

## УДК 621.9

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Пандуров Михаил Алексеевич

*Студент 4 курса*

*кафедра «Инструментальная техника и технологии»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: О.В. Мальков,*

*кандидат наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

Резьбофрезерование стремительно набирает популярность среди различных методов резьбообразования. Этому способствует ряд существенных преимуществ, среди которых возможность нарезания одним инструментом резьб различного диаметра, левых и правых, многозаходных и однозаходных, с малой величиной сбega, меньшие нагрузки на инструмент, высокое качество получаемой резьбы, благоприятное стружкодробление и т.д. К недостаткам такого метода можно отнести радиальный отгиб инструмента и необходимость 3-х координатного оборудования с ЧПУ (невозможность ручной обработки).

Одной из главных проблем резьбофрезерования является несоответствие профиля получаемой резьбы и профиля используемого инструмента по причине движения последнего по винтовой траектории. Ранее эта проблема была разобрана в работах [1,2] для определения профиля резьбы на основании расчета траектории движения вершины зуба, что позволяет точно определить геометрический профиль резьбы только в области вершины.

Разработана программа «MThread», позволяющая исследовать геометрию профиля инструмента и резьбы при резьбофрезеровании. В программу вводится геометрия профиля резьбы инструмента, шаг, диаметры резьбы и инструмента. Схема, представленная на рисунке 1 иллюстрирует принцип работы программы. Инструмент (рисунок 1.а) представляет собой тело вращения и рассекается плоскостями с заданным шагом. Одна из этих плоскостей изображена на рисунке 1,б. Сечение инструмента – окружность радиусом  $x_f$ , смещенная относительно центра отверстия на величину эксцентриситета  $e$ . Инструменту задается движение по винтовой линии, определяемое углом  $\beta$  и шагом  $p$  в соответствии с заданной траекторией его движения при резьбофрезеровании. На рисунке 1,в показано осевое сечение поверхности, получаемой при движении окружности по винтовой линии. Огибающая совокупности всех сечений инструмента образует профиль резьбы. На рисунке 2,а показано сравнение расчетного профиля формобразуемой резьбы и ее номинального профиля для метрической резьбы М24 ( $P=3$  мм). Точками обозначено место максимального отклонения профилей в диаметральном направлении, которое соответствует положению во впадине резьбы. Установлено, что в диапазоне принятых согласно ГОСТ 24705-2004 диаметров и шагов метрической резьбы, полученные по программе значения геометрической погрешности профиля резьбы соответствуют рассчитанным в литературе [1,2]. На рисунке 2,б показан график зависимости геометрической погрешности профиля резьбы  $\Delta r_{\max}$  от координаты осевого направления резьбы. Точкой на графике показано максимальное значение геометрической погрешности профиля резьбы, соответствующее положению точек на рисунке 2,а. Кроме того,  $\Delta r_{\max}$  является переменной вдоль боковых сторон профиля резьбы, образуя стрелу прогиба, которая при расчетах не превышала 0,12 мкм.

При превышении допустимого значения  $\Delta r_{\max}$  для достижения требуемой степени точности резьбы возможно, во-первых, варьировать диаметром инструмента и шириной профиля, во-вторых, изменять резьбовой профиль инструмента.

