

Влияние скорости резания на качество затачивания твердосплавного инструмента

Д.С. Реченко

Омский государственный технический университет, Мира 11, Омск, Россия

rechenko-denis@mail.ru

Статья поступила 20.02.2014, принята 13.05.2014

Качество затачивания твердосплавного режущего инструмента определяет его стойкость, качество и надежность лезвийной обработки. На сегодняшний день существует большое количество фирм, поставляющих металлорежущий инструмент в Россию. Номенклатура представленного инструмента разнообразна и включает режущий инструмент для высокоточной обработки, при этом качество затачивания лезвия, то есть радиус округления лезвия этого инструмента, составляет порядка 10...15 мкм, что, в свою очередь, позволяет производить обработку с толщиной стружки не менее 20...30 мкм. Это ограничение зачастую является критическим и предельным, так как точность обработки некоторых ключевых деталей составляет 3...5 мкм, и приводит к значительному снижению потенциального ресурса режущего инструмента. Повышение качества затачивания до значений 1...3 мкм позволяет получать большую точность обработки и ресурс режущего инструмента.

Ключевые слова: металлорежущий инструмент, режущая пластина, качество затачивания.

Influence of the cutting speed on the quality of sharpening a carbide tool

D.S. Rechenko

Omsk State Technical University, 11 Mira Ave., Omsk, Russia

rechenko-denis@mail.ru

Received 20.02.2014, accepted 13.05.2014

The quality of sharpening a carbide cutting tool determines its durability, the quality and reliability of edge cutting processing. Today there are a large number of companies supplying metal-cutting tools in Russia. Nomenclature of the tool submitted is diverse and includes cutting tools for high-precision processing; the quality of edge sharpening, i.e. the radius of edge rounding of this tool is about 10 to 15 microns, which, in turn, allows processing with chip thickness not less than 20 to 30 microns. This restriction is often critical and limiting because an accuracy of processing some key components is 3 to 5 microns, and it also leads to significant reduction of the potential resource of the cutting tool. Improving the quality of sharpening to the values of 1 to 3 microns allows to obtain greater accuracy of the processing and the resource of a cutting tool.

Keywords: metal cutting tool, cutting plate, quality of sharpening.

Постановка проблемы. Современные станки позволяют позиционировать металлорежущий инструмент относительно обрабатываемой заготовки с точностью в 1 мкм, но повышение точности изготовления деталей может быть достигнуто только повышением остроты режущего инструмента, что позволит гарантированно срезать требуемые слои металла размерами 2...5 мкм, а также уменьшит время, затрачиваемое на чистовые операции.

Существующие технологии изготовления и затачивания режущего инструмента позволяют получать остроту лезвия до 10 мкм. Дальнейшее повышение остроты, используя существующие технологии и оборудование, невозможно [1, 2].

Для снижения издержек и повышения производительности производства деталей аэрокосмической отрасли из жаропрочных сплавов необходимо решить научно-техническую задачу по разработке металлорежущего инструмента с радиусом округления лезвия менее 1 мкм (суперлезвие). Этот

инструмент позволит снизить количество деталей с дефектовкой, уменьшить брак за счет повышения точности, а также производительности обработки.

Решаемая научно-техническая задача состоит в получении суперлезвия на режущей части металлорежущего инструмента для повышения эффективности (качество и производительность) обработки аэрокосмических деталей, изготавливаемых из жаропрочных сплавов.

Анализ последних исследований и публикаций. На сегодняшний день наблюдается бурное развитие металлообрабатывающей отрасли. Вкладываются значительные средства в создание и восстановление машиностроительных предприятий, осуществляется их перевооружение. Предприятия оснащаются новыми станками, технологиями, инструментом и квалифицированными кадрами, но вместе с этим возникает ряд существенных технических, финансовых, кадровых и других проблем. Потребность предприятий в вышеупомянутых ресурсах значительно

превышает предложение на рынке. Наибольшую потребность в этих ресурсах испытывают предприятия аэрокосмической отрасли, так как они занимаются производством наиболее сложных и дорогостоящих деталей двигателей летательных аппаратов. Для изготовления ключевых деталей двигателей (диски лопаток турбин, лопатки, валы, кожухи, роторы и т. д.), как правило, используют жаропрочные сплавы, характеризующиеся высокой прочностью, износостойкостью, а также устойчивостью к высоким температурам. Стоимость некоторых ключевых деталей может достигать 1,5 млн. рублей при цене заготовки около 300-400 тыс. рублей. Учитывая режимы и условия работы деталей двигателей летательных аппаратов, требуемая точность при их изготовлении составляет несколько микрометров.

Существующее оснащение аэрокосмических предприятий металлорежущим инструментом не обеспечивает стабильности качества и производительности обработки ключевых деталей двигателей самолетов и ракет. Поэтому создание двигателей сводится к индивидуальной (селективной) подборке при сборке их узлов. То есть существующие технологии, включая режущий инструмент, режимы обработки и металлообрабатывающее оборудование, не позволяют в полной мере получать стабильные размеры и качество поверхности обрабатываемых деталей. Наилучшая точность, которую реально могут достигать на предприятиях при лезвийной обработке, составляет порядка 10 мкм.

