

ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОБЪЕМНОГО БЛОКИРУЮЩЕГО КОНТУРА

Кутина А.А., Титков И.А.,

научные руководители канд. техн. наук, доцент Колотов А.В., канд. техн. наук,
доцент Митяев А.Е.

Сибирский федеральный университет

Основными критериями работоспособности любых зубчатых передач являются параметры прочности и долговечности, которые напрямую зависят от геометрии зубчатого зацепления. Конечно же, вопросы повышения изгибной и контактной прочности не ограничиваются только геометрической составляющей комплексного расчета зубчатой передачи, они также учитывают материал зубчатой пары и его термообработку, вследствие того что, геометрический расчет и расчет на прочность являются взаимосвязанными.

В современных методиках расчетов, для получения более выгодной величины коэффициента прочности Y_F учитывающего форму зуба, можно рекомендовать выбор значений x_1 и x_2 в зоне, примыкающей к линии выравненных удельных скольжений $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p2}$, удаляясь вдоль этой линии в направлении положительных значений коэффициентов смещения. Изгибная прочность возрастает с увеличением коэффициентов смещения x благодаря увеличению толщины зуба – s . Согласно той же методике расчета исходят из формулы, согласно которой контактная прочность передачи растет пропорционально отношению $\sin 2\alpha_w / \sin 2\alpha$. Следовательно, увеличение угла зацепления передачи – α_w является, бесспорно, обоснованным и необходимым условием в случае проектирования силовых приводов.

Метод объемного блокирующего контура (ОБК) позволяет обеспечить требуемые значения показателей качества рядных цилиндрических передач с тремя и более колесами на стадиях проектирования и расчета.

В данной работе развивается метод создания и использования ОБК с целью обеспечения ряда показателей качества для рядных цилиндрических передач, таких как коэффициент торцового перекрытия ε_a , толщина зубьев s_a на окружностях вершин, минимальных подрезов зубьев и обеспечение минимизации скоростей удельных скольжений в зацеплениях.

Покажем применимость метода ОБК на следующем примере. Пусть требуется определить область совместного выбора коэффициентов смещения для рядной цилиндрической зубчатой передачи (рис.1) с числами зубьев колес $z_1 = 16$, $z_2 = 40$ и $z_3 = 62$ исходя из следующих условий:

- структура материала всех зубчатых колес неоднородна (применяется поверхностное термохимическое упрочнение);
- угол зацепления – α_w во всех зубчатых парах должен быть наибольший;
- скорости удельных скольжений $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p2}$, $\mathcal{G}_{p2} = \mathcal{G}_{p3}$ и $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p3}$ наименьшие, и относительно выровненные между собой по абсолютной величине;
- подрез зубьев недопустим, межосевое расстояние выбирается свободно.

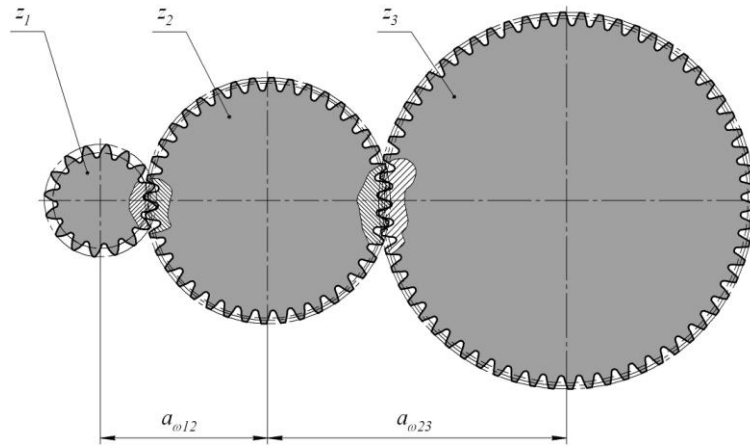


Рисунок 1 – Схема рядного механизма со связанными колесами

Для построения объемного блокирующего контура при заданных условиях необходимо на координатных плоскостях h , v , w соответствующих коэффициентам относительного смещения x_1h x_2h , x_2w x_3w и x_1v x_3v выполнить формирование плоских блокирующих контуров для пар зацеплений зубчатых колес z_1z_2 , z_2z_3 и z_1z_3 (рис.2).

