

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ОБЪЕМНОГО БЛОКИРУЮЩЕГО КОНТУРА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ПЛАНЕТАРНОГО МЕХАНИЗМА

Кутина А.А., Мерко А.М.

Научные руководители канд. техн. наук, доцент Колотов А. В.,

канд. техн. наук, доцент Митяев А.Е.

Сибирский федеральный университет

В работах научных руководителей приведены алгоритмы формирования систем координат объемного блокирующего контура (ОБК) при обеспечении показателей качества рядных зубчатых механизмов с тремя цилиндрическими колесами.

Используя изложенные основные положения, научными руководителями совместно с коллективом студентов разработан алгоритм формирования систем координат ОБК для эксцентриковых планетарных зубчатых механизмов с четырьмя цилиндрическими колесами (рис. 1, а). Проиллюстрируем данный процесс подробнее.

Структурную схему механизма указанного вида условно разбивает на две части: первую часть составит зубчатый механизм с цилиндрическими колесами 1, 2 и 3 (рис. 1, б), вторую часть образует зубчатый механизм с цилиндрическими колесами 1, 3 и 4 (рис. 1, в).

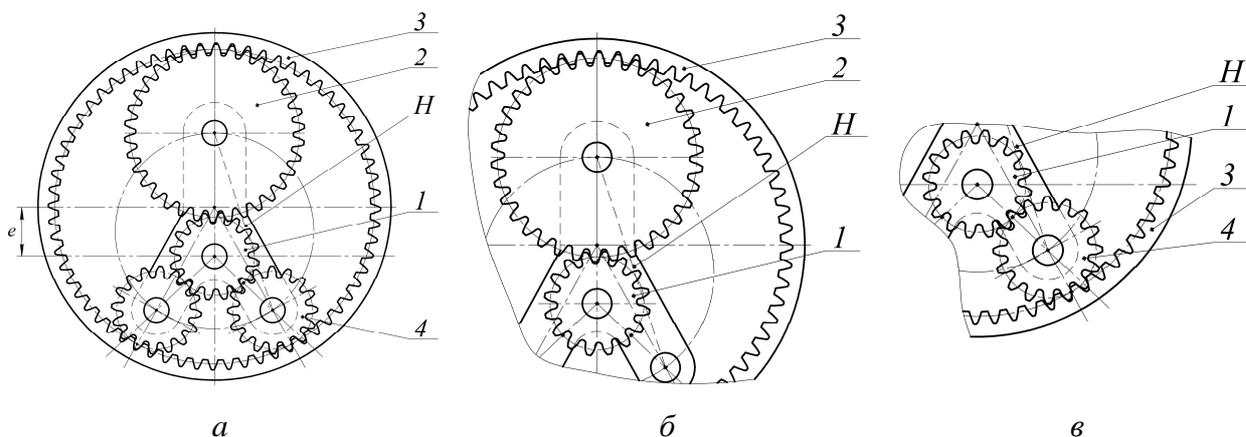


Рисунок 1 – Структурные схемы механизма

1 – центральная шестерня; 2 – большой сателлит; 3 – корона;

4 – малый сателлит; H – водило

Процесс построения систем координат объемного блокирующего контура начинаем с выбора фиксированной точки 0 пространства, соответствующей началу отсчета координат. Через точку 0 проводим три координатные оси x , y и z не лежащие на одной плоскости и пересекающиеся только в этой точке. Проведенные действия позволят в пространстве построить прямолинейную систему координат Σ . Заменяя координатные оси x, y, z соответственно осями X_1, X_2, X_3 , сформируем глобальной системой координат $\Sigma = \{0; X_1; X_2; X_3\}$ для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 2 и 3 (рис. 1, б) и началом отсчета, лежащим в точке 0 (рис. 2, а). Масштабы длин всех трех осей X_1, X_2, X_3 принимает одинаковые, что достигается умножением масштаба каждой оси на соответствующее число, тогда косинусы углов

между положительными направлениями осей X_1, X_2, X_3 соответствующие координатам углов определим по следующим выражениям:

$$\cos \angle(X_1, X_2) = \omega_{12},$$

$$\cos \angle(X_2, X_3) = \omega_{23},$$

$$\cos \angle(X_1, X_3) = \omega_{13}.$$

При построении используем условие, что координаты углов равны $\omega_{12} = \omega_{23} = \omega_{13} = 0$, в этом случае глобальная система координат становится прямоугольной (декартовой), что позволит повысить эффективность последующего анализа объемного блокирующего контура.