При изготовлении диска лопаток турбин на производстве затрачивается порядка трех рабочих дней на выполнение черновых операций, чистовые операции могут занимать до 4-5 дней. Это связано с тем, что существующие станки и программное обеспечение позволяют позиционировать режущий инструмент относительно заготовки с точностью 1 мкм, однако металлорежущий инструмент, используемый для обработки жаропрочных сплавов, имеет остроту (радиус округления режущей кромки) 10...15 мкм (лучшие зарубежные образцы). Российский аналог режущего инструмента имеет максимальную остроту лезвия 30...35 мкм. Для достижения требуемой точности обработки оператор станка вынужден многократно осуществлять операции по доводке детали, причем при перемещении режущего инструмента на 10 мкм он вдавливаясь в деталь, однако резания не происходит из-за ее малой жесткости. Оператору приходится увеличивать глубину резания и повторять проход, при этом на каком-то очередном проходе происходит врезание режущей кромки в деталь, и срезается гораздо больший слой металла, чем нужно, что может привести к браку. Используя существующий металлорежущий инструмент, практически невозможно гарантированно получить заданную точность.

Из 100 % деталей двигателей летательных аппаратов, изготавливаемых из жаропрочных сплавов, 20 % удовлетворяют требованиям точности изготовления, на 50 % деталей составляется дефектная ведомость (при этом их стоимость снижается на 1/3) и 30 % бракуются окончательно. Учитывая этот факт, сборка готового двигателя

осуществляется селективным методом, по наиболее подходящим размерам. В большинстве случаев при ремонте двигателей самолетов невозможно заменить изношенную деталь на новую, так как при изготовлении не обеспечивается их унификация. Для обеспечения унификации необходимо повысить точность изготовления, что приведет к увеличению количества деталей, попадающих в поле допуска размеров.

Цель (задачи) исследования. Целью настоящей работы является определение влияния режимов обработки при затачивании на качество затачивания твердосплавной пластины.

Основной материал исследования. Классические методы и режимы затачивания с применением доводочных операций позволяют получать лезвие с остротой не менее 5...6 мкм (рис. 1). Обработка производилась при режимах затачивания $V = 30$ м/с, $S = 1...1,5$ м/мин и $t = 0,01$ мм/дв. ход, что позволяет получать лезвие с остротой 5...10 мкм.

Исследования проводились на растровом электронном микроскопе Jeol JCM-5700.

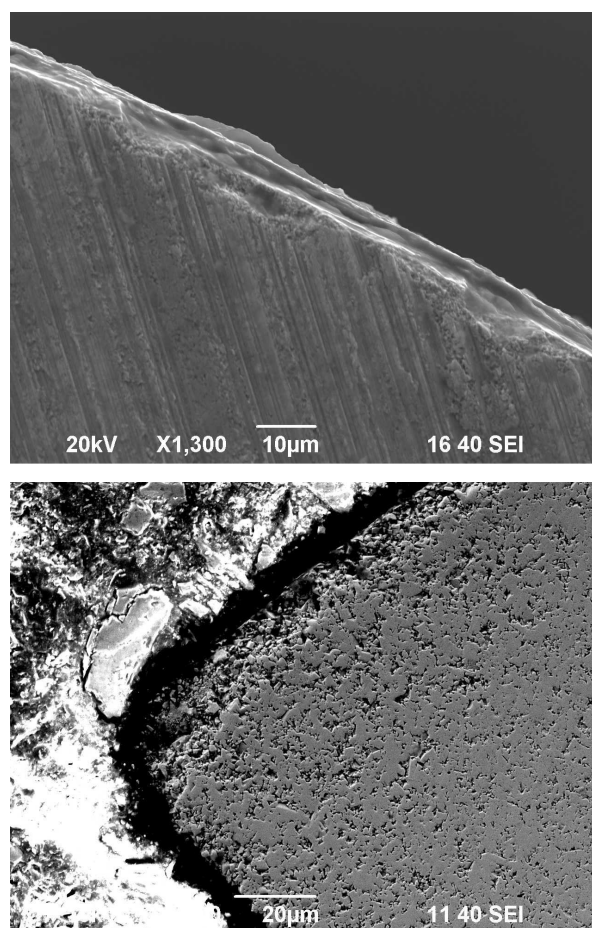


Рис. 1. Лезвие твердосплавного режущего инструмента, полученное при классическом затачивании с применением доводочной операции

Рентгеноструктурный анализ приведен на рис. 2 и в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что содержание WC (карбид вольфрама) составляет порядка 92 %, Co (кобальт) –

порядка 5,5 % и *O* (кислород) – порядка 2,3 % что свидетельствует об образовании окислов на поверхности твердого сплава. Изменение химического состава говорит о возникновении высоких температур и, возможно, сил резания при затачивании.

Высокоскоростной метод при режимах затачивания $V = 260$ м/с, $S = 1...1,5$ м/мин и $t = 0,01$ мм/дв. ход позволяет получать лезвие с острой 1...2 мкм (рис. 3).