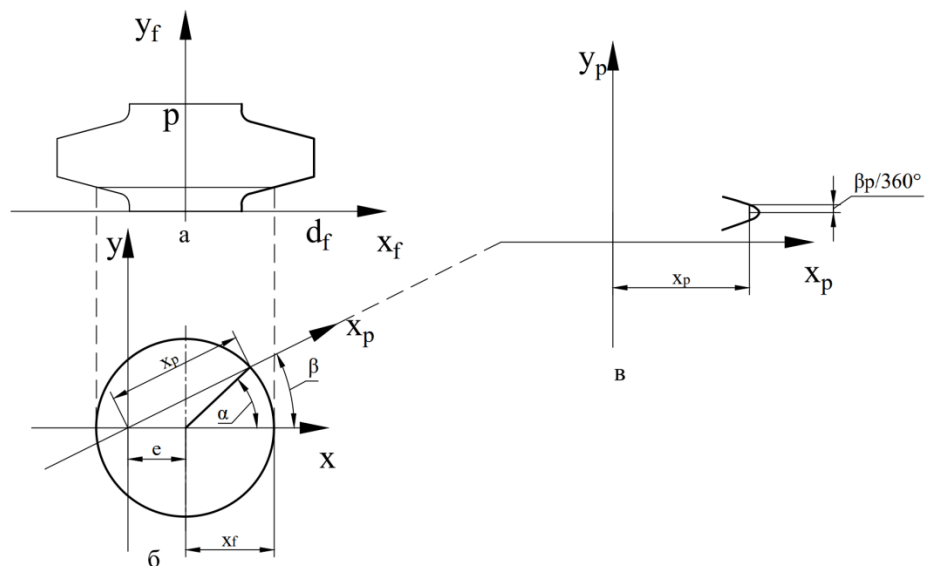


Рис. 1. Схема получения профиля резьбы. а – профиль инструмента, б – сечение инструмента, в – профиль резьбы.

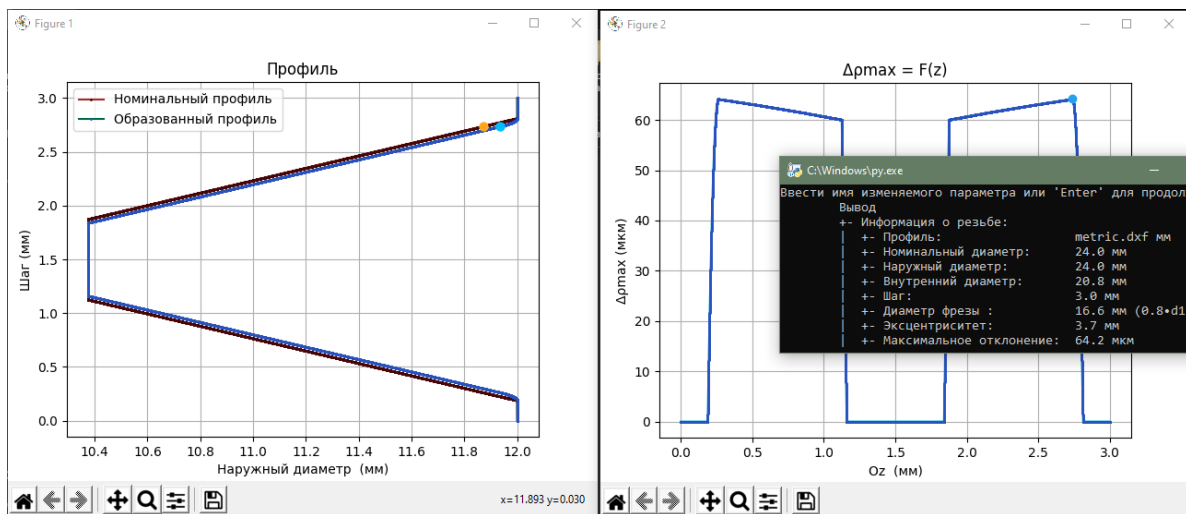


Рис. 2. Результат работы программы: а – рассчитанный и номинальный профили резьбы М24 (Р=3 мм), б – график геометрического отклонения профиля резьбы и рассчитанные параметры.

### Литература

1. Древаль А.Е., Мальков О.В., Литвиненко А.В. Точность обработки внутренних резьб комбинированным инструментом // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 2011.- №12.- С. 44-52. DOI: 10.18698/0536-1044-2011-12-44-52.
2. Malkov O.V., Malkova L.D. Improving thread accuracy in machining components for rocket and space technologies // AIP Conference Proceedings 2171, 200006 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5133364>. Published Online: 15 November 2019.