

$$\bar{\omega}_r = \omega \cdot \frac{\cos\beta}{\cos\gamma}; \bar{\omega}_e = \omega \cdot \frac{\sin(\beta - \gamma)}{\cos\gamma},$$

где γ – угол наклона вектора $\bar{\omega}_r$ к горизонтали.

След на поверхности шарика от контакта с инструментом представляет собой окружности, лежащие в плоскостях, перпендикулярных вектору $\bar{\omega}_r$, (на рисунке 2 они показаны пунктирной линией).

Скорость скольжения шарика в точке D зависит от его угловой скорости и расстояния до мгновенной оси вращения

$$V_D = \sqrt{2} \cdot \bar{\omega}_r \cdot \cos\beta.$$

Например, если в данный момент давление инструмента на шарик минимально в точке C, то мгновенная ось вращения шарика пройдет через точки D и P. Это приводит к перемещению следов обработки по поверхности шарика, обес-

печивая равномерность обработки сферы. При интенсивном скольжении шарика происходит быстрое взаимная приработка контактирующей поверхностей. Площадь контакта шариков с инструментом увеличивается, способствуя повышению точности обработки и качества поверхности. В процессе шлифования кольцо самоустанавливается соосно приводным дискам в плоскости перпендикулярной их оси вращения и при этом не требуется каких-либо направляющих элементов, усложняющий конструкцию инструмента. Высокая точность расположения рабочих поверхностей инструмента позволяет достигнуть высокой точности полирования шарика.

Литература

Справочник технолога-оптика / М.А. Окатов и др; под ред. М.А. Окатова – СПб. : Политехника, 2004. – 678 с.

УДК 621.892

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ И АНАЛИЗУ ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ЗАКАЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Оцепа М.

Зеленогурский университет, Зелена Гура, Польша

Точение закаленных материалов принципиально отличается от процесса точения материалов в состоянии поставки, прежде всего из-за значительно более высокой твердости (выше 45 HRC). Используемые величины подачи f , как и глубины резания a_p подчиняются значительному ограничению с точки зрения более высоких, чем в случае традиционного точения, сил резания [1]. В отличие от точения «мягких» материалов, обработка материалов в закаленном состоянии характеризуется обычно отрицательным передним углом, изменяющим значения суммарных сил резания и вызывающим в поверхностном слое обрабатываемой детали более значительные сжимающие напряжения.

Точение закаленных материалов чаще всего производят без использования СОЖ, что ведёт к образованию очень высоких температур в зоне резания. В результате могут возникнуть тепловые повреждения обработанных поверхностей, например в виде микротрещин, а также образования в поверхностном слое так называемых «белых слоёв», отрицательно влияющих на эксплуатационные свойства. Белые слои являются зонами высокой твердости (выше 1000 HV), а также очень большой хрупкости [2, 3].

Режущие инструменты, используемые для точения закаленных материалов, с точки зрения особенностей процесса резания, должны характеризоваться прочностью, соответствующей очень большим механическим нагрузкам и высо-

кой температуре. Наибольшее практическое использование нашел поликристаллический кубический нитрид бора (PCBN), который является вторым материалом после алмаза по твердости. Кубический нитрид бора имеет высокую химическую стабильность, согласно [4] даже при температурах, превышающих 1000°C, практически не растворяется в железе. PCBN имеет ударную вязкость и высокую прочность на термический шок. Дополнительно, его высокая твердость при повышенных температурах позволяет на реализацию процесса при высоких скоростях резания, чаще всего в диапазоне 90–300 м/мин [4, 5].

В работе [4] было исследовано влияние микроструктуры материала на износ режущего материала после точения сталей X155CrMoV12, 100Cr6, X38CrMoV5 и 35NiCrMo16, упрочненных до твердости 54 HRC. Результаты исследований зарегистрировали наибольший износ режущих инструментов при обработке сталей, имеющих в своей структуре значительное количество карбидов, вызывающих абразивное изнашивание материала инструмента.

В ряде исследований можно найти также другие выводы. В работе [6] было установлено, что адгезионный износ должен быть рассмотрен как преобладающий в каждом случае точения упрочненных сталей инструментами из PCBN.