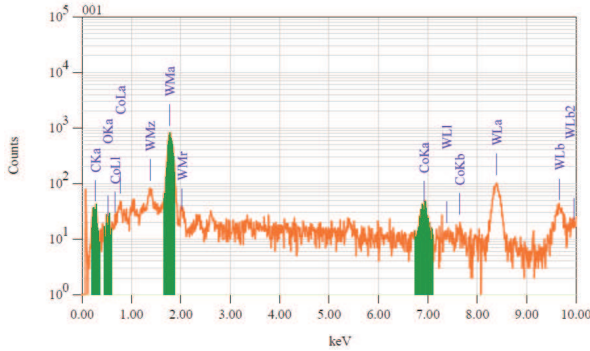


Рис. 2. Результаты рентгеноструктурного анализа твердосплавной пластины

Таблица 1

Element	Mass %	Error %	Atom %	K
C	18.77	0.45	71.16	6.1289
O	2.25	0.47	6.39	1.8935
Co	5.49	0.33	4.24	7.6934
W	73.49	0.34	18.20	84.2842
Total	100.00			100.00

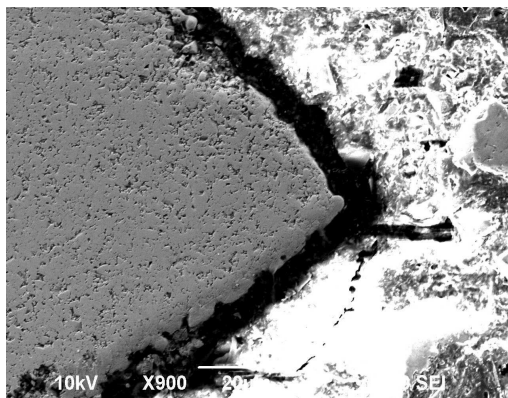
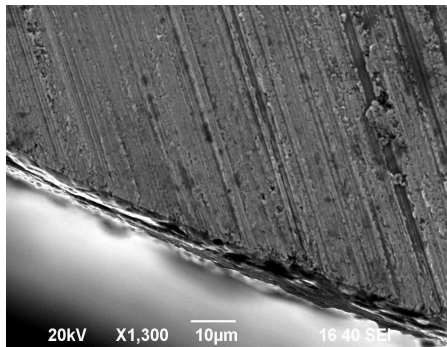


Рис. 3. Лезвие твердосплавного режущего инструмента, полученное при высокоскоростном затачивании

Рентгеноструктурный анализ приведен на рис. 3 и в табл. 2.

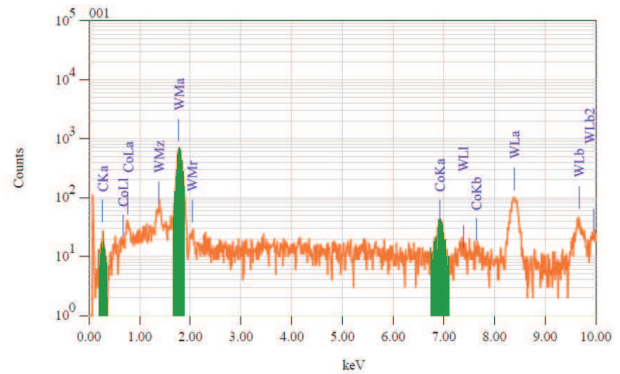


Рис. 3. Результаты рентгеноструктурного анализа твердосплавной пластины

Таблица 2

Element	Mass %	Error %	Atom %	K
C	14.84	0.44	69.86	4.6657
Co	6.06	0.32	5.82	8.2073
W	79.09	0.33	24.32	87.1270
Total	100.00			100.00

Из табл. 2 видно, что содержание *WC* (карбид вольфрама) составляет порядка 94 %, а *Co* (кобальт) – порядка 6 %, что соответствует исходному составу и состоянию сплава GC1105 (Sandvik Coromant). При этом на проверяемой поверхности не наблюдается оксидов.

Выводы

По результатам проведенных исследований видно, что при высокоскоростном затачивании твердосплавной пластины качество лезвия и обработанных поверхностей режущего клина значительно выше. При классических режимах затачивания острота лезвия составляет 5...10 мкм, а при высокоскоростном затачивании – 1...2 мкм, при этом на обработанных поверхностях отсутствуют следы окислов.

Литература

1. Захаренко И.П., Шмелев А.А. Алмазная заточка твердосплавного инструмента. Киев: Наукова думка, 1978. 218 с.
2. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Кузнецов А.М., Стлidian М.В. Анализ методов определения радиуса округления режущей кромки // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2006. Т. 2. С. 256-260.

References

1. Zakharenko I.P., Shmelev A.A. Diamond sharpening of carbide tools: monogr. Kiev: Naukova Dumka, 1978. 218 p.
2. Yanyushkin A.S., Lobanov D.V., Kuznetsov A.M., Stlidzan M.V. Analysis of methods for determining the radius of rounding cutting // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2006. Vol. 2. P. 256-260.

