

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ЛИНЗ В СИСТЕМЕ MATLAB

Огородник И.В.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент

В данной работе рассматривается модель обработки плоских линз, основанная на некоторых допущениях. Модель состоит из двух основных компонентов: обрабатываемой детали и инструмента. Рассматриваемая модель предусматривает одновременную обработку только одной детали, однако данный подход можно обобщить на процесс обработки блочных линз.

Геометрическая модель процесса, представленная на Рис. 1, создана в среде Matlab путем решения разработанных уравнений зависимости параметров системы от времени и последующей визуализацией полученных данных.

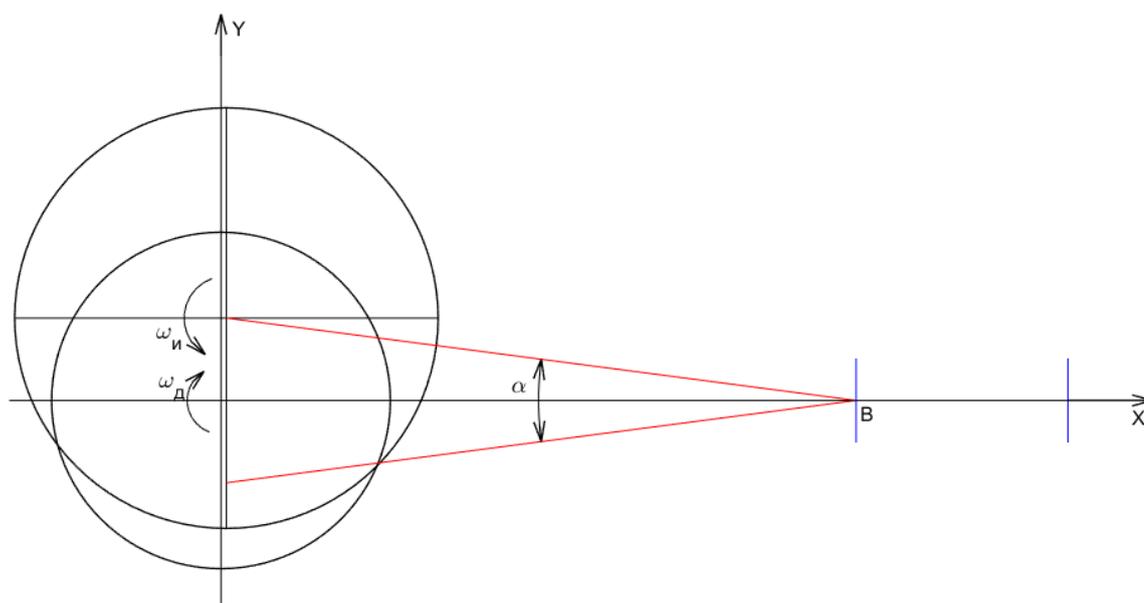


Рис. 1. Вид сверху на обрабатываемую деталь и инструмент

Обрабатываемая деталь и инструмент вращаются с произвольными, независимыми угловыми скоростями относительно фиксированных осей, проходящих через их центры. При этом допускается, что центр обрабатываемой детали расположен в начале координат и не перемещается. Положение инструмента зависит от высоты детали, высоты инструмента, общего смещения инструмента и фазы следующих движений:

- возвратно-поступательного движения, направленного вдоль оси абсцисс;

- вращательного движения, относительно точки В, расположенной на данной оси и удаленной на произвольное расстояние. Ограничения данного движения на Рис. 1 показаны углом  $\alpha$ .

Таким образом, для данной модели угол поворота детали и инструмента определяется по следующим формулам:  $A_d(t) = (t * \omega_d) \bmod 2\pi$ ,  $A_{и}(t) = (t * \omega_{и}) \bmod 2\pi$ , где  $\omega_d$  – угловая скорость вращения детали,  $t$  – время от начала симуляции,  $\omega_{и}$  – угловая скорость вращения инструмента,  $\bmod 2\pi$  – операция взятия остатка от деления на  $2\pi$  радиан.

В соответствии с описанными допущениями были выведены следующие формулы определения положения инструмента в произвольный момент времени:

$$X_{и}(t) = S + X_{cm} * 2 * \left| \frac{t}{p_c} - \left\lfloor \frac{t}{p_c} + \frac{1}{2} \right\rfloor \right| + R_{в} + R_{в} * \\ * \cos \left( \pi + \alpha_m * \left( 2 \left| 2 * \left( \frac{t}{p} - \left\lfloor \frac{t}{p} + \frac{1}{2} \right\rfloor \right) \right| - 1 \right) \right),$$

$$Y_{и}(t) = R_{в} * \sin \left( \pi + \alpha_m * \left( 2 \left| 2 * \left( \frac{t}{p} - \left\lfloor \frac{t}{p} + \frac{1}{2} \right\rfloor \right) \right| - 1 \right) \right),$$

$$Z_{и} = - \left( \frac{1}{2} h_d + \frac{1}{2} h_{и} \right),$$

где  $S$  – общее смещение инструмента,  $X_{cm}$  – максимальное смещение инструмента при возвратно-поступательном движении,  $p_c$  – период данного движения,  $R_{в}$  – радиус внешней оси вращения инструмента,  $\alpha_m$  – максимальный угол поворота относительно внешней оси,  $p$  – период данного поворота,  $h_{и}$  – высота инструмента,  $h_d$  – высота детали.

Период вращения относительно внешней оси  $p$  и период сдвига  $p_c$  вычисляются по следующим формулам:  $p = \frac{\alpha_m}{\omega_{в}}$ ,  $p_c = \frac{X_{cm}}{V_c}$ , где  $\omega_{в}$  – угловая скорость вращения инструмента относительно внешней оси вращения,  $V_c$  – скорость смещения инструмента.

Для рассматриваемого процесса существует ограничение расстояния между центрами детали и инструмента, обусловленное возможностью выхода последнего за края обрабатываемой детали. Это условие представлено следующей формулой:

$$R_d \leq \sqrt{X_{и}(t)^2 + Y_{и}(t)^2}$$

На Рис. 2 представлен вид спереди на моделируемые объекты.

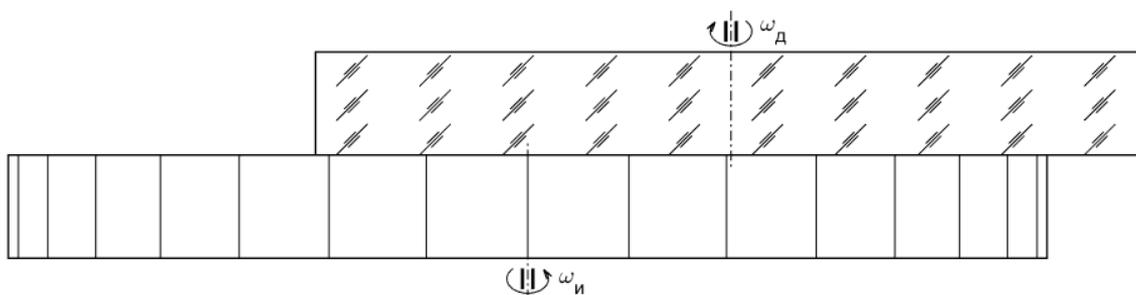


Рис. 2. Вид спереди на обрабатываемую деталь и инструмент

Программная реализация задачи представляет собой набор функций в среде Matlab, позволяющие получить вид системы в любой момент времени  $t$ , и программную анимацию, демонстрирующую изменение состояния системы с течением времени. Код, реализующий вычисления параметров системы представлен на Рис. 3.

```
function [DetailAngle, ToolAngle, ToolX, ToolY, ExtAngle, Shift] = simulation(t)
run("simulationConfigs.m")
DetailAngle = mod(t * DetailAngular, 360);
ToolAngle = mod(t * ToolAngular, 360);
ShiftPeriod = ShiftMax / ShiftSpeed;
ShiftCompleteness = 2 * abs(t/ShiftPeriod - floor(t/ShiftPeriod + 0.5));
Shift = ShiftMax * ShiftCompleteness;
ExtPeriod = ExtMaxAngle / ExtVelocity;
ExtCompleteness = 2 * abs(2 * (t/ExtPeriod - floor(t/ExtPeriod+0.5))) - 1;
ExtAngle = 0.5 * ExtMaxAngle * ExtCompleteness;
ToolX = ShiftGlobal + Shift + ExtRadius + ExtRadius * cosd(180 + ExtAngle);
ToolY = ExtRadius * sind(180 + ExtAngle);
return
```

Рис. 3. Реализация вычисления параметров системы в среде Matlab

Для получения вида системы необходимо воспользоваться функциями `topView(t)` и `frontView(t)`, аргументом которых является время от начала симуляции. Функция `simulation(t)` вызывается при необходимости получения состояния системы в виде переменных. Значение выходных параметров приведено в файле функции. Изменение параметров симуляции происходит путем изменения значений переменных в файле «simulationConfigs.m».

Таким образом, при визуальном моделировании удалось выделить ключевые элементы рассматриваемого процесса. Благодаря этому графическая часть компьютерной модели дает наглядное представление о технологии процесса обработки плоских линз. Одним из основных результатов выполнения данной работы является получение некоторых базовых компетенций в сфере математического моделирования. Практическую ценность работа имеет как основа для более сложных моделей, имеющих меньшее количество допущений, и как демонстрация возможностей определения геометрических параметров еще до стадии экспериментальных исследований.