную износостойкость инструмента [4–6].

Ширину h_3 фаски износа инструмента по задней поверхности измеряли с помощью отсчетного микроскопа МИР-2М с окулярным винтовым микрометром МОВ-15 точностью отсчета до 0,002 мм. Для обеспечения достоверности экспериментальных значений исследования выполнялись несколько раз при отклонениях не более 8% [3].

В ходе выполнения экспериментов были получены следующие результаты (таблица 1).

Табл. 1. Экспериментальные результаты

BK8+TiN		BK8+(Ti,Al,Cr)N		BK8+(Ti,Cr)N		BK8+(Al,Ti)N		BK8+(Ti,Al)N	
h_3	l	h_3	l	h_3	l	h_3	l	h_3	L
0,08	157	0,082	267	0,84	1103	0,126	1367	0,076	408
0,112	314	0,118	801	0,112	2196	0,144	1706	0,108	814
0,118	943	0,124	1068	0,12	2557	0,16	2381	0,146	1219
0,122	1254	0,134	1596	0,134	2919	0,176	3387	0,154	1624
0,126	1409	0,19	2642	0,16	4354	0,192	3720	0,19	2026
0,136	1564	0,22	2903	0,19	5419	0,2	4053	0,228	2428
0,166	2187	0,23	3160	0,22	6123	0,236	5042	0,236	2831
0,196	2494	0,234	3418	0,256	7521	0,258	5369	0,25	3230
0,268	2803	0,254	3676	0,28	7867	0,274	6022	0,296	3629
0,366	3110	0,27	3933	0,292	8213	0,296	6670	0,318	4028

Точение проводили при подаче $s=0,11$ мм/об и глубине резания $t=0,5$ мм. На рисунке 1 представлен график зависимости износа по задней поверхности от длины пути резания.

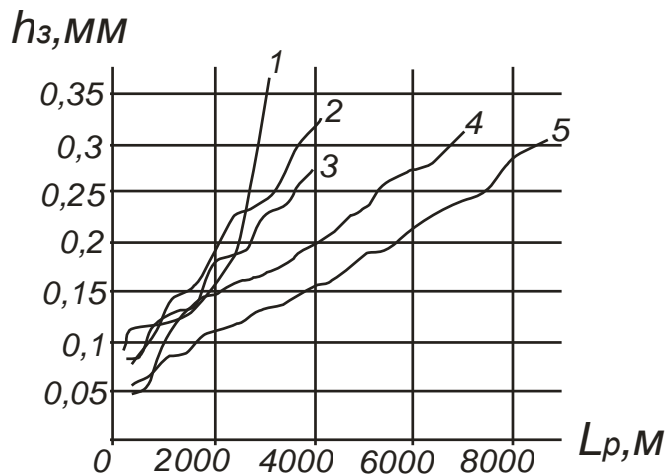


Рис. 1. Зависимость $h_3=f(L_p)$: 1-BK8+TiN; 2-BK8+(Ti,Al)N; 3-BK8+(Ti,Al,Cr)N; 4-BK8+(Al,Ti)N; 5-BK8+(Ti,Cr)N

Согласно выполненным исследованиям можно сделать следующие выводы:

- 1) снижение прочности на срез адгезионных связей происходит благодаря применению покрытий;
- 2) увеличение износостойкости исследуемых пластин с покрытиями в среднем на 15-25%;
- 3) покрытие довольно сильно влияет на уменьшение параметров нароста;

4) композиционные покрытия оказывают существенное влияние на перераспределение теплового потока в зоне контакта, то есть происходит, уменьшение тепловых потоков в деталь и инструмент за счет увеличения количество тепла, отводимого стружкой.

Список литературы

1. Мигранов М.Ш. Повышение износостойкости инструментов на основе прогнозирования процессов адаптации поверхностей трения при резании металлов: Дисс. д-р техн. наук. – М., 2007. – 328с.
2. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.
3. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с изно-состойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
4. Криони Н.К., Мигранов М.Ш., Дементьева М.С., Мухамадеев В.Р. Износостойкость многофункциональных покрытий при лезвийной обработке резанием // Вестник УГАТУ, 2016. Т.20. № 2(72). С. 29–33.
5. Migranov M.Sh., Mukhamadeev V.R., Migranov A.M., Mukhamadeev I.R., Khazgalieva A.A. The improvement of the tribotechnical properties of materials and coatings for metal cutting tool // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Open School-Conference of NIS Countries Ultrafine Grained and Nanostructured Materials. 2018. P. 12083.
6. Мигранов М.Ш., Мигранов А.М., Мухамадеев В.Р., Шехтман С.Р. Исследование износостойкости материалов и покрытий для металло- режущего инструмента // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2018. №8. С. 356-359.

Сведения об авторах:

Мухамадеев Венер Рифкатович – старший преподаватель кафедры «Основы конструирования механизмов и машин», УГАТУ, г.Уфа;

Мухамадеев Ильшат Рифкатович – старший преподаватель кафедры «Сварочных, литейных и аддитивных технологий», УГАТУ, г.Уфа;

Бальшева Элина Генриховна – старший преподаватель кафедры «Основы конструирования механизмов и машин», УГАТУ, г.Уфа;

Киселева Марина Аркадьевна – старший преподаватель кафедры «Основы конструирования механизмов и машин», УГАТУ, г.Уфа

THE INFLUENCE OF COMPOSITE COATINGS ON THE WEAR OF CARBIDE CUTTING TOOL

Mukhamadeev V.R., Mukhamadeev I.R., Balysheva E.G., Kiseleva M.A.

Keyword: tool, coating, temperature, wear resistance, adhesion.

Abstract. The influence of composite coatings on the wear resistance of the cutting tool made of hard alloy VK8 is considered. Experimental studies have shown an increase in the wear resistance of the cutting tool with multilayer composite coatings in comparison with the base.