

УДК 621.9

Качество поверхностного слоя деталей из титановых сплавов после концевой фрезерования

Маслов Андрей Руффович

maslovar@bmstu.ru

SPIN-код 7145-7197

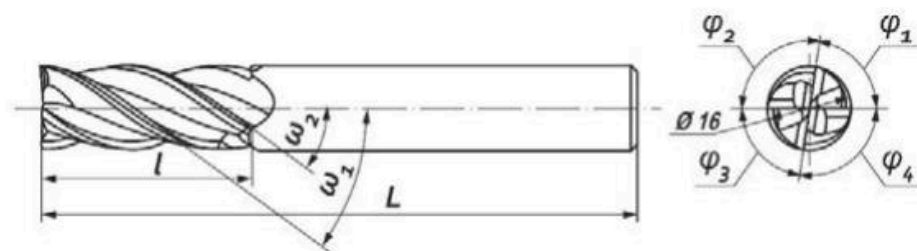
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Выполнены сравнительные испытания стандартных и специальных концевых твердосплавных фрез и получены зависимости параметров шероховатости, модуля упругости и микротвердости поверхностей уступов, обработанных в заготовках из титановых сплавов. Установлено, что применение фрез специальной конструкции не обеспечивает существенного уменьшения шероховатости обработанных поверхностей деталей из титановых сплавов по сравнению с чистовой обработкой фрезами стандартной конструкции. Микротвердость (наклеп) при обработке специальными фрезами меньше на ~30 процентов, чем при использовании фрез стандартной конструкции.

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

Введение. Достижение высокого качества поверхностных слоев деталей из титанового сплава затруднено в связи с его низкими теплопроводностью и теплоемкостью [1], повышенной склонностью титана к химическим реакциям при нагреве [2], а также из-за схватывания материалов заготовок и режущей части, из-за чего на ней происходит налипание стружки (наrostы). В результате резание становится неустойчивым, периодические рост и отрыв наростов дестабилизируют процесс фрезерования, увеличивается амплитуда колебаний нормальной составляющей силы резания [3], что приводит к ухудшению качества поверхностного слоя. В качестве одного из способов преодоления этих затруднений предлагается применять специальные конструкции концевых фрез, в том числе, с переменным углом наклона винтовых линий режущих кромок [4–6].

Методы и материалы; результаты. Конструкции таких специальных фрез на цилиндрической части имеют переменные от зуба к зубу углы наклона винтовых линий режущих кромок стружечных канавок (см. рисунок и таблицу).



Эскиз специальной концевой фрезы

Геометрические параметры испытываемых фрез

№	Тип фрезы	$\omega_1, ^\circ$	$\omega_2, ^\circ$	$\varphi_1, ^\circ$	$\varphi_2, ^\circ$	$\varphi_3, ^\circ$	$\varphi_4, ^\circ$	L	l
1	Стандартная фреза	32	32	86	95	84	95	100	28
2	Специальная фреза	38	36	80	100	80	100		
3	Стандартная фреза	35	35	86	95	84	95		
4	Специальная Фреза	43	41	85	95	85	95		
Примечание. Все фрезы имеют передний угол на периферии $\gamma = 5^\circ$; задний угол $\alpha = 15^\circ$.									

Выполнены сравнительные испытания указанных типов фрез диаметром 16 мм с износостойкими покрытиями ZrN. Фрезеровали уступы на заготовках из титановых сплавов ОТ4 и ВТ1-0 по методике [7]. На полученных поверхностях измерены параметры шероховатости, величины модуля упругости и микротвердости.

Заключение. Установлено, что применение фрез специальной конструкции не дает эффекта уменьшения шероховатости по сравнению с обработкой стандартными фрезами, однако при этом микротвердость (наклеп) уменьшается в 1,3 раза.

Список источников

- [1] Маслов А.Р., Схитрладзе А.Г. *Обработка труднообрабатываемых материалов резанием*. Москва, Инновационное машиностроение, 2018, 208 с.
- [2] Сулима А.М., Евстигнеев М.И. *Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов*. Москва, Машиностроение, 1974, 255 с.
- [3] Maslov A.R. More precise milling of titanium-alloy polyhedral. *Russian Engineering Research*, 2015, vol. 35, no. 2, pp. 113–115. <https://doi.org/10.3103/S1068798X15020148>
- [4] Ozturk E., Ozkirimli O., Gibbons T., Saibi M., Turner S. Prediction of effect of helix angle on cutting force coefficients for design of new tools. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2016, vol. 65, pp. 125–128. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.042>
- [5] Hosokawa A., Hirose N., Ueda T., Furumoto T.. High-quality machining of CFRP with high helix end mill. *Annals of the CIRP*, 2014, vol. 63, iss. 1, pp. 89–92. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.03.084>
- [6] Ema S., Davies R. Cutting performance of end mills with different helix angles, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 1989, vol. 29, no. 2, pp. 217–227. [https://doi.org/10.1016/0890-6955\(89\)90033-3](https://doi.org/10.1016/0890-6955(89)90033-3)
- [7] Андреев В. Н., Балков В. П., Боровский Г. В., Маслов А.Р., Молодык С.У. Метод ускоренных сравнительных испытаний концевых твердосплавных фрез. *Вестник МГТУ «СТАНКИН»*, 2015, № 4 (35), с. 59–63.