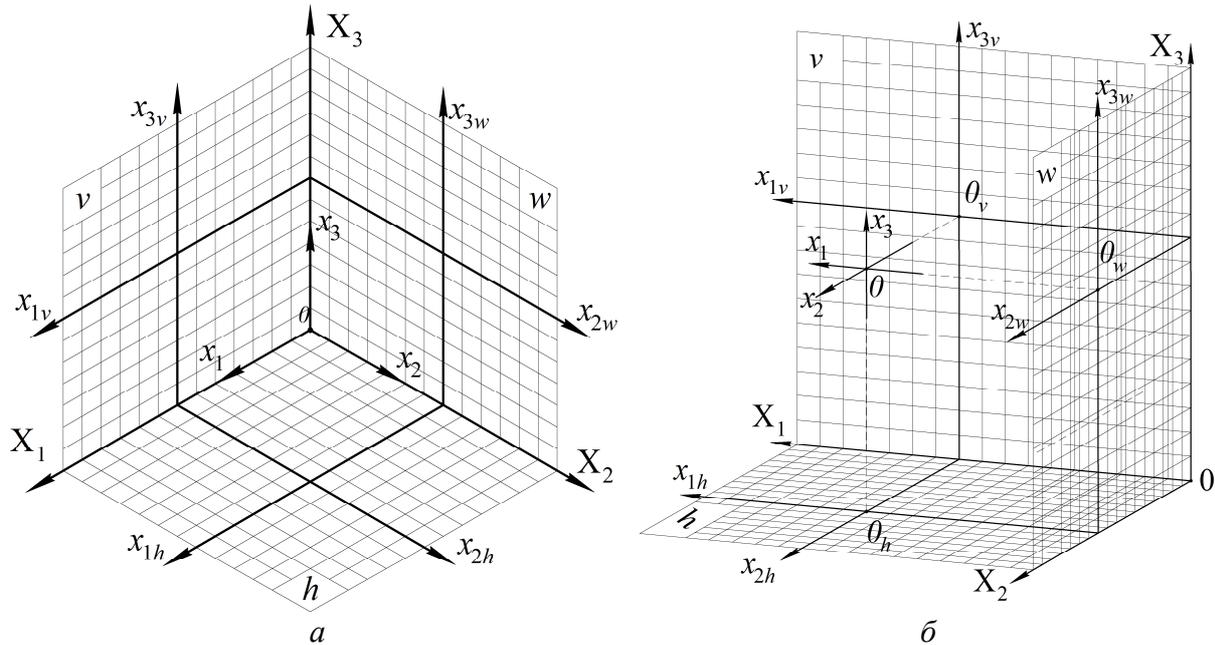


Рисунок 2 – Системы координат объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 2 и 3

Глобальная система координат $\Sigma = \{0; X_1; X_2; X_3\}$ будет содержать три координатные плоскости $h - X_1, 0, X_2$; $w - X_2, 0, X_3$; $v - X_1, 0, X_3$, на каждой из которых располагаются плоские прямоугольные (декартовые) системы координат $h - \Sigma = \{O_h; x_{1h}; x_{2h}\}$, $w - \Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$, $v - \Sigma = \{O_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ (рис. 2, а). Каждая плоская система координат имеет некоторую точку соответствующую началу отсчета координат: $\Sigma = \{O_h; x_{1h}; x_{2h}\} - O_h$; $w - \Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\} - O_w$; $\Sigma = \{O_v; x_{1v}; x_{3v}\} - O_v$. Масштабы длин всех осей координат плоских систем принимаем одинаковые. В этом случае косинусы углов между положительными направлениями пар осей каждой системы соответствующие координатам углов определим по следующим выражениям:

$$\cos \angle(x_{1h}, x_{2h}) = \omega_{12h},$$

$$\cos \angle(x_{2w}, x_{3w}) = \omega_{23w},$$

$$\cos \angle(x_{1v}, x_{3v}) = \omega_{13v}.$$

Плоские системы координат будут являться прямоугольными (декартовыми) при условии: координаты углов равны $\omega_{12h} = \omega_{23w} = \omega_{13v} = 0$.

