

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ КООРДИНАТ ОБК ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЯДНЫХ ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ С ЧЕТЫРЬМЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КОЛЕСАМИ

Торопов И. Д., Воробьева Е. Я.

Научные руководители – доцент Мерко М. А., доцент Колотов А. В.

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 рядных 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 2, 3 и 4 (рис. 1, в).

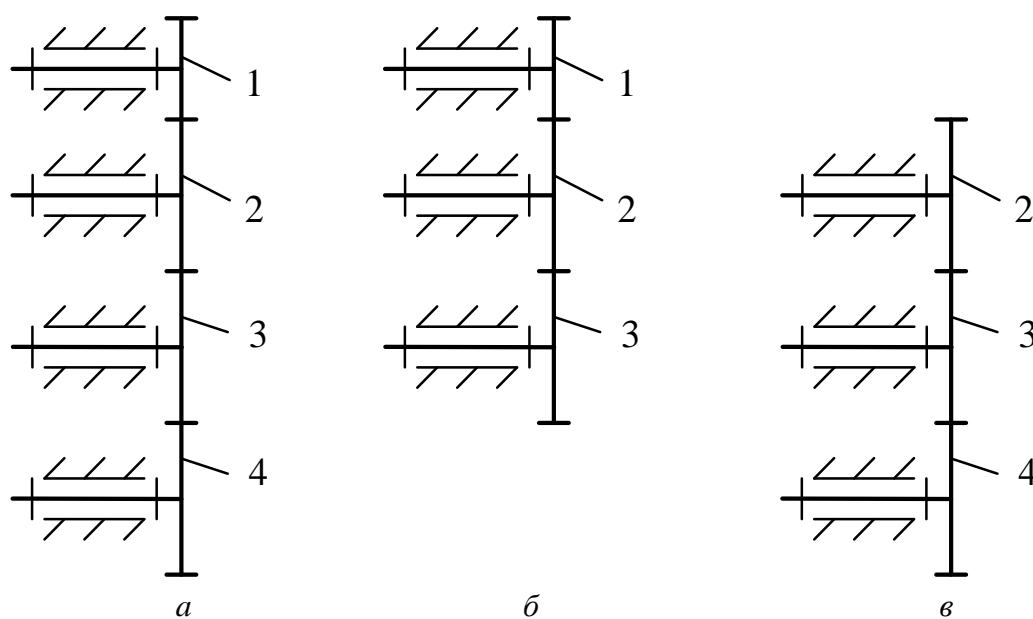


Рисунок 1 – Структурные схемы механизма

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, z , не лежащих на одной плоскости и пересекающиеся только в этой точке. Проведенные действия позволят в пространстве построить прямолинейную систему координат Σ . Заменяв координатные оси x, y, z соответственно осями X_1, X_2, X_3 , сформируем глобальную систему 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.