Целью данных исследований был сравнительный анализ режущих инструментов из PCBN покрытых нитридом титана TiN при финишном

точении инструментальной стали AISI D2, закаленной до твердости ± 62 HRC при следующих режимах резания: $V_c = 160$ м/мин, $a_p = 0,2$ мм, $f = 0,1; 0,2; 0,3$ мм/об.

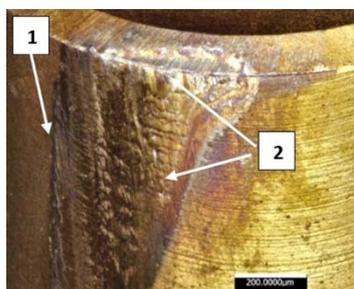


Рисунок 1 – Состояние реза после точения с подачей $f = 0,1$ мм/об



Рисунок 2 – Состояние реза после точения с подачей $f = 0,2$ мм/об

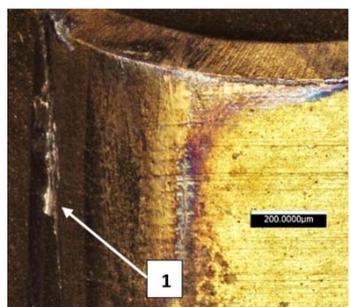


Рисунок 3 – Состояние реза после точения с подачей $f = 0,3$ мм/об

Рис. 1 показывает состояние реза после точения с подачей $f_1 = 0,1$ мм/об. Можно заметить налипы материала (1), а также следы истирания на задней поверхности реза (2).

Рис. 2 показывает состояние реза после точения с подачей $f_2 = 0,2$ мм/об. Можно заметить значительное истирание задней поверхности (1), более значительное, чем для точения с подачей 0,1 мм/об.

Рис. 3 показывает состояние реза после точения с шагом $f_3 = 0,3$ мм/об. Замечено значительное налипание материала на задней поверхности (1), однако истирание менее значительно по сравнению с точением с подачами $f = 0,1$ и $0,2$ мм/об.

На основании проведенного анализа можно утверждать, что не описано однозначного механизма износа режущих инструментов из PCBN при точению материалов в упрочненном состоянии. Не только геометрия инструмента и параметры обработки, но и присутствие в CBN связующего вещества, химическая стабильность инструментального материала и состав обработанного материала могут иметь решающее влияние на износ реза. В связи с механизмами износа CBN при точении закаленных сталей, абразивное и адгезионное изнашивание могут быть приняты как главные причины износа данных инструментов. Интенсивность проявления конкретного механизма зависит, прежде всего, от структуры и химического состава обрабатываемого материала, механических и термических нагрузок в процессе обработки, а также от химического состава связующего вещества в поликристалле PCBN и его химической стабильности.

Литература

1. Pytlak B. *Optymalizacja wielokryterialna operacji toczenia stali 18HGT w stanie zahartowanym*. Bielsko-Biala: Akademia Techniczno-Humanistyczna, 2006. – 264 s.
2. Poulachon G., Bandyopadhyay B.P., Jadhavir I.S., Pheulpin S., Seguin E. The influence of the microstructure of hardened tool steel workpiece on the wear of PCBN cutting tools. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Volume 43. – 2003. – pp. 139–144.
3. Sadik I.M. Wear development and cutting forces on CBN cutting tool in Hard Part turning of different hardened steels. *5th CIRP Conference on High Performance Cutting*. Elsevier Procedia, 2012. – pp. 232–237.
4. Dawson T.G. *Machining hardened steel with polycrystalline cubic boron nitride cutting tools*. Atlanta, Georgia Institute of Technology, 2002. – 188 p.
5. Siwiec J. *Obróbka materiałów w stanie utwardzonym*. Krakow : Politechnika Krakowska, nr 15, 2011. – pp. 93–100.
6. Rai G. The metallurgy of CBN and its wear in high speed machining of ferrous materials. *Proceeding of the International Conference on Machining of Advanced Materials*. Gaithersburg, 1993. – pp. 501–514.