

переднюю поверхность зуба гарнитуры  $\mu = 0,7$ . Координата  $Y$  определяется в работе

[2] из выражения 
$$Y = \frac{W1}{1 - W1 \cdot W2}.$$

Окончательно получим

$$\begin{aligned} x(t) &= 0.092 \sinh(-54.172t) e^{-4.49t}, \\ y(t) &= 0.8 \cdot \text{Dirac}(2, t) + 0.718 \cdot \text{Dirac}(2t) - \\ &- 6379.171 \sinh(-54.172t) e^{-4.49t} + 190.785 \cdot \text{Dirac}(t) \end{aligned} \quad (4)$$

В уравнении  $y(t)$   $\text{Dirac}(t)$  – дельта-функция Дирака. Установлено, что функция  $Y(t)$  возрастает несколько медленнее, чем функция  $X(t)$ .

Исследованиями также установлено, что применение математического пакета MAPLE 9.5 при использовании метода преобразований Лапласа позволяет получить математические модели рассматриваемого процесса, оценить степень влияния различных параметров оборудования (угол поворота, геометрия рабочих органов) и коэффициентов трения различных текстильных отходов на движение волокна, что является предметом самостоятельного рассмотрения. Результаты исследований позволят провести статистическое исследование, математическое прогнозирование, обработку полученных результатов на устойчивость и определение управляемости системы.

#### Список использованных источников

1. Локтионов, А.В. Кинематические и динамические параметры оборудования для получения текстильных нетканых полотен/ А.В. Локтионов, Т.А. Мачихо// Теоретическая и прикладная механика: Межведомственный сборник научно-методических статей. – Минск, 2006. – №20. – С. 32 – 36.
2. Основы теории автоматического управления. Я.З. Цыпкин. М. – «Наука», 1977, 560с.

УДК 621.837.7

### МЕХАНИЗМ ПРЕРЫВИСТОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

**А.Г. Семин, А.В. Локтионов, Е.В. Пароминский**

Известны кинематические исследования зубчато-рычажных механизмов с остановками выходного звена. Получены аналитические зависимости угловых характеристик кулисы от углового перемещения водила, которые служат для оценки точности и длительности остановки выходного звена, исходные данные для силовых расчетов. Одним из недостатков известных механизмов является низкая точность остановки кулисы. Во время приближенной остановки исполнительный орган машины имеет некоторое перемещение, которое может отрицательно сказываться на процессе обработки материалов. Для увеличения точности остановки предлагается в зубчато-рычажном механизме с внешним зацеплением зубчатых колес сместить ось вращения кулисы относительно оси вращения водила (рис.1).

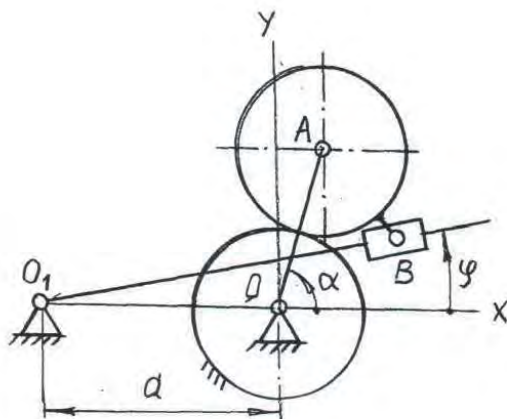


Рисунок 1 – Зубчато-рычажный механизм с внешним зацеплением колес

В работе дана оценка длительности остановки нового механизма, установлено влияние смещения оси кулисы на отклонение кулисы во время квазиостановки, получены аналитические зависимости для углового перемещения, скорости и ускорения и дано сравнение их с соответствующими величинами механизма без смещения оси кулисы.

Координаты точки  $B$  (рис. 1) можно найти из выражений

$$x = 2 \cos \alpha - k \cos 2\alpha + a, \quad y = 2 \sin \alpha - k \sin 2\alpha.$$

Радиус колес принят равным 1, а величина  $k$  есть отношение расстояния  $AB$  к радиусу колес. Угол поворота кулисы  $\varphi$  в зависимости от угла поворота  $\alpha$  водила определяется из выражения

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} = \frac{2 \sin \alpha - k \sin 2\alpha}{2 \cos \alpha - k \cos 2\alpha + a}.$$

Длительность и качество остановки кулисы зависит от величины  $k$ , характеризующей расстояние центра камня от оси сателлита. Чем больше это значение, тем длительнее остановка. Обычно длительность остановки указывается в циклограмме машины периодического действия. Найдем влияние значения  $k$  на длительность остановки, характеризующейся углом поворота  $\alpha_0$  водила за время остановки. Пусть  $\alpha = 90^\circ$ , т.е. остановка длится четверть от длительности цикла. Половина длительности остановки соответствует углу поворота водила за время от пересечения точкой  $B$  оси  $x$  в левом положении до пересечения ее в правом положении. При этом координата  $y$  равна нулю, т.е.  $y = 2 \sin \alpha - k \sin 2\alpha = 0$ .

