

УДК 621.99

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЕБАНИЙ ПРИ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИИ

Виталий Андреевич Косырев

*Студент 6 курса,  
кафедра «Инструментальная техника и технологии»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: О.В. Мальков,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и  
технологии»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Вибрации в зоне резания являются причиной уменьшения производительности обработки резанием, уменьшения точности, снижения стойкости инструмента и т.д. В данной работе проведено исследование влияния вибраций на точность обработки резьб при резьбофрезеровании [1].

В работе моделировался процесс колебаний при резьбофрезеровании трехзубой одновитковой резьбофрезой 327-16B32EC-09 со сменной многогранной пластиной 327R09-18 350MM-TH Sandvik Coromant в отверстии заготовки из алюминиевого сплава Д16Т со следующими параметрами режима обработки: диаметр отверстия  $d = 30$  мм, глубина резания  $t = 2,32$  мм (шаг 2,68 мм - натуральная резьба заменялась фрезерованием канавки треугольного профиля); частота вращения шпинделя  $n = 1600$  об/мин (скорость резания  $v = 88,92$  м/мин); круговая подача  $S_{кр} = 240$  мм/мин (подача на зуб  $S_z = 0,05$  мм/зуб); допуск на средний диаметр выполняемой резьбы 85 мкм.

Проведены экспериментальные и теоретические исследования по изучению силы резания  $F(t)$ , возбуждающей колебания при резьбофрезеровании. Рассмотрены две модели силы резания: эмпирическая и теоретическая [2]. Проведена экспериментальная проверка рассматриваемых моделей силы резания. Предложена методика определения приведенной массы колеблющейся системы, жесткости и коэффициента затухания. Полученные значения силы резания  $F(t)$  в дальнейшем использовались для оценки уровня колебаний.

Проведено численное решение дифференциального уравнения второго порядка в программной среде MATLAB 7.10.0., описывающее колебания резьбофрезы в процессе работы [3]:

$$m\ddot{x} + 2q\dot{x} + cx = F(t),$$

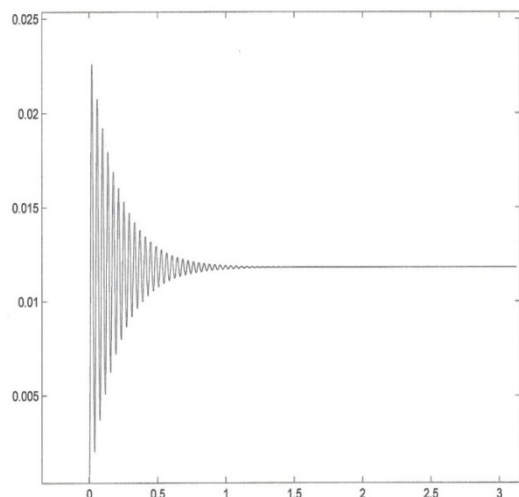
где  $x$  – координата, вдоль которой совершаются колебания, мм;  $m = 0,1$  кг – приведенная масса системы;  $c = 2807,3 \text{ кг} \cdot \text{рад}^2 / \text{с}^2$  – жесткость системы;  $q = 5,03 \text{ с}^{-1}$  – коэффициент затухания;  $F(t)$  – сила, возбуждающая колебания, мН. Данное уравнение имеет четыре составляющие, подлежащие отдельному моделированию: масса  $m$ , жесткость  $c$ , коэффициент затухания  $q$ , возбуждающая сила  $F(t)$ .

Получены графические решения дифференциального уравнения колебаний при использовании каждой модели силы резания, представленные на рис.1.

В первый момент времени зафиксирован всплеск виброперемещений: до значений 25,5 мкм для эмпирической модели силы резания и 83 мкм для теоретической модели силы резания. Далее зафиксирована стабилизация виброперемещений вокруг значений 11,83 мкм для эмпирической модели силы резания и 43,049 мкм для теоретической модели силы резания. Размах значений

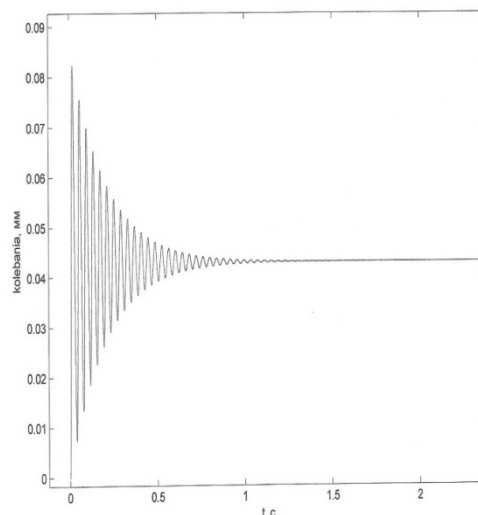
виброперемещений после стабилизации равен 1,122 нм для эмпирической модели силы резания и 4,591 нм для теоретической модели силы резания.

Виброперемещение, мм



Время, с

Виброперемещение, мм



Время, с

**Рис.1.** Графическое решение уравнения при использовании эмпирической (слева) и теоретической (справа) модели силы резания

По полученным данным можно сделать вывод о том, что значения полученных виброперемещений при резьбофрезеровании в указанных условиях обработки не превышают допуск на средний диаметр и на диаметр вершин обработанной резьбы, определенный по ГОСТ 16093-81.

### Литература

1. *Anna Carla Araujo, Jose Luis Silveira, Shiv Kapoor.* Force prediction in thread milling. – Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 18-21 мая 2003.
2. *Зорохович А.А.* Резьбофрезерование и резьбофрезерные станки. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1940. – с. 4-21.
3. *Бидерман В.Л.* Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – с. 44-50.