

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-

рукционной стали 30ХГСА режущими пластинами из твердого сплава Т5К10, имплантированными Al, TiB₂ и Zr (использовали как обычные пластины, так и пластины с покрытием TiN).

В результате анализа процесса стружкообразования было выявлено, что при обработке исходным инструментом [3] во всем диапазоне режимов резания образуется сливная стружка. Наматывание стружки на инструмент может приводить к потере его работоспособности. Одновременно наблюдается высокая сила резания, что снижает стойкость инструмента.

При работе имплантированным инструментом сила схватывания поверхностей стружки и инструмента различна, поэтому наблюдается разная степень деформации внутри стружки. Интенсивность схватывания определяется способностью контактирующих металлов взаимно растворяться [2]. Шлифы стружки при обработке инструментами с различными свойствами передней поверхности с явными изменениями текстуры внутри стружки показаны на рис. 1.

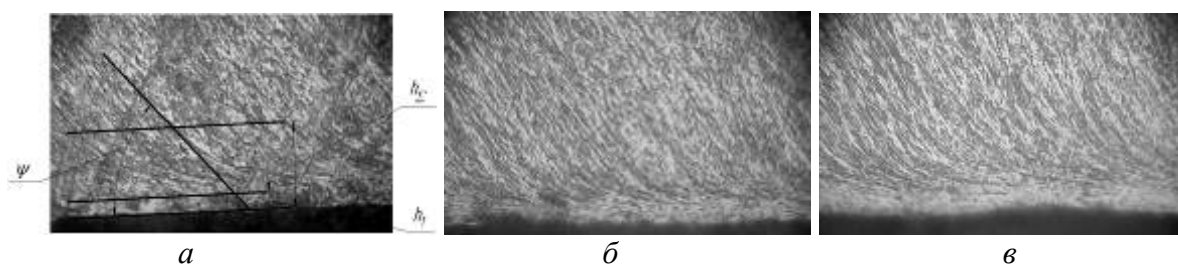


Рис. 1. Шлифы стружки, полученные при обработке стали 30ХГСА имплантированным инструментом ($V = 126$ м/мин): а – Al; б – BN; в – ZrGf

При этом изменяются угол текстуры стружки и размер контактного слоя (минимальный

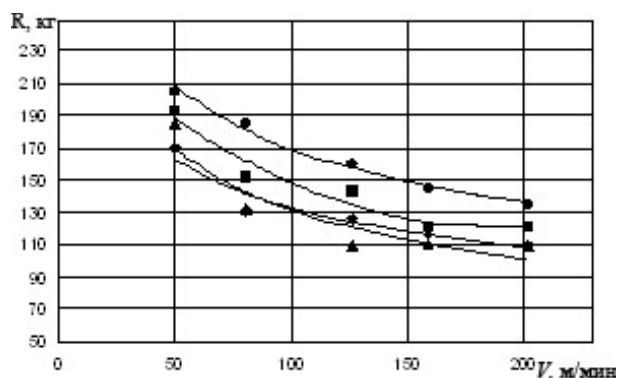


Рис. 2. Зависимости равнодействующей силы резания от скорости резания (сплав Т5К10): ● – без имплантации; ◆ – покрытие TiN+ZrGf; ■ – TiB₂; ▲ – TiN+Al

клина ψ [5] от скорости резания показаны на рис. 3. Практический интерес представляет обработка стали пластинами с покрытием TiN, имплантированными ионами ZrGf (20 % гафния). При работе таким инструментом указанный угол уменьшается и равнодействующая сил приближается к оси симметрии режущего клина. При $\psi < 8^{\circ}30'$ и $\beta > 50^{\circ}$ в клине преобладают сжимающие напряжения [5, 6], что наблюдается при работе инструментом с покрытием TiN+ZrGf.

нимальный угол текстуры внутри стружки (49°) и максимальный размер контактного слоя наблюдаются при имплантации алюминием, максимальный угол (58°) и минимальный размер слоя – при имплантации цирконием). Вследствие этого разными являются условия нагружения режущего инструмента.

Изменение значения равнодействующей сил [5] в зависимости от скорости резания и вида имплантируемого материала показаны на рис. 2.

В результате имплантации инструмента любым из применяемых в экспериментах материалов снижаются усилия резания, что приводит к более благоприятным условиям обработки стали.

Зависимости угла между равнодействующей силы резания и биссектрисой угла режущего

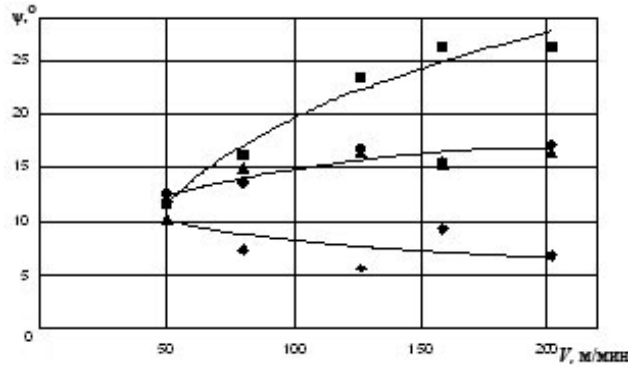


Рис. 3. Зависимости угла ψ от скорости резания (сплав T5K10): ● – без имплантации; ◆ – покрытие TiN+ZrGf; ■ – TiB₂; ▲ TiN+Al

Радиальные напряжения, возникающие в режущем клине под действием сосредоточенной силы рассчитываются по формуле [4]

$$\sigma_r = 2 \cdot \frac{R_{xy} [\cos \gamma \sin(\gamma + \theta) - \sin \alpha \cos(\alpha - \theta) + \beta \cos \theta] + \dots}{r \cdot [(\sin^2 \alpha - \cos^2 \gamma) - \beta^2 + \dots]} + \frac{P_z [\sin \alpha \sin(\alpha - \theta) - \cos \gamma \cos(\gamma + \theta) - \beta \sin \theta]}{(\sin \alpha \cos \alpha - \sin \gamma \cos \gamma)^2}$$

где α – главный задний угол; γ – передний угол; β – угол заострения инструмента; r , θ – полярные координаты.

