

4. Лаптев. А. В., Пономарьев С. С., Очкас Л. Ф. Особенности структуры и влаивостей сплаву 84% WC – 16% Co, отриманого гарячим пресуванням в твердій та рідкій фазі // Порошкова металургія. – 2000. – № 11/12. – С. 103–115.
5. Трент Е. М. Резание металлов. М.: Машиностроение, 1980.
6. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
7. Байрамов Ч. Г. Природа износа твердосплавного режущего инструмента. – Баку: Элм, 2000. – 192.
8. Мацевитый В.М., Козак И.Б., Спольник А.И. Схватываемость и другие физические факторы, которые определяют разную обрабатываемость металлов и сплавов при резании // Матер.наук.-техн. конф. «Интерпартнер 2005». – К., 2005. – С. 231-240.
9. Лошак М. Г. Міцність твердих сплавів. – К. Наук. Думка, 1982.

Надійшла 15.04.09

УДК 621.9.1.01.:621.941.025

В. Е. Овчаренко¹, д-р. техн. наук; **А. А. Моховиков**², канд. техн. наук

¹*Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Томск*

²*Юргинский технологический институт Томского политехнического университета,
Российская Федерация*

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАСТИН ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛА

The paper presents the results of experimental investigation of the impact of electron beam irradiation on the durability of samples of titanium carbide nickel-chrome bond based cutting inserts if machining steel 40 X.

Металлокерамические сплавы инструментального назначения характеризуются сравнительно высокой остаточной пористостью (от 0,1 до нескольких процентов), неравноосностью формы и большим разбросом размеров частиц высокотвердой фазы, высокой степенью развития внутренних поверхностей раздела компонентов металлокерамической композиции. Указанные дефекты строения являются концентраторами напряжения, инициирующими преждевременное разрушение рабочей кромки режущего инструмента или поверхности трения и их износ. Одним из наиболее эффективных способов повышения стойкости металлокерамических сплавов в экстремальных условиях эксплуатации является создание структурно-неравновесных состояний (субмикроструктурных и наноструктурных) в поверхностных слоях инструмента или покрытия. Образование последних возможно в результате межфазного взаимодействия компонентов металлокерамического сплава и их фазовых превращений в неравновесных температурно-временных условиях нагрева поверхности металлокерамического сплава, которые образуются при импульсном электронно-пучковом облучении поверхности материалов со следующими параметрами облучения: плотностью энергии в электронном пучке 1–100 Дж/см², длительностью импульсов облучения 2,5–200 мкс, частотой импульсов облучения 1–10 Гц. При указанных параметрах облучения скорость нагрева поверх-

ности достигает 10^6 град/с, скорость охлаждения поверхности за счет теплоотвода в основной объем облучаемого материала – 10^4 – 10^9 град/с, градиент температуры в нагреваемом поверхностном слое 10^7 – 10^8 град/м при его толщине 10^{-1} – 10^{-4} мм. В результате в поверхностном слое формируются неравновесные структурно-фазовые состояния большей плотностью распределения и дисперсностью элементов внутренней структуры металлокерамического сплава (вплоть до нанокристаллической и даже аморфной) по сравнению с его исходным состоянием, значительным градиентом концентраций легирующих элементов, более высокой адгезией на поверхностях раздела компонентов металлокерамической композиции и т. п. [1, 2].

Электронно-импульсное облучение поверхности металлокерамического сплава сопровождается плавлением металлической связки, растворением и микрорастрескиванием частиц карбидной фазы. Наиболее оптимальная для металлокерамического сплава микроструктура поверхности образуется при облучении электронным пучком с плотностью энергии 40 Дж/см^2 , при которой микротрещины на поверхности инструмента практически отсутствуют [3, 4].

