

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТОДОМ БУКСИРНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Н.В. Лаптев

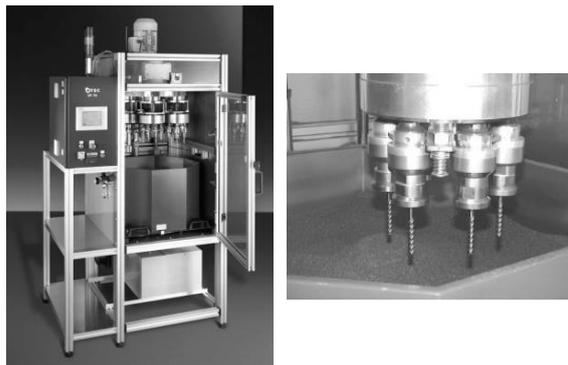
Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.С. Бабаев
(НИ ТПУ, г. Томск)

Лаптев Н.В. – 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: nikitaptev77@gmail.com, babaevartyom@tpu.ru

Ключевые слова: буксирное полирование, кинематика станка, планетарное движение, режущий инструмент, моделирование траектории.

Аннотация. В процессе финишной обработке важно получить стабильную режущую кромку для получения стабильных эксплуатационных характеристик инструмента. Необходимые параметры микрогеометрии можно достичь методом буксирной обработки (Drag - finishing process). К достоинствам данного метода можно отнести низкий разброс значений округления режущей кромки в пределах 3мкм., жесткое закрепление инструмента, высокую интенсивность полирования в результате совершаемого сложного планетарного движения, а также возможность полирования винтовой канавки. Ключевые параметры, влияющие на округление режущей кромки: время обработки, абразивная смесь и частота вращения планетарного механизма. Увеличение частоты вращения приводит не только к более интенсивному абразивному изнашиванию, а также к изменению траектории движения режущего инструмента в абразивной среде. В данной статье будет описана математическая и компьютерная модель сложного планетарного движения буксирного оборудования.

Введение. Финишная обработка методом буксирного полирования на оборудование серии DF, фирмы Otес (Германия), осуществляется следующим образом. Обрабатываемая деталь закрепляется в держателе, роль которых выполняют стандартные цанги, патроны или специальные приспособления. Жёсткое закрепление исключает соударения в процессе обработки. Путём погружения в абразивную среду и тройного вращения реализуется сложное планетарное движение путём «протягивания» заготовок через абразивную смесь.



а б

Рис. 1. Станок серии DF фирмы Otес, производитель Германия

а) Общий вид оборудования б) рабочая камера

Ключевыми параметрами процесса обработки являются: независимое вращение, скорость, глубина погружения в абразив, длительность обработки и абразивный материал.

Теория. Кинематика станка представлена движением трех органов: ротора, привода и шпинделей. Ротор и держатель привода приводится в движение электроприводом, а закрепленная в шпинделе деталь приводится в движение через зубчатую передачу, связанную с приводом держателя. Такое движение приводов моделирует так называемое планетарное движение, что позволяет получить максимальную производительность обработки.[5]

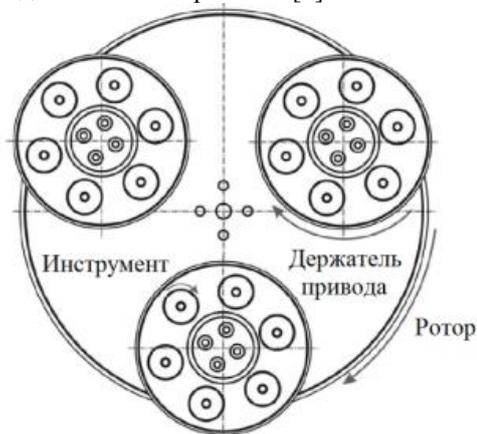


Рис. 2. Кинематическая схема движения заготовки

Рассмотрим схему работы приводов.

