

УДК 681

**АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕ СВЯЗАННЫХ С ОТКЛОНЕНИЕМ ОСИ ИНСТРУМЕНТА ОТ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТОРЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Эльдар Рафаэлевич Каюмов, Дмитрий Ашвани Тйаги

*Студенты 5 курса, специалитет**кафедра «Металлорежущие станки и оборудование»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: П.М. Кузнецов,**доктор технических наук, профессор кафедры «Металлорежущие станки и оборудование»*

Основной задачей при обработке заданного изделия является получение указанных размеров с требуемой точностью и с высокой производительностью. Но ввиду множества факторов, которые могут повлиять на изготовления требуемой детали, точность обработки может значительно снизиться. В данной статье будет рассматриваться погрешности вносимые отклонением оси фрезы при обработки торцевой поверхности от оси вращения шпинделя.

В момент врезания концевой фрезы в материал заготовки на инструмент действует распределенная по длине обработки  $b$  сила резания  $P$ , которая в последствии приводит к упругим отжатию режущего инструмента и образованию геометрической погрешности формы обрабатываемой поверхности.

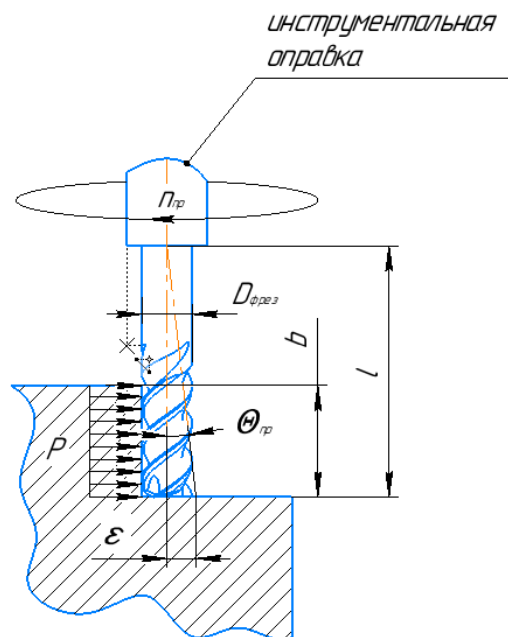


Рис. 1. Схема нагружения инструмента в начальный момент времени

Величина погрешности геометрической формы будет напрямую зависеть от величины вылета инструмента  $l$  от инструментальной оправки, подачи на зуб  $S_z$ , биения инструмента при его позиционировании в шпинделе станка и от обрабатываемого материала заготовки.

Составим упрощенную схему нагружения инструмента

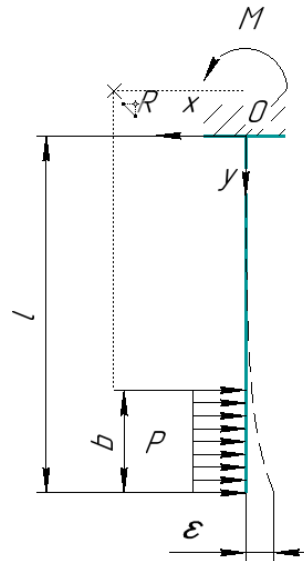


Рис. 2. Упрощенная схема нагружения инструмента

В данной схеме не учитывается геометрия режущей части инструмента, в первом приближении примем, что инструмент представляет из себя цилиндр и считается, что инструмент закреплен в оправке жестко.

Составим систему уравнений по данной схеме

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dy^2} = \frac{M(y)}{EI_x}$$

$$M(y) = P * y - P(l - \frac{b}{2})$$

$M(z)$ -функция изгибающего момента

$y$ - координата прогиба

$\varepsilon$ -прогиб оси инструмента

$E$ -модуль упругости режущего инструмента

$I_x$ - момент инерции

Решим систему уравнений

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dy^2} = \frac{P * y - P(l - \frac{b}{2})}{EI_x}$$

Продифференцируем данное уравнение:

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dy^2} = \frac{1}{EI_x} \left( \frac{P * y^2}{2} - P * \left( l - \frac{b}{2} \right) * y \right) + C_1$$

