

### **СЕКЦИЯ 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

#### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОМПОЗИТА NiTi-TiB<sub>2</sub>**

*А.Ю. Арляпов, к.т.н., доц. \*,  
С.Ю. Волков, аспирант\*,  
А.С. Жуков, д-р ф.-м. наук\*\*,  
В.В. Промахов, к.т.н. \*\**

*\*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
тел.(3822)-60-63-90*

*E-mail: [Arlyapov@tpu.ru](mailto:Arlyapov@tpu.ru)*

*\*\*Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,36*

Аддитивные технологии находят применение в создании изделий из композиционных материалов с уникальными эксплуатационными характеристиками. Однако для обеспечения требований к точности формы, размеров и качеству поверхностей эти изделия должны быть обработаны резанием на металлорежущих станках, но рекомендации по выбору режущего инструмента и режимов обработки в литературе отсутствуют [1].

В лаборатории высокоэнергетических систем и новых технологий ТГУ разработаны композиционный материал NiTi-TiB<sub>2</sub>, предназначенный для производства турбинных лопаток, и метод его получения с применением лазерного спекания [2]. Фотография спекенной заготовки приведена на рис. 1.



Рис. 1. Фотография спекенной заготовки  
из композита NiTi-TiB<sub>2</sub>

Задачей данной работы являлось определение оптимальных режимов фрезерования концевыми фрезами полученного композита. Критерием оптимальности служила стойкость фрез. Эксперименты выполнялись на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ модели VF1 фирма «Haas» (США). Обработку выполняли по схеме попутного фрезерования. Износ инструмента оценивали по величине фаски износа на задней поверхности. Для определения оптимальной скорости резания обработку проводили на двух режимах:  $V_1=25$  м/мин и  $V_2=50$  м/мин. При этом подача на зуб  $S_z$ , глубина  $t$  и ширина  $B$  фрезерования оставались постоянными:  $S_z=0.04$  мм/зуб;  $t=1$  мм и  $B=4$  мм.

Для определения оптимального соотношения глубины и ширины фрезерования, при котором стойкость фрезы будет наибольшая, было принято два варианта соотношения  $t$  к

В, причём в обоих вариантах обеспечивали одинаковую производительность (рис. 2). Так для фрезы №1 глубина фрезерования составила  $t=2$  мм, ширина  $B=2$  мм; для фрезы №2 глубина  $t=0.5$  мм, ширина  $B=8$  мм.

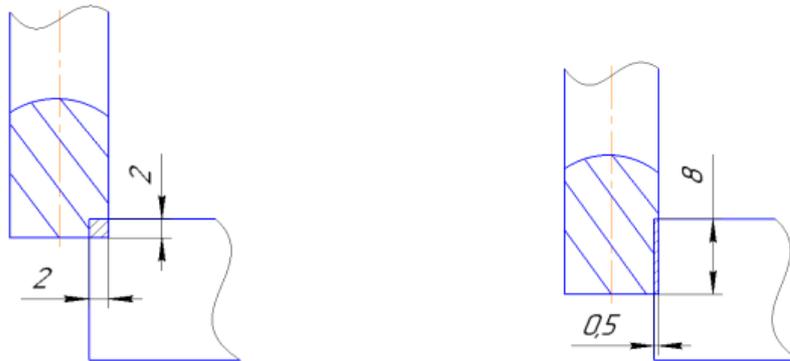


Рис. 2. Схемы фрезерования

Установлено, что основной износ происходит по задней поверхности зуба фрезы (рис. 3).