Проецированием точек O_h, O_v, O_w соответствующих началам отсчета координат плоских систем $\Sigma = \{O_h; x_{1h}; x_{2h}\}$, $\Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$ и $\Sigma = \{O_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ определяем положение точки O , соответствующей началу отсчета собственной системы координат объемного блокирующего контура. Из полученной точки O проводим три оси $x_1; x_2$ и x_3 ,

что позволяет закончить процесс формирования собственной системы координат ОБК $\Sigma=\{0; x_1; x_2; x_3\}$ (рис. 2, б). Полученная система координат, как и все предшествующие системы, является прямоугольной (декартовой) и имеет координатные оси x_1, x_2, x_3 с одинаковыми масштабами. Косинусы углов между положительными направлениями этих осей соответствуют координатам углов, значения которых определим по следующим выражениям

$$\begin{aligned}\cos \angle(x_1, x_2) &= \omega_{12}, \\ \cos \angle(x_2, x_3) &= \omega_{23}, \\ \cos \angle(x_1, x_3) &= \omega_{13}.\end{aligned}$$

Собственная система координат будет также прямоугольной (декартовой) при условии: координаты углов равны $\omega_{12} = \omega_{23} = \omega_{13} = 0$.

Формирование объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 4 и 3 (рис. 1, б) осуществляется в собственной системе координат $\Sigma=\{0; x_1; x_4; x_3\}$ путем проецирования кривых показателей качества плоских блокирующих контуров, построенных на плоских системах координат $\Sigma=\{0_h; x_{1h}; x_{4h}'\}$, $\Sigma=\{0_w; x_{4w}; x_{3w}'\}$ и $\Sigma=\{0_v; x_{1v}; x_{3v}'\}$ и расположенных на координатных плоскостях $h - \Sigma=\{0_h; x_{1h}; x_{4h}'\}$, $w - \Sigma=\{0_w; x_{4w}; x_{3w}'\}$, $v - \Sigma=\{0_v; x_{1v}; x_{3v}'\}$ глобальной системы координат.

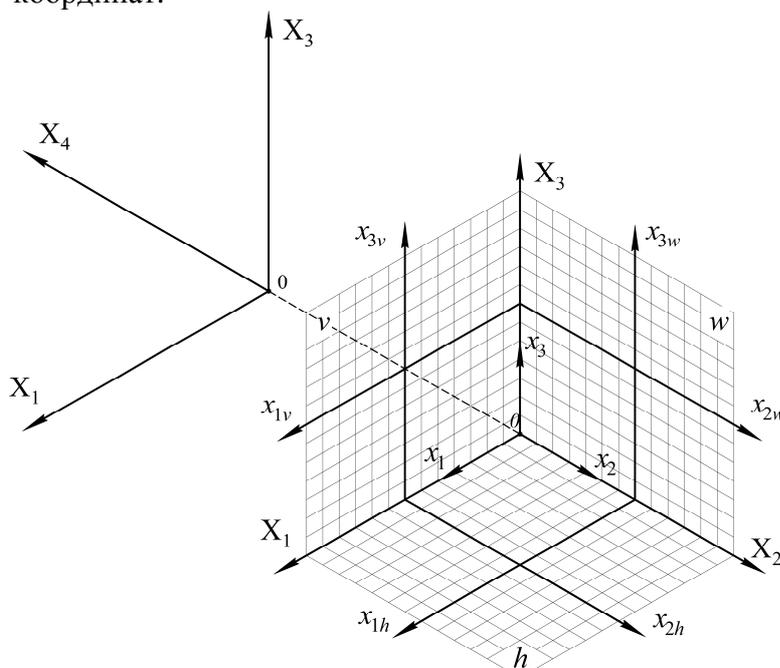


Рисунок 3 – Схема взаимосвязи систем координат объемных блокирующих контуров для зубчатых механизмов с цилиндрическими колесами 1, 2, 3 и 1, 4, 3

Для построения систем координат объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 2, 3 и 4 (рис. 1, в) проведем через ось X_1 глобальной системы координат $\Sigma=\{0; X_1; X_4; X_3\}$ некоторую прямую. Совместим с данной прямой ось X_4 на которой выбираем новую фиксированную точку 0 пространства, соответствующую началу отсчета координат. Через точку 0 проводим две координатные оси y, z , не лежащих на одной плоскости и пересекающиеся только в этой точке (рис. 3).

Заменив координатные оси y, z , соответственно осями X_1, X_3 , сформируем глобальной систему координат $\Sigma=\{0; X_1; X_4; X_3\}$ для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 3 и 4 (рис. 1, в) и началом отсчета, лежащим в точке 0 (рис. 4, а). Повторяя все описанные выше действия, осуществляем формирование собственной системы координат ОБК $\Sigma=\{0; x_1; x_4; x_3\}$. Полученная система координат, также будет прямоугольной (декартовой) и иметь координатные оси x_1, x_4, x_3 с одинаковыми масштабами (рис. 4, б).