Цель настоящей работы – установить закономерности стойкости пластин из металлокерамического сплава на основе карбида титана с никельхромовой связкой в условиях резания металла от плотности мощности электронного пучка (изменение длительности импульсов облучения 50–200 мкс при постоянной плотности энергии в электронном пучке 40 Дж/см^2 и количестве импульсов 15). Объектом исследования служили режущие пластины размером $12 \times 12 \times 3$ мм из металлокерамического сплава (50 об. % TiC – 50 об. % никельхромовой связки), которые с помощью механического зажима закрепляли в державке. Резец имел следующие геометрические параметры: $\gamma = -5^\circ$, $\alpha = 7^\circ$, $\phi = 45^\circ$, $\lambda = 5^\circ$, $\phi_1 = 45^\circ$. Эксперименты, которые включали испытания на стойкость и измерение составляющих сил резания, проводили на образце из стали 40X (ГОСТ 4543 – 71) (круг $\varnothing 105 \times 850$ мм) твердостью 255 НВ (28 HRC).

Практика проведения промышленных и лабораторных испытаний на стойкость конструкционных сталей показывает, что в процессе их обработки при режимах резания, принятых при проведении экспериментов, в основном изнашивается переходная и главная задняя поверхности токарных резцов. Динамика роста износа для всех поверхностей резца различна. Наибольший износ всегда наблюдается на переходной задней поверхности. На главной задней поверхности износ переменный, в конце зоны контакта минимальный и увеличивается до максимального на переходной задней поверхности. В этой связи при проведении экспериментов на стойкость критерием износа был принят износ переходной задней поверхности, равный $h_{z(\max)} = 1 \text{ мм}$.

Для набора статистики было проведено необходимое количество экспериментов на стойкость для каждого из испытуемых образцов. Полученные экспериментальные данные и их статистическая обработка свидетельствуют, что стойкость режущих пластин, подвергнутых электронно-пучковому облучению, в 2,5 раза выше, чем исходных пластин (рис. 1). Характер изнашивания как исходных, так и облученных пластин не изменился.

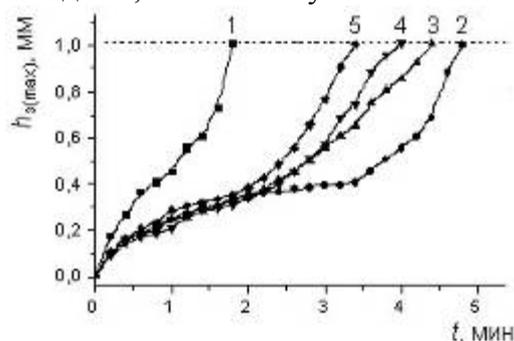


Рис. 1. Кривые износа режущих пластин: 1 – исходный образец, 2–5 – облученные образцы

Зависимость силы трения на передней поверхности F_1 режущего инструмента от плотности мощности W_s пучка электронов, рассчитанная на основании экспериментальных значений технологических составляющих силы резания по формуле

$$F_1 = P_z \sin \gamma + \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \cos \gamma,$$

где γ – передний угол, показана на рис. 2.

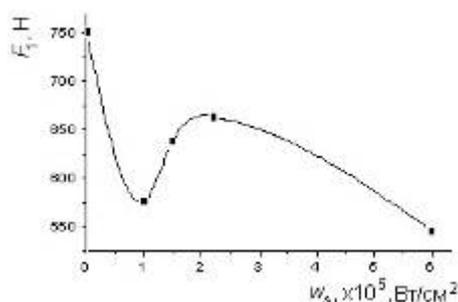


Рис. 2. Зависимость силы трения на передней поверхности режущего инструмента от плотности мощности пучка электронов

Как видим, с повышением плотности мощности электронного пучка до 6 Дж/см² сила трения на передней поверхности режущего инструмента снижается до минимума (рис. 2) при минимальном износе режущей кромки пластины (см. рис. 1). Как повышается стойкость металлокерамической пластины при резании металла с увеличением плотности мощности электронного пучка при электронно-пучковом облучении ее передней поверхности наглядно продемонстрировано на рис. 3, где показана зависимость периода стойкости вершины режущей пластины до достижения $h_{z(\max)} = 1$ мм и длины пути резания L за один проход до критической степени износа режущей кромки металлокерамической пластины от плотности мощности электронного пучка.