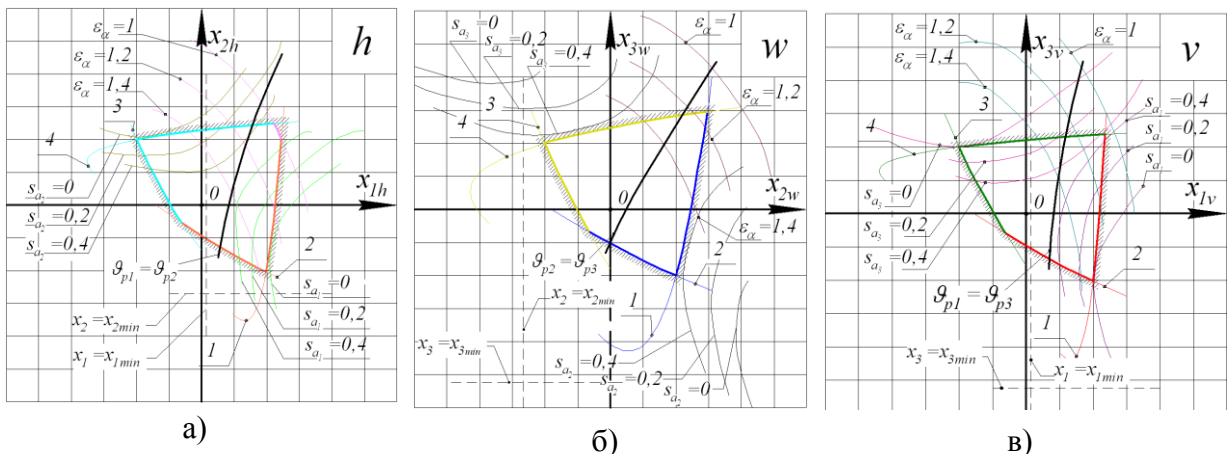


Рисунок 2 – Плоские блокирующие контуры для пар зацеплений зубчатых колес:
 а) – z_1z_2 ; б) – z_2z_3 ; в) – z_1z_3

Полученные плоские блокирующие контуры размещаем на координатных плоскостях глобальной системы координат $X_1X_2X_3$ объемного блокирующего контура. Выполняя совместное проецирование соответствующих кривых координатных плоскостей, получим объемный блокирующий контур в глобальной системе координат (рис. 3, а).

Далее на плоские контура накладываем линии скоростей удельного скольжения. Осуществив взаимное проецирование поверхностей скоростей удельных скольжений $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p2}$, $\mathcal{G}_{p2} = \mathcal{G}_{p3}$ и $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p3}$ в глобальной системе координат, получаем область объемного блокирующего контура, удовлетворяющую заданным условиям (рис. 3, б).

Анализ объемного блокирующего контура (рис. 4) показывает, что поверхности скоростей удельных скольжений $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p2}$, $\mathcal{G}_{p2} = \mathcal{G}_{p3}$ и $\mathcal{G}_{p1} = \mathcal{G}_{p3}$ в глобальной системе координат $X_1X_2X_3$ могут и не иметь точки пересечения (рис. 4, б), что свидетельствует об отсутствии однозначного решения данной задачи.

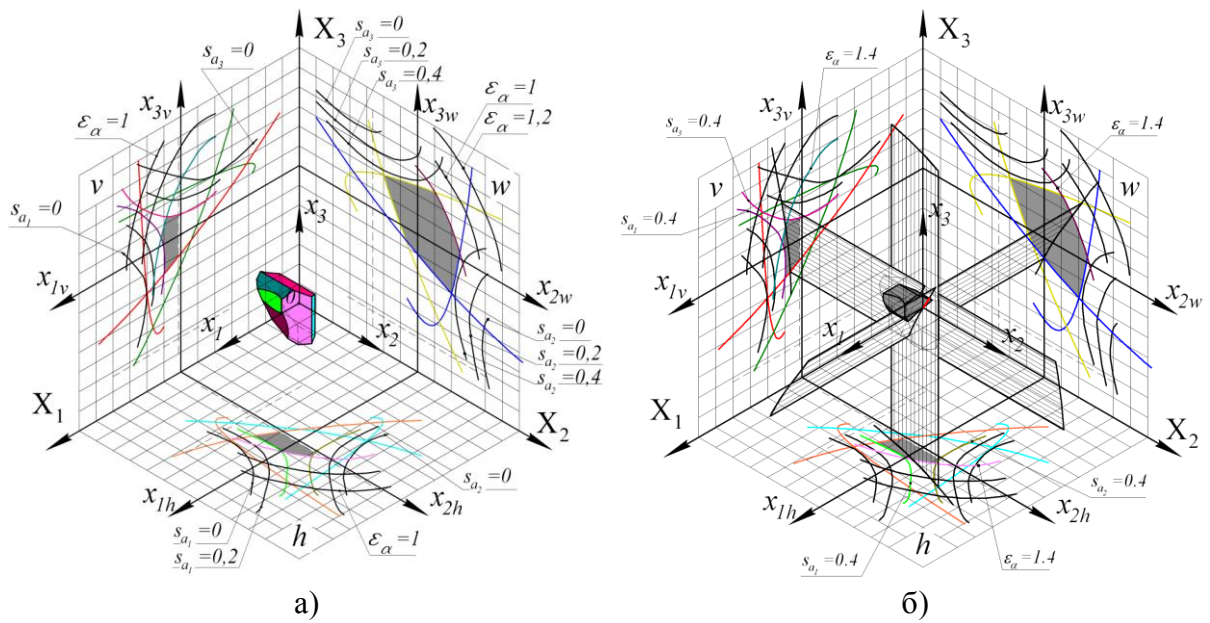


Рисунок 3 – Объемный блокирующий контур ограниченный изолиниями показателей качества зацепления

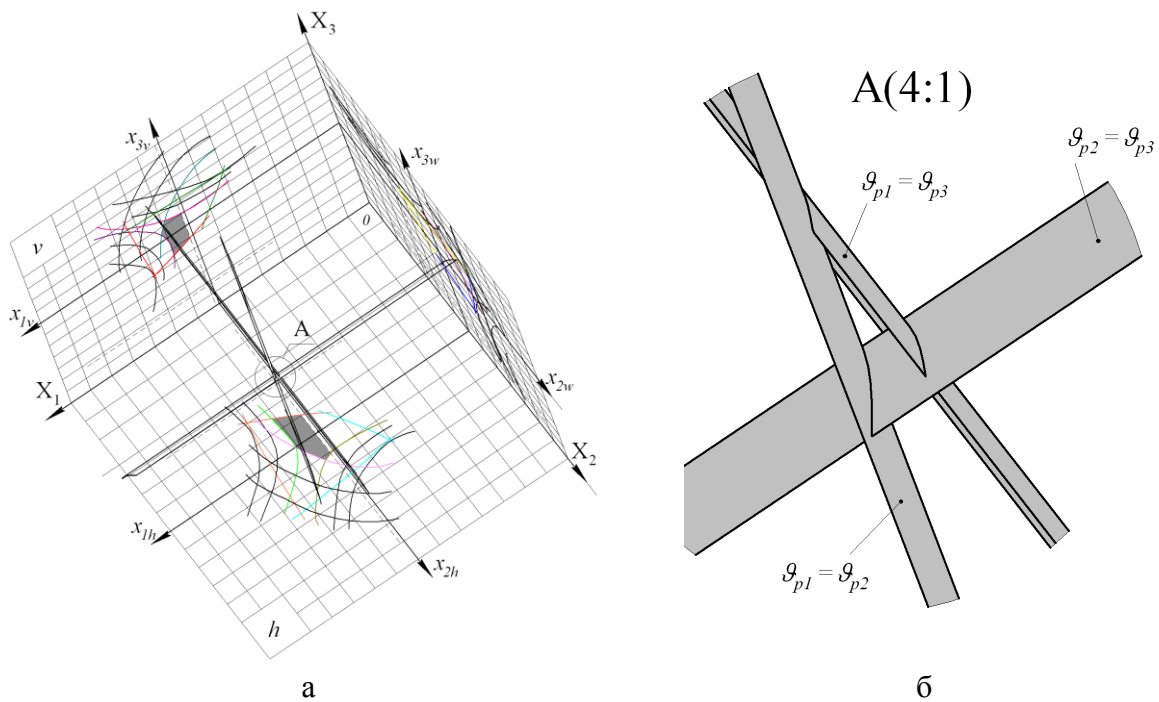


Рисунок 4 – Пересечение поверхностей, характеризующих скорости удельных скольжений в зацеплениях, внутри ОБК

В результате получено дальнейшее развитие метода объемного блокирующего контура посредством построения области совместного выбора коэффициентов относительного смещения при определении наименьшей скорости удельных скольжений во всех зацеплениях. Любая точка, взятая в этой области и лежащая на пересечении поверхностей $g_{p1} = g_{p2}$ и $g_{p2} = g_{p3}$, гарантирует обеспечение требуемых величин показателей качества зацепления: $s_a \geq 0.4m$, $\epsilon_\alpha \geq 1.4$, $x_1 \geq x_{1\min}$. Особо отметим, что все значения коэффициентов относительного смещения положительные, а угол α_{vw} во всех зацеплениях наибольший исходя из заданных условий.