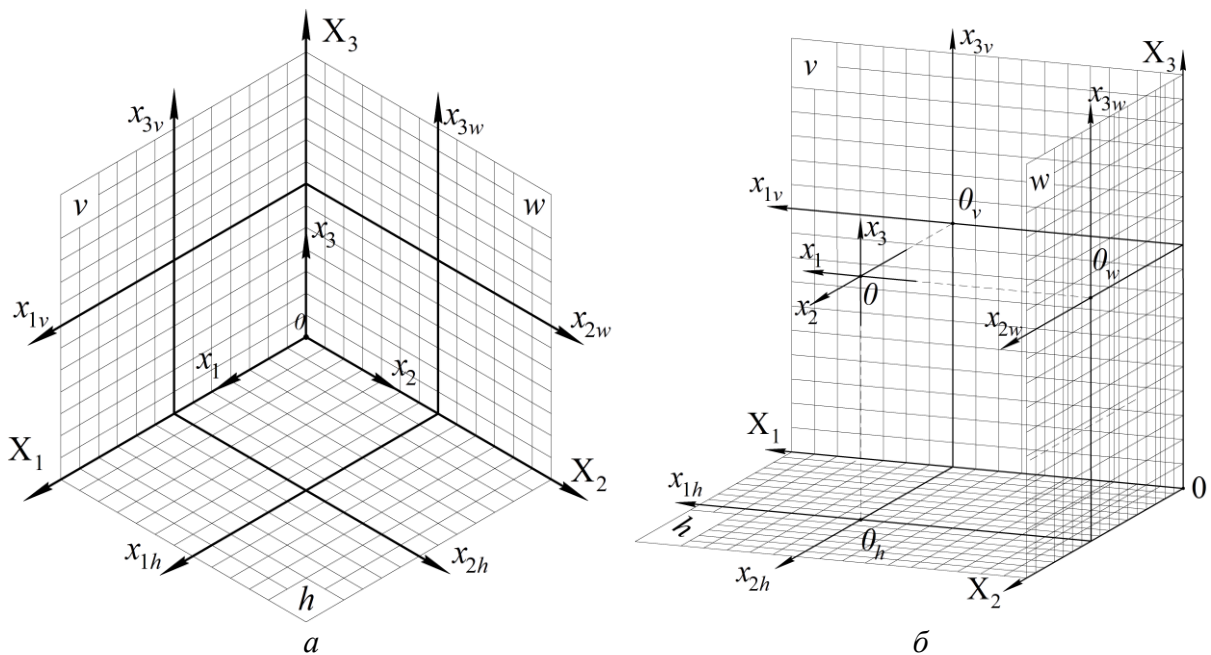


Рисунок 2 – Системы координат объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 1, 2 и 3

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 начал 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 $\Sigma = \{O; x_1; x_2; x_3\}$ (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

$$\cos \angle(x_1, x_2) = \omega_{12},$$

$$\cos \angle(x_2, x_3) = \omega_{23},$$

$$\cos \angle(x_1, x_3) = \omega_{13}.$$

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, 2 и 3 (рис. 1, б) осуществляется в собственной системе координат $\Sigma = \{O; x_1; x_2; x_3\}$ путем проецирования кривых показателей качества плоских блокирующих контуров, построенных на плоских системах координат $\Sigma = \{O_h; x_{1h}; x_{2h}\}$, $\Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$ и $\Sigma = \{O_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ и расположенных на координатных плоскостях $h - \Sigma = \{O_h; x_{1h}; x_{2h}\}$, $w - \Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$, $v - \Sigma = \{O_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ глобальной системы координат.

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 $\Sigma = \{O; X_1; X_2; X_3\}$ некоторую прямую. Совместим с данной прямой ось X_4 на которой выбираем новую фиксированную точку O пространства, соответствующую началу отсчета координат. Через точку O проводим две координатные оси y, z , не лежащих на одной плоскости и пересекающиеся только в этой точке (рис. 3).

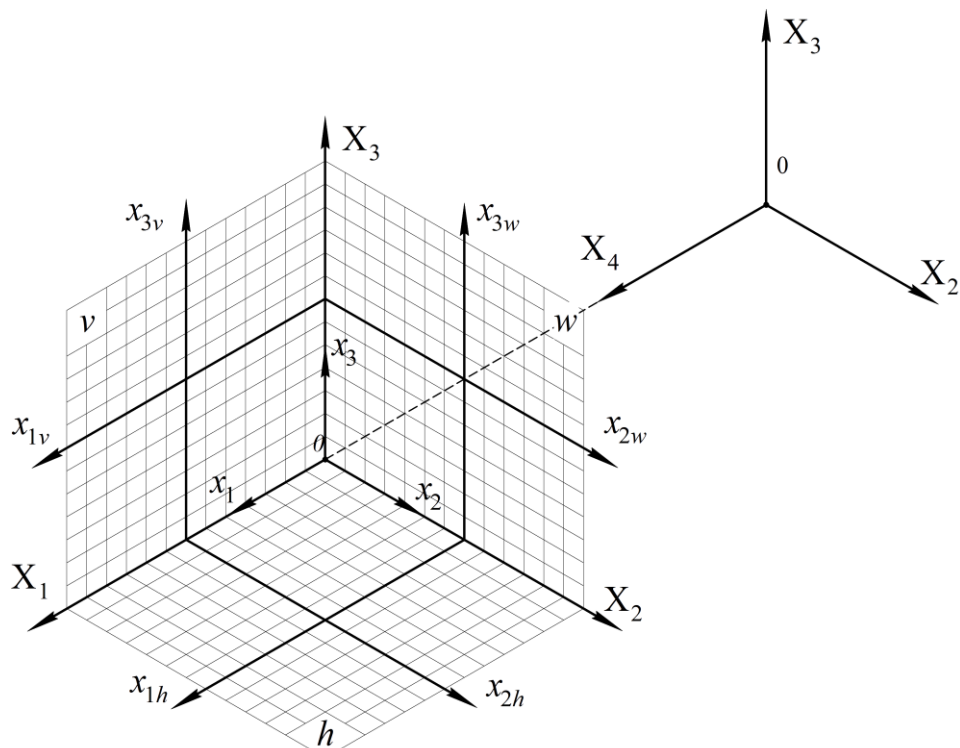


Рисунок 3 – Схема взаимосвязи систем координат объемных блокирующих контуров для зубчатых механизмов с цилиндрическими колесами 1, 2, 3 и 2, 3, 4

