

УДК 621.914.02

Студ. Д. Л. Болочко

Науч. рук. к.т.н., А. А. Гришкевич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С АДАПТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Обработка древесины и древесных материалов методом фрезерования остается значимым технологическим процессом в столярно-строительном и мебельном производствах. С этой целью была разработана конструкция фрезы сборной, которая позволяет вести исследовательские работы благодаря возможности изменять положение ножа относительно оси вращения (угол наклона кромки λ) и изменять передний и задние углы [1].

Рассматриваемая фреза позволяет уменьшить составляющие силы резания, повысить суммарную стойкость инструмента, устранить сколы на обработанной поверхности.

Основная проблема при эксплуатации инструмента с подвижными элементами – это фиксация движущихся частей во время разгона.

Была составлена расчетная схема сегментного узла в плоской системе координат и в программе SolidWorks были получены координаты центра тяжести сегмента и моментов инерции.

Но при осевом повороте сектора задача усложняется и появляется необходимость расчёта 3D модели. С этой целью разработана пространственная схема распределения сил (рисунок 1).

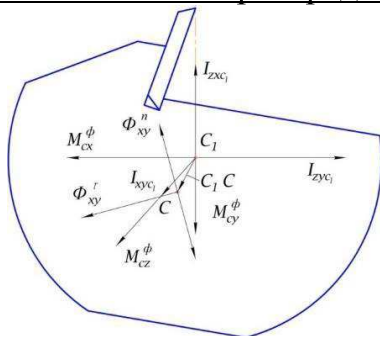


Рис. 1. Схема сил, действующих на подвижный элемент в режиме разгона (торможения)

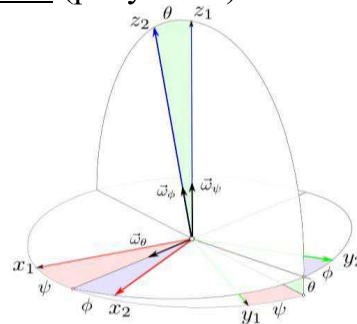


Рис. 2. Схема трёх последовательных поворотов

ψ - угол прецессии, θ - угол нутации, ϕ - угол собственного вращения

Для определения этих сил были введены в расчёт углы Эйлера [2]. На рисунке 2 приведена схема выполнения трех последовательных поворотов ножа.

Пусть известны координаты вектора $R \rightarrow R$ в системе координат $Ox_1; y_1; z_1$:

$$R^{(1)} = \{R_x^{(1)}, R_y^{(1)}, R_z^{(1)}\}^T$$

Найдем координаты этого вектора в системе $Ox_1; y_1; z_1$, зная углы Эйлера. Для этого построим матрицы трех поворотов, последовательно преобразующих координаты вектора:

$$R^{(1)} \rightarrow R' = A_\psi \cdot R^{(1)} \rightarrow R'' = A_\theta \cdot R' \rightarrow R^{(2)} = A_\phi \cdot R''$$

Матрицы элементарных поворотов будут иметь вид:

$$A_\psi = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; A_\theta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix};$$

$$A_\phi = \begin{bmatrix} \cos \phi & \sin \phi & 0 \\ -\sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Перемножая матрицы элементарных поворотов в обратном порядке, получим матрицу направляющих косинусов для сложного поворота:

$$A^{21} = A_\phi \cdot A_\theta \cdot A_\psi \cdot \begin{bmatrix} \cos \psi \cdot \cos \phi - \sin \psi \cdot \cos \theta \cdot \sin \phi & \sin \psi \cdot \cos \phi + \cos \psi \cdot \cos \theta \cdot \sin \phi & \sin \theta \cdot \sin \phi \\ -\cos \psi \cdot \sin \phi - \sin \psi \cdot \cos \theta \cdot \cos \phi & -\sin \psi \cdot \sin \phi + \cos \psi \cdot \cos \theta \cdot \cos \phi & \sin \theta \cdot \cos \phi \\ \sin \psi \cdot \sin \theta & -\cos \psi \cdot \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

Если известны координатный столбец вектора R в базисе $e^{(1)} - R^{(1)}$, то его координаты в базисе $e^{(2)} - R^{(2)}$ будут определяться следующим образом:

Выводы:
$$R^{(2)} = A^{21} \cdot R^{(1)}$$

1. С целью более достоверного решения задачи по устойчивой работе ножа, жестко зафиксированного на подвижном держателе, следует рассматривать пространственную схему распределения сил.
2. Для определения сил, действующих на сегмент инструмента, разработана 3D модель и для расчёта сил введены углы Эйлера;
3. В дальнейшем будут проведены расчёты и определены составляющие силы резания и инерции, действующие на нож и подвижный элемент фрезы (держатель ножа) с учётом углов Эйлера.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гришкевич, А.А. Особенности фрезерного сборного инструмента с изменяемыми углами: передним и наклона режущей кромки // А.А. Гришкевич, А.Ф. Аникеенко, В.Н. Гаранин // Труды БГТУ. – 2014. – Сер II (166): Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. – С. 175-177.
- 2 Classical mechanics [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.classmech.ru/node/24. - Дата доступа: 10.04.2016.