Представим точку на обрабатываемой детали. Данная точка описывает окружность вокруг оси шпинделя. Окружность которую описывает точка катится по окружности которую описывает держатель привода, который катится по окружности ротора, тем самым описывая сложную траекторию, которая зависит от частоты вращения каждого элемента кинематической схемы. Т.е. данную траекторию движения можно описать параметрическим уравнением 3-х окружностей:

$$x = r_1 \cdot \cos(\theta_1) - r_2 \cdot \cos(\theta_2) - r_3 \cdot \cos(\theta_3)$$

$$y = r_1 \cdot \sin(\theta_1) - r_2 \cdot \sin(\theta_2) - r_3 \cdot \sin(\theta_3)$$

где r_1 – радиус ротора; r_2 – радиус привода; r_3 – радиус детали; θ – угол поворота; знаки минуса и плюса показывают направление движения, знак "+" по часовой стрелке, "-" против часовой стрелки;

$$\theta = n_i \cdot \pi \cdot \frac{t}{30}$$

где θ – угол поворота; i – частота вращения соответственно ротора, держателя и инструмента; t – время обработки;

Для визуализации движения точки были построены графики в программной среде Mathcad v15., разработчик RTC и для проверки уравнения была смоделирована анимация в программной среде Solid works версии SP3.0, разработчик DS SW Corporation с помощью утилиты Solid motion. По результатам компьютерного моделирования были получены различные траектории движения представленные на изображениях рис.3.

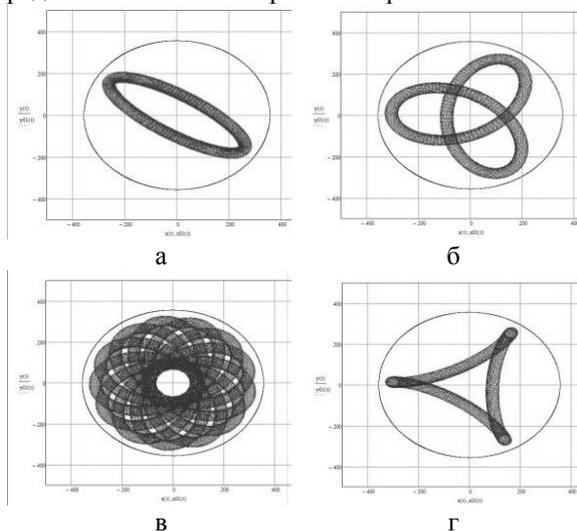


Рис. 3. Примеры движения точки на обрабатываемой детали выполненные в программном обеспечении Matcad v.15

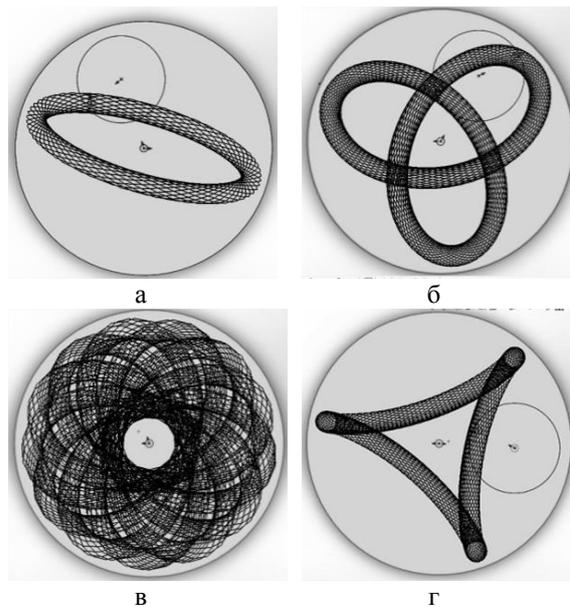


Рис. 4. Моделирование траектории движения с помощью программного обеспечения Solidworks версии SP3.0

Траектории построены при одинаковых частотах вращения и времени. На графиках видно, что траектории повторяют друг друга, что говорит о правильности выведенного уравнения. Математическая и компьютерная модели обеспечивают возможности для исследования в данной области. Становится возможным установление связи между траекторией движения и интенсивностью обработки, и расчет режимов обработки для различных деталей.

Список использованных источников

1. Frankowski G. et al. Real-time 3D Shape Measurement with Digital StripeProjection by Texas Instruments Micromirror Devices (DMD). Proc. of SPIE.V. 3958. (2000). P. 90-106.
2. Rodriguez C. Cutting edge preparation of precision cutting tools by applying micro-abrasive jet machining and brushing, Kassel University press GmbH, Kassel. (2009). 205 p.
3. Denkena, B. Cutting edge geometries. CIRP Annals / B. Denkena, D. Biermann// Manufacturing Technology. 63 (2). (2014). P. 631-653.
4. Бабаев А.С., Чарторийский В.П. Изучение микрогеометрии режущих кромок ружейных свёрл с использованием микроскопа MikroCAD // Обработка металлов (Технология, оборудование, инструменты). 2015. №2. С. 309-312.
5. Демме А., Циклоидальные кривые или трохоиды, Матем. просв., 1937, выпуск 11, 19–28.