

УДК 621.833.6

М. Н. Каракулов, доктор технических наук, доцент, Воткинский филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
А. С. Мельников, Воткинский филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Е. Е. Ермолаева, студентка, Воткинский филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЭВОЛЬВЕНТНОГО ПЛУНЖЕРНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Выбор коэффициентов смещения для эвольвентной передачи является сложной задачей. Результат решения этой задачи в значительной мере влияет на качественные показатели проектируемого зацепления. Поэтому перед тем как назначить коэффициенты смещения, проектировщик должен произвести ряд вспомогательных операций, направленных на выявление тех показателей качества передачи, от которых в заданных условиях работы зависит ее привлекательность для потребителя. В зависимости от условий работы на первое место могут выходить уровень шума, создаваемый передачей, ее нагрузочная способность, ресурс и т. д.

Предварительное назначение коэффициентов смещения можно проводить по хорошо зарекомендовавшей себя методике назначения их в волновых передачах с гибкими колесами [1] с внесением в нее ряда изменений, связанных с особенностями конструкции плунжерной передачи.

К числу исходных данных, необходимых для решения этой задачи, относятся: α – угол исходного контура инструмента; m – модуль зацепления; Z_{II} – количество плунжеров; K – кратность передачи и эксцентриситет e_0 .

Главным условием получения коэффициентов смещения является получение зацепления с низким уровнем несопряженности его элементов. Эта задача может решаться получением профиля зуба колеса, который был бы эквидистантен траектории движения точек рабочего профиля плунжера в неподвижных осях колеса. Добиться полного соответствия траектории и профиля зуба колеса практически невозможно. Поэтому следует ввести понятие среднего значения угла зацепления α_{cp} на активном участке.

Таким углом будