

осуществляющие контроль и измерения параметров шероховатости должны обладать определенными знаниями о показателях точности (правильности и прецизионности) и неопределенности измерений, а так же практическими навыками их оценивания. С целью подготовки квалифицированных специалистов машиностроительных специальностей в области метрологии и стандартизации для студентов желательно расширить дисциплину «Нормирование точности и технические измерения» более глубоким изучением метрологии поверхности и методов её оценки, а так же дополнить курс современной методологией.

1. Табенкин, А.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт / А.Н. Табенкин, С.Б.Тарасов, С.Н. Степанов; под ред. канд. техн. наук Н.А. Табачниковой. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 136 с.
2. ISO/TC 213 – Технические требования в отношении размерностей и геометрических размеров продукции и их проверки. Каталог стандартов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_tc\\_browse.htm?co mmid= 54924 -12.02.2020](http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?co mmid= 54924 -12.02.2020)

**УДК 621.941.025-182.26**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ НА ИХ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ**

**Михайлов М.И., Кузьмич В. И., Хихлуха А.В.**

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Концевое фрезерование в современном машиностроении имеет достаточно большое значение. Подтверждением этого может служить большое количество разнообразных конструкций концевых фрез [1,2]. Однако во многих случаях приходится ограничивать режимы резания при таком способе обработки, вследствие низкой виброустойчивости [3]. Повышенные вибрации инструмента могут привести к ухудшению показателей качества обработанной поверхности, ускоренному износу фрезы или даже вызвать поломку инструмента. Поэтому проблема борьбы с вибрациями при концевом фрезеровании является весьма актуальной.

Для исследования была выбрана концевая фреза с 4 зубьями, диаметром 18 мм и углом винтовой канавки 30° (рисунок 1). Далее была построена 3D модель данной фрезы, и проведен расчет модели на собственные частоты методом конечных элементов.



Рисунок 1 – 3D–модель фрезы (а) и конечно-элементная сетка (б)

Для исследования различных параметров, были внесены изменения в конструкцию исходной фрезы и построены еще три модели фрез (рисунок 2)

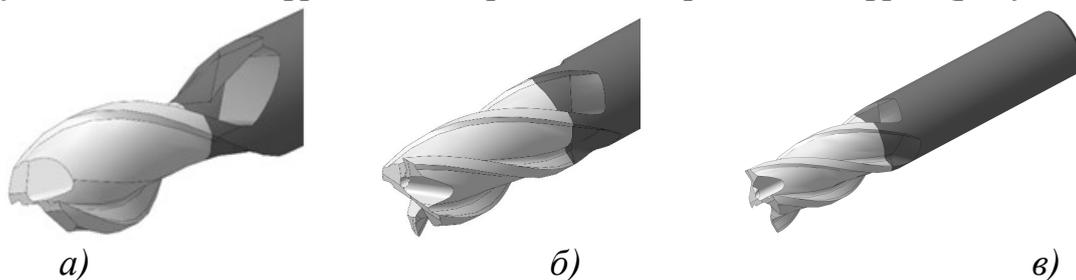


Рисунок 2 – 3D–модели фрез: с двумя режущими зубьями (а); с увеличенным диаметром (б); с углом винтовой канавки равной  $38^\circ$

Для данных моделей так же был выполнен расчет на собственные частоты, формы которых представлены на рисунке 3.

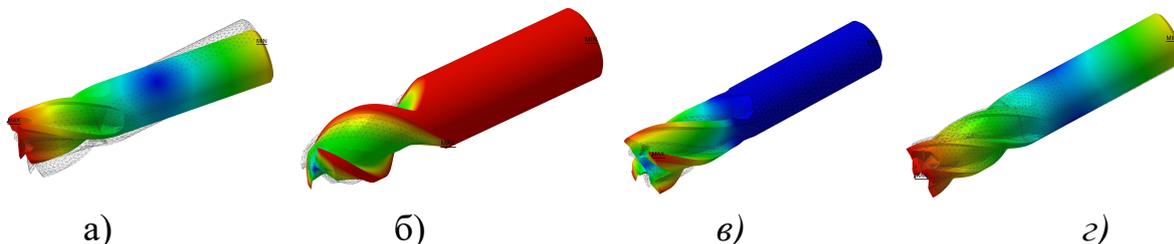


Рисунок 3 – Формы собственных частот различных вариантов конструкций фрез

Относительные амплитуды колебаний представлены на рисунке 4. Полученные результаты позволяют оптимизировать конструкцию фрезы.

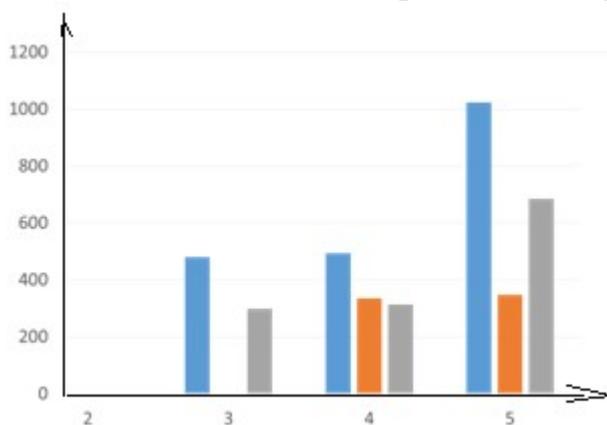


Рисунок 4 – Собственные частоты различных вариантов конструкций фрез

1. Справочник конструктора-инструментальщика / Под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.
2. Сложные поверхности : Математическое описание и технологическое обеспечение. Справочник / И.А. Дружинский. – Л.: Машиностроение. – 1985. – 263 с.
3. Справочник технолога–машиностроителя / Ю.А. Абрамов и др., под общ. ред. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков – 4-е изд., перераб. и доп. 2т. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

**УДК 621.923**

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

**Нисс В.С., Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С.**  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Применение импульсов микросекундной длительности (от 10 до 100 мкс) при электрохимическом полировании легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе позволило существенно повысить качество обработки поверхностей по сравнению с результатами, полученными на постоянном токе с применением традиционных кислотных электролитов, в том числе токсичных, используемых обычно для труднообрабатываемых материалов. Микросекундные импульсы прямой и обратной полярности позволили создать активные участки растворения за счет релаксации электролита в паузе между рабочими импульсами, а также за счет возможности поддержания на аноде значения положительной составляющей поляризующего тока, где сохраняется активированное состояние поверхности, при этом не успевают развиваться диффузионные ограничения [1].

В работе приводятся результаты исследований влияния характеристик импульсов на качество поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе. Исследование влияния амплитуды, частоты и длительности импульсов, оказывающих основное влияние на скорость анодного растворения и пассивации поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования, проводилось при частичном погружении в электролит плоских образцов из титана ВТ1-0 с размерами 40x10x1 мм, из магниевого сплава МЛ10 с размерами 50x10x3 мм и цилиндрических образцов из циркониевого сплава Э110 с размерами  $\varnothing 10 \times 10$  мм. Площадь погружаемой части образцов составляла – 4 см<sup>2</sup>.

На рисунке 1 представлены зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения поверхности образцов от амплитуды анодного