Формирование объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 3 и 4 (рис. 1, в) осуществляется в собственной системе координат $\Sigma = \{0; x_1; x_4; x_3\}$ путем проецирования кривых показателей качества плоских блокирующих контуров, построенных на плоских системах координат $\Sigma = \{0_h; x_{1h}; x_{4h}\}$, $\Sigma = \{0_w; x_{4w}; x_{3w}\}$ и $\Sigma = \{0_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ и расположенных на координатных плоскостях $h' - \Sigma = \{0_h; x_{4h}; x_{1h}\}$, $w' - \Sigma = \{0_w; x_{4w}; x_{3w}\}$, $v - \Sigma = \{0_v; x_{1v}; x_{4v}\}$ глобальной системы координат.

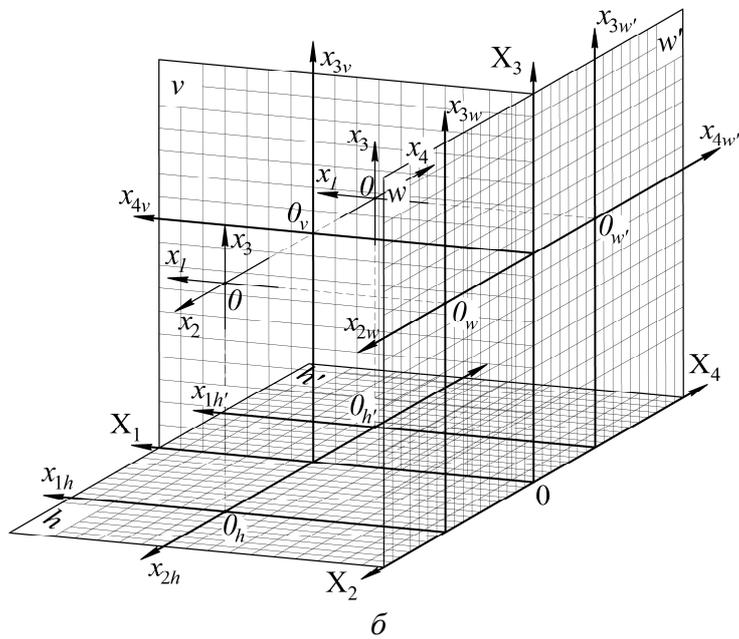
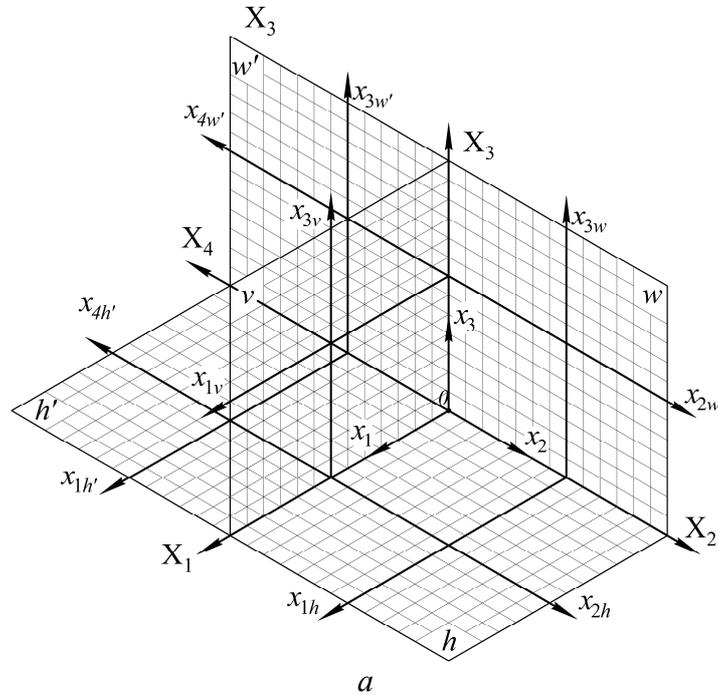


Рисунок 4 – Системы координат объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 2, 3 и 4

В результате описанных действий получим сформированные системы координат необходимые для построения объемного блокирующего контура, позволяющего решить задачу обеспечения показателей качества эксцентриковых планетарных зубчатых механизмов с четырьмя цилиндрическими колесами (см. рис. 1, а).