Заменив координатные оси y, z , соответственно осями X_2, X_3 , сформируем глобальной систему координат $\Sigma = \{0; X_4; X_2; X_3\}$ для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 2, 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 $\Sigma = \{0; x_4; x_2; x_3\}$. Полученная система координат, также будет прямоугольной (декартовой) и иметь координатные оси x_4, x_2, x_3 с одинаковыми масштабами (рис. 4, б).

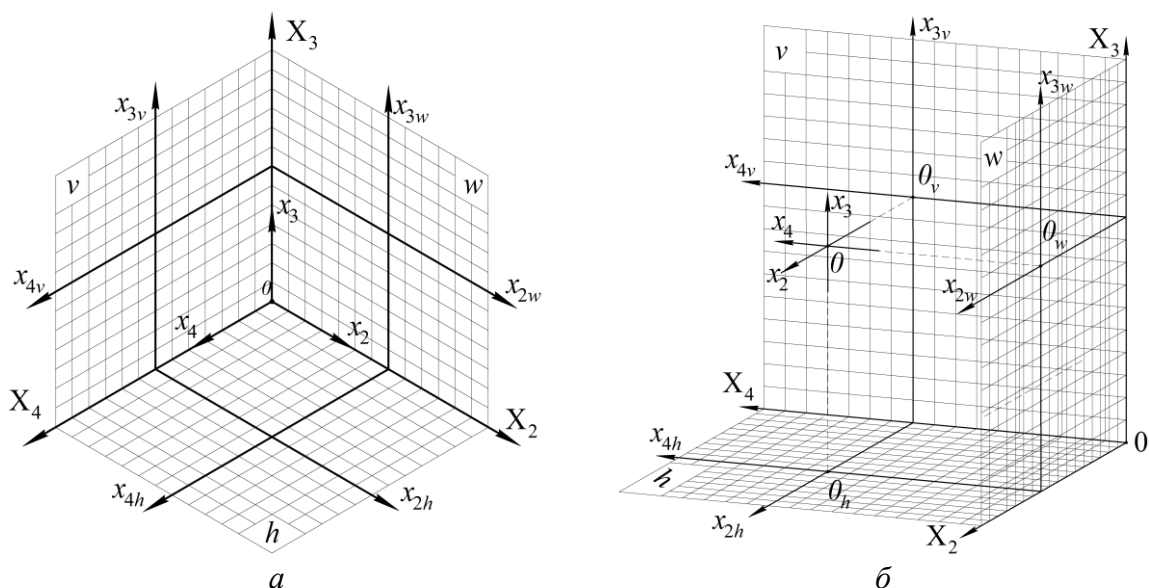


Рисунок 4 – Системы координат объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 2, 3 и 4

Формирование объемного блокирующего контура для зубчатого механизма с цилиндрическими колесами 2, 3 и 4 (рис. 1, в) осуществляется в собственной системе координат $\Sigma = \{0; x_4; x_2; x_3\}$ путем проецирования кривых показателей качества плоских

блокирующих контуров, построенных на плоских системах координат $\Sigma = \{O_h; x_{4h}; x_{2h}\}$, $\Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$ и $\Sigma = \{O_v; x_{4v}; x_{3v}\}$ и расположенных на координатных плоскостях $h - \Sigma = \{O_h; x_{4h}; x_{2h}\}$, $w - \Sigma = \{O_w; x_{2w}; x_{3w}\}$, $v - \Sigma = \{O_v; x_{4v}; x_{3v}\}$ глобальной системы координат.

В результате описанных действий получим сформированные системы координат необходимые для построения объемного блокирующего контура, позволяющего решить задачу обеспечения показателей качества рядного зубчатого механизма с четырьмя цилиндрическими колесами, структурная схема которого представлена на рис. 1, *a*.