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dy^2} = \frac{1}{EI_x} \left( \frac{P * y^3}{6} - P * \left( l - \frac{b}{2} \right) * \frac{y^2}{2} \right) + C_1 * y + C_2$$

где

$C_1$ - постоянная интегрирования, показывающая величину стрелы прогиба балки (инструмента) в начальной точке 0;

$C_2$  -постоянная интегрирования, показывающая величину изгиба балки в начальной точке А. Данный параметр в реальности согласуется с величиной радиального биения инструмента после его установки в шпиндель станка.

Данное уравнение позволяет вычислить величину прогиба в любом сечении режущего инструмента, тем самым определить отклонение формы.

Для коррекции отклонения инструмента предполагается произвести смещение инструмента на  $\Delta x$  и произвести поворот фрезерной головы на угол  $\Delta \varphi$

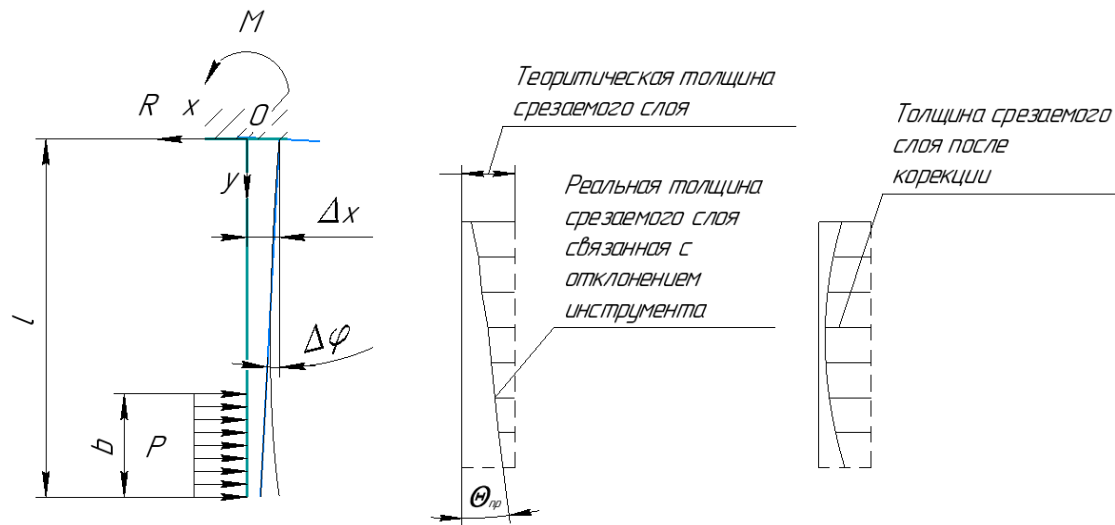


Рис.3 Коррекция отклонения инструмента

В данной статье рассмотрен способ повышения качества обрабатываемой поверхности, путем смещения инструмента и коррекции срезаемого слоя. В результате можно сказать, что ввиду того, что толщина срезаемого слоя после коррекции становится более равномерной, погрешность  $\varepsilon$  значительно снижается.

### Литература

1. Бровкова М.Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. 119 с.
2. Вереина Л.И., Ягопольский А.Г. Металлорежущее технологическое оборудование // Учебное пособие. Москва, 2019.
3. Стельмаков В.А. Метод оценки точности гладких цилиндрических отверстий по диаметральному размеру и относительному положению их осей / Стельмаков В.А., Гимадеев М.Р., Никитенко А.В., Давыдов В.М. // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2016. - № 1-1 (25). С. 73-81.
4. Стельмаков В.А. Исследование причин возникновения погрешностей формы при обработке отверстий фрезерованием / Стельмаков В.А., Гимадеев М.Р., Никитенко А.В., Давыдов В.М. // Проблемы и достижения в инновационных материалах и технологиях машиностроения : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «КНАГТУ». - Комсомольск-на-Амуре, 2015. - С. 257-259.