

УДК 621.914

Концевые фрезы с осесимметричными парными стружечными канавками

Маслов Андрей Руффович

maslovar@bmstu.ru

SPIN-код 7145-7197

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. По результатам сравнительных испытаний получены зависимости параметров шероховатости и микротвердости поверхностей уступов, обработанных концевыми твердосплавными фрезами стандартной и специальных конструкций с переменным углом наклона винтовых линий режущих кромок в заготовках из титановых сплавов. Выявлен процесс интенсивного возрастания микротвердости при применении концевых фрез стандартной конструкции. Установлено, что при фрезеровании специальными фрезами микротвердость обработанной поверхности (наклеп) до 6 раз меньше, чем при использовании концевых фрез со стандартным углом наклона стружечных канавок.

Ключевые слова: концевая фреза, угол наклона, стружечная канавка, титановые сплавы, шероховатость, микротвердость, наклеп

End mills with axisymmetrical paired flutes

Maslov Andrei Ruffovich

maslovar@bmstu.ru

SPIN-code: 7145-71-97

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. Based on the results of comparative tests, the dependencies of the parameters of roughness and microhardness of the surfaces of the shoulders processed with carbide end mills of standard and special designs with a variable angle of inclination of the screw lines of the cutting edges in workpieces made of titanium alloys were obtained. The process of intensive increase in microhardness when using end mills of standard design is revealed. It has been established that when milling with special end mills, the microhardness of the treated surface (hardening) is up to 6 times less than when using milling end mills with a standard angle of inclination of chip grooves.

Keywords: end mill, inclination, chip groove, titanium alloys, roughness, microhardness, hardening

Введение. Существенным резервом повышения качества изготовления сложнопрофильных деталей из труднообрабатываемых материалов на многоцелевых станках с ЧПУ является повышение динамической устойчивости концевой фрезерования [1].

На практике для снижения вибраций используют: а) специальные конструктивные элементы режущего инструмента; б) виброгасящие переходные втулки и патроны; в) специальные смазывающие средства. Из перечисленных

Материалы, оборудование и методика. Сравнительные испытания специальных и стандартных фрез осуществлены на многоцелевом станке с ЧПУ модели ФС110МФ4. Фрезеровали уступы на заготовках из титановых сплавов ОТ4 и ВТ1-0 квадратного сечения со стороной 80 мм и длиной 300 мм с предварительно снятой коркой. Режимные параметры обработки, установленные по методике [3], представлены в табл. 2.

Таблица 2

Режимы фрезерования всеми типами фрез

v , м/мин	n , мин ⁻¹	t , мм	B , мм	s_z , мм/зуб	s , мм/мин
80	1592	2,4	4	0,04	254,6

После фрезерования уступов от заготовок были отрезаны 24 контрольных образца и на поверхностях уступов, полученных главными режущими кромками (периферией) концевых фрез, измерили параметры шероховатости R_a (мкм) на профилометре Mitutoyo SJ-210. Дополнительно на микротвердомере QNESS 10 CHD VASTER были проведены измерения микротвердости (HV) этих поверхностей.

Результаты. Группы данных измерений были получены для каждого типа концевых фрез на каждом образце из фрезерованных заготовок из технического титана ВТ1-0 и титанового сплава ОТ4. Полученные данные были обработаны, проверены на наличие грубых ошибок и нормальность распределения с помощью ПО «Microsoft Excel» на ПЭВМ по критерию среднего абсолютного отклонения и размаху.

По результатам сравнительных испытаний получены усредненные значения параметра шероховатости R_a и микротвердости HV поверхностей уступов, на основании которых построены аппроксимированные зависимости этих характеристик от величины разности углов ω_1 и ω_2 . Для стандартных концевых твердосплавных инструмента $\omega_1 - \omega_2 = 0$, а для специальных принято, что разность $(\omega_1 - \omega_2)$ — в интервале от 3 до 5 градусов (рис. 2).

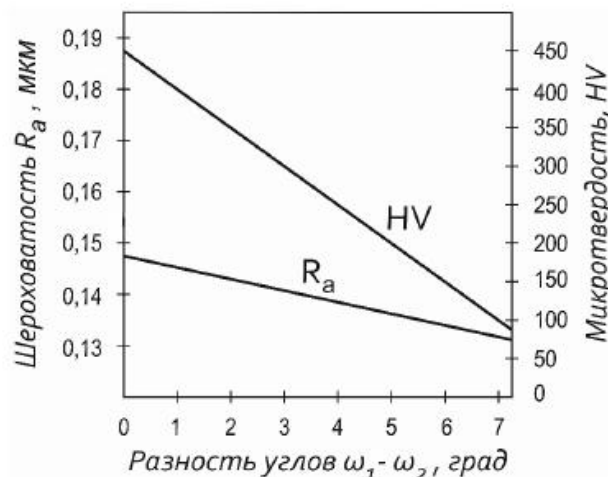


Рис. 2. Зависимости параметра шероховатости R_a и микротвердости HV поверхностей уступов от разности углов ω_1 и ω_2 наклона парных стружечных канавок

Обсуждение. Для концевой фрезеровки заготовок из титановых сплавов стандартными твердосплавными фрезами характерно возникновение интенсивных вибраций технологической системы. Причиной этого является значительная нормальная составляющая силы резания, увеличение которой ведет к возрастанию амплитуды колебаний. Преобладание нормальной составляющей силы резания над тангенциальной объясняется низкой пластичностью и высоким коэффициентом трения титановых сплавов. Интенсивные вибрации технологической системы негативно сказываются на качестве обработанной поверхности и приводят к ее упрочнению (наклепу).

На основании данных о влиянии наклепа поверхностного слоя на размерную стабильность ответственных деталей из титановых сплавов через некоторое время их эксплуатации после обработки и о снижении их усталостной прочности [4, 5] можно сделать вывод о предпочтении специальных фрез с осесимметричными парными стружечными канавками при разработке технологии изготовления изделий с повышенными требованиями к эксплуатационной надежности.

Заключение. В результате проведенных сравнительных испытаний установлено, что применение концевых фрез специальной конструкции с переменным углом наклона винтовых линий режущих кромок не дает существенного уменьшения шероховатости обработанных поверхностей деталей из титановых сплавов по сравнению с обработкой фрезами стандартной конструкции. Микротвердость этих поверхностей при обработке специальными фрезами значительно меньше, чем при применении фрез стандартной конструкции.

Список источников

- [1] Жарков И.Г. *Вибрации при обработке лезвийным инструментом*. Ленинград, Машиностроение, 1986. 184 с.
- [2] Маслов А.Р., Схитрладзе А.Г. *Обработка труднообрабатываемых материалов резанием*. Москва, Инновационное машиностроение, 2018, 208 с.
- [3] Андреев В.Н. и др. Метод ускоренных сравнительных испытаний концевых твердосплавных фрез. *Вестник МГТУ «СТАНКИН»*, 2015, № 4(35), с. 59–63.
- [4] Сулима А.М., Евстигнеев М.И. *Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов*. Москва, Машиностроение, 1974, 255 с.
- [5] Старков В.К. *Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве*. Москва, Машиностроение, 1989, 295 с.