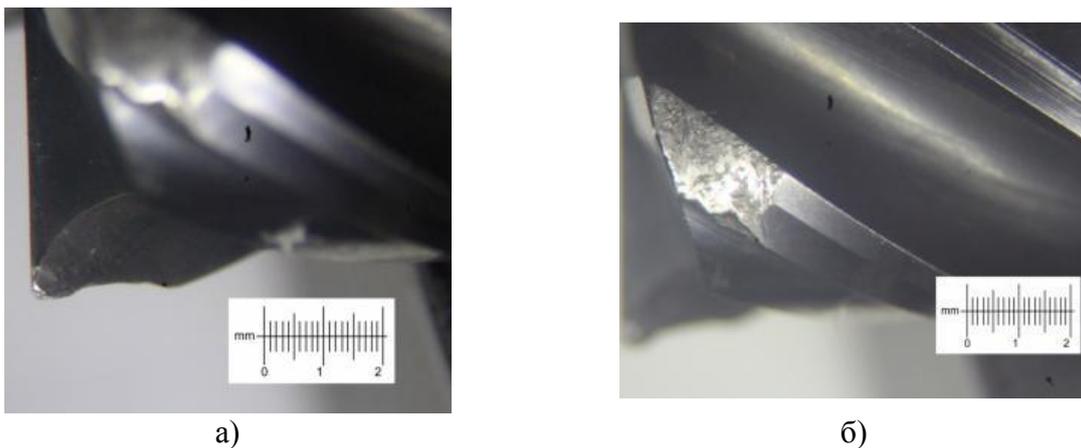


Рис. 3. Фотография износа фрезы №1 с соотношением 1:1 по передней (а) и задней (б) поверхности

Было выявлено, что критическим износом для работы по данному композиту является значение от 0.1 до 0.15 мм, при достижении этих значений происходит резкое увеличение вибрации и снижение стойкости.

При фрезеровании на скорости 50 м/мин практически отсутствует зона нормального износа, стойкость фрезы не более 8 минут, а при скорости 25 м/мин стойкость составила более 25 минут (рис. 4).

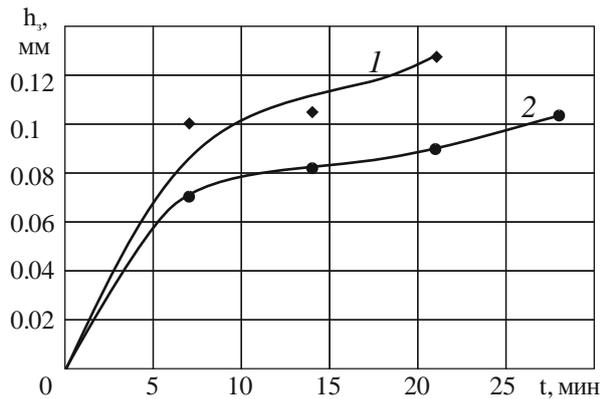


Рис. 4. График зависимости величины износа по задней поверхности от времени:

1 –  $V=50$  м/мин; 2 –  $V=25$  м/мин

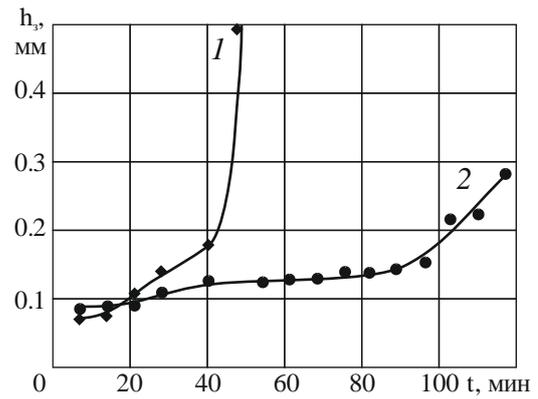


Рис. 5. График зависимости величины износа по задней поверхности от схемы работы:

1 – фреза №1; 2 – фреза №2

Оптимальной для работы является схема фрезерования, при которой значение глубины фрезерования во много раз меньше ширины. Стойкость фрезы, работающей при отношении 1:16 при прочих равных режимах почти в 3 раза выше, чем при отношении 1:1 (рис. 5).

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 19-48-703019 и гранта Президента Российской Федерации СП-724.2019.1.

#### Список литературы:

1. Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Обработка специальных материалов в машиностроении/Справочник. – М.: «Машиностроение», 2002. –264 с.
2. Promakhov V. et al. Inconel 625/TiB<sub>2</sub> Metal Matrix Composites by Direct Laser Deposition //Metals. – 2019. – Т. 9. – №. 2. – С. 141.