Изолинии напряжений рассчитывали и строили с помощью программы разработанной в среде универсального математического пакета Maple (рис. 4).

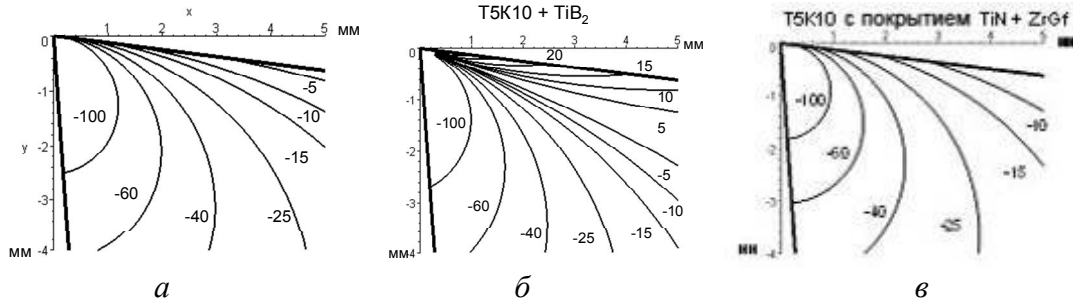


Рис. 3. Изолинии радиальных напряжений в режущей части инструмента за пределами контактной зоны

В результате имплантации инструмента без покрытия ионами TiB₂ и Zr появляются растягивающие напряжения в верхней части режущего клина, с покрытием ионами TiB₂ и ZrGf – только сжимающие напряжения в режущей части клина (благоприятно при эксплуатации твердосплавного инструмента). При этом указанные напряжения превышают напряжения в режущем клине исходного инструмента.

Относительно прочности режущего инструмента наилучшей из рассмотренных вариантов является имплантация ионами ZrGf (20 % гафния) пластин из твердого сплава T5K10 с покрытием из TiN. При этом изолинии напряжений располагаются наиболее концентрично и не проявляются зоны растяжения за пределами контактной зоны, что подтверждается направлением равнодействующей силы резания относительно оси симметрии режущего клина (рис. 3).

Таким образом, при изменении свойств поверхности инструмента способом ионной имплантации существенно изменяются характер распределения и величина напряжений в режущей части инструмента. Исходя из анализа экспериментальных данных на автоматических линиях и станках с ЧПУ при обработке стали 30ХГСА целесообразно применять пла-

стины из твердого сплава Т5К10 с покрытием из TiN, имплантированные ионами ZrGf (20 % гафния). При этом не усложняется конструкцию инструмента дополнительными элементами для дробления стружки.

Литература

1. Васин С. А., Верещака А. С., Кушнер В. С. Резание металлов. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебник для техн. вузов. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 448 с.
2. Брюхов В. В. Повышение стойкости инструмента методом ионной имплантации. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 120 с.
3. Ласуков А. А., Брюхов В. В., Зайцев К. В. Исследование влияния свойств поверхности инструмента на процесс стружкообразования // Современные проблемы машиностроения: Тр. II междунар. науч.-техн. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – С. 482–484.
4. Петрушин С. И., Бобрович И. М., Корчуганова М. А. Оптимальное проектирование формы режущей части лезвийных инструментов: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 1999. – 92 с.
5. Утешев М. Х. Разработка научных основ расчета прочности режущей части инструмента по контактным напряжениям с целью повышения его работоспособности: Дис. д-ра техн. наук: 05.03.01, 01.02.06. – Томск, 1995. – 663 с.
6. Артамонов Е. В. Прочность и работоспособность сменных твердосплавных пластин сборных режущих инструментов. – Тюмень: Вектор Бук, 2003. – 190 с.
7. Dziejek Bruno. Fortschritte in der Zerspanungstechnik durch mehrlagige Hartmetallbeschichtung // Technisches Zentralblatt für praktische Metallbearbeitung. – 1974. – 68, № 6. – S. 199–200.

Поступила 20.05.09

УДК 621.762.4.045: 621.921.34: 621.73

О. А. Розенберг, д-р техн. наук, проф., **С. Е. Шейкин**, д-р техн. наук, **А. А. Шульженко**, член-корр. НАН Украины, **А. А. Шепелев**, д-р техн. наук, **В. Г. Гаргин**, канд. техн. наук, **И. Ю. Ростоцкий**, **Д. В. Ефросинин**, **Н. А. Русинова**

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ИНСТРУМЕНТ ИЗ АКТМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ОБКАТЫВАНИЕМ

The new technology of preparation of blank from a diamond composite heat-resistant material (AKTM) in the form of a sphere is described. Results of tests of working element of rolling device from AKTM at machining of titanic alloy BT1-0 are presented. Dependence of a roughness of a machined surface on technological modes rolling is investigated. It is established, that the resistance of wear of a deforming element from AKTM at least 10 times more the steel.

Обработка методами холодного поверхностного пластического деформирования (ХППД) позволяет получить комплекс свойств, существенно повышающих эксплуатационные характеристики деталей машин.