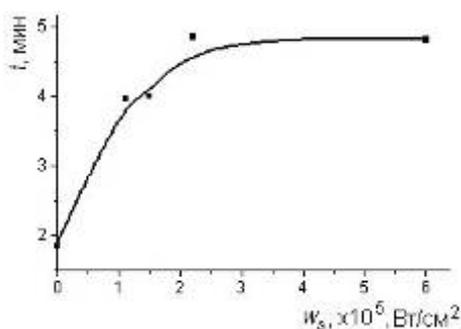


Рис. 3. Зависимость периода стойкости вершины режущей пластины от плотности мощности пучка электронов

Осуществив аналитическую обработку полученных экспериментальных данных, можно констатировать, что оптимальным режимом электронно-пучкового облучения в целях повышения стойкости пластин на основе карбида титана с никельхромовой связкой при обработке стали 40X является такой (в пределах выбранного интервала плотности мощности пучка электронов), при котором плотность мощности пучка электронов $W_s \sim 6,0 \cdot 10^5$ Вт/см². Указанный режим электронно-пучкового облучения режущих пластин позволяеткратно (до 2,5 раза) повысить стойкость пластин при резании стали 40X.

Литература

1. Ovcharenko V. E., Psakhie S. G., Savitskii A. P. Influence of Electronic Radiation on Resistance to Wear of TiC-NiCr Hard Alloy at Cutting Steel // *EURO PM 2005 Congress and Exhibition in Prague, Proceedings.* – 2005. – V. 3. – P. 267–273.

2. Ovcharenko V. E., Baohai Yu, Psahie S. G. Electron-beam Treatment of Tungsten-free TiC/NiCr Cermet. I: Influence of Subsurface Layer Microstructure on Resistance to Wear during Cutting of Metals // J. Materials Science&Technology. – 2005. – V. 21, N 3. – P. 427–429.
3. Овчаренко В. Е., Лапшин О. В. Расчет температурного поля в поверхностном слое металлокерамического сплава при электронно-пучковом облучении // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2008. – № 5 (635). – С. 33–37.
4. Овчаренко В. Е., Иванов Ю. Ф. Влияние электронно-импульсного облучения на микроструктуру поверхностного слоя металлокерамического сплава // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2008. – № 7 (637). – С. 48–52.

Поступила 15.05.09

УДК 621.9.1.011:621.941.025

А. А. Ласуков, А. А. Моховиков, кандидаты технических наук

*Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета,
Россия*

ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ НА НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА

The given article considers the changes in the cutting wedge deformation mode while machining caused by ion implantation of surface layer of the face of tool. The last influences the machining process characteristics, improving the tool functionality.

Обработка металлов резанием сопровождается высокой температурой и значительными контактными нагрузками. Это вызывает повышенный износ инструмента, снижение его стойкости и работоспособности. В этой связи становятся актуальными вопросы повышения работоспособности металлорежущего инструмента.

В качестве методов повышения работоспособности металлорежущего инструмента наиболее широко используют упрочняющую технологию и химико-термическую обработку [5]. Эти методы применимы для инструмента различных форм с различными геометрическими параметрами.

К наиболее перспективным методам повышения стойкости инструмента относится ионная имплантация [9]. Материалы, полученные с использованием ионной имплантации, по свойствам близки к идеализированным инструментальным материалам [1], а инструменты, изготовленные из таких материалов, имеют удовлетворительный запас как хрупкой, так и пластической прочности. Указанный метод лишен основного недостатка, свойственного всем применяемым видам покрытий – отслаивания. Стойкость инструмента может увеличиваться кратно, что объясняется повышением микротвердости и уменьшением коэффициента трения между инструментом и обрабатываемым материалом. Ионная имплантация позволяет улучшить все основные показатели процесса резания [2].

В работе исследовали влияние указанного метода повышения работоспособности на напряженно-деформированное состояние режущей части инструмента при обработке конст-