Подставляя  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ , получаем  $2 \sin \alpha - 2k \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$ ,  $\sin \alpha(1 - k \cos \alpha) = 0$  отсюда  $k = \frac{1}{\cos \alpha}$ . Так как  $\alpha = \frac{\alpha_0}{2} = 45^\circ$ , то  $k = 1,41$ .

Найдем величину  $\varphi_0$  отклонения кулисы от среднего положения за время приближенной остановки. Нижняя точка петли траектории центра камня находится недалеко от точки касания. Поэтому с небольшой погрешностью (меньше  $1^\circ$ ), можно считать, что в этот момент кулиса имеет остановку. Следовательно,  $\dot{y} = 2 \cos \alpha - 2k \cos 2\alpha = 0$ .

Заменяя  $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ , получаем  $\cos \alpha - k \cos^2 \alpha + k \sin^2 \alpha = 0$ .

Подставляя вместо  $\sin^2 \alpha$  значение  $1 - \cos^2 \alpha$ , будем иметь  $\cos^2 \alpha - \frac{1}{2k} \cos \alpha - 0,5 = 0$ . Корнем этого уравнения будет  $\cos \alpha = 0,972$  или  $\alpha = 13,5^\circ$ .

После подстановки  $\alpha$  в формулу угла поворота кулисы при  $a = 1,5$ , находим  $\varphi_0 = 4,5^\circ$ . Для механизма, у которого кулиса вращается вокруг той же оси, что и водило, эта величина равна  $\varphi_0 = 14,2^\circ$ . Таким образом, смещение кулисы на  $a = 1,5$  позволяет уменьшить угол ее отклонения за время остановки более чем в 3 раза. Установлено, что наибольшее влияние значения  $a$  на качество остановки наблюдается при малых величинах  $a$ . При больших значениях  $a$  точность остановки изменяется мало.

Угловая скорость кулисы определяется по формуле  $\omega = \omega_0 \frac{\dot{y}x - \dot{x}y}{x^2 + y^2}$ . Подставляя в эту формулу значения  $x, y, \dot{x}$  и  $\dot{y}$ , после преобразований получим

$$\omega = \omega_0 \frac{A + B \cos \alpha + C \cos 2\alpha}{D + E \cos \alpha + C \cos 2\alpha}, \quad \text{где} \quad A = 4 + 2k^2, \quad B = 2a - 6k, \quad C = -2ak, \\ D = 4 + a^2 + k^2, \quad E = 4\dot{a} - 4k.$$

После дифференцирования по времени выражения угловой скорости получим

$$\varepsilon = \omega_0^2 \frac{P \sin \alpha + M \sin 2\alpha + N \sin \alpha \cdot \cos 2\alpha + E \sin 2\alpha \cdot \cos \alpha}{(D + E \cos \alpha + C \cos 2\alpha)^2}.$$

Здесь  $P = AE - BD$ ,  $M = 2(AC - CD)$ ,  $N = EC - BC$ ,  $F = 2(BC - EC)$ .

Исследованием предложенных аналитических зависимостей и характера изменения углового ускорения кулисы  $\varepsilon$  в зависимости от угла поворота  $\alpha$  водила, установлено, что смещение кулисы не только повышает качество остановки, но и уменьшает угловое ускорение  $\varepsilon$ , а, следовательно, улучшает динамику механизма.

На основании исследований можно сделать следующие выводы.

Смещение оси кулисы позволяет повысить точность остановки выходного звена. Динамические качества механизма со смещенной кулисой лучше, чем у механизма, в котором ось водила и кулисы совпадают.

УДК 677.025.45

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИГЛОПРОКАЛЫВАНИЯ НА ВЯЗАЛЬНО-ПРОШИВНЫХ МАШИНАХ

*И.А. Александрова, А.В. Локтионов, В.Г. Буткевич*

В настоящее время вязально-прошивным способом вырабатывают до 60% всех нетканых полотен. Доля стоимости сырья в общей себестоимости продукции достигает 30-50%. Поэтому задача снижения себестоимости нетканых материалов за счет уменьшения затрат на сырье актуальна. В работе [1] не достаточно рассмотрена задача влияния вложения волокнистых отходов на физико-механические свойства нетканых материалов и исследования технологического процесса формирования нетканых полотен вязально-прошивным способом с вложением значительного количества отходов льняного волокна. Такие материалы представляют собой волокнистый холст, скрепленный петлями нитей.

В работе исследован вопрос подбора прошивочной нити и оптимизации процесса петлеобразования на вязально-прошивочной машине. Эксперименты проводились на оборудовании фабрики нетканых материалов ОАО «Витебские ковры» с нитями и пряжей различного состава и линейной плотности. Установлено, что оптимальной является хлопкополиэфирная нить. Также установлено, что основным фактором, влияющим на натяжение нити, является коэффициент трения нити о петлеобразующие органы.

Для каждого вида переплетения натяжение нити определялось по формуле Эйлера. Исследования показали, что суммарное натяжение нити не должно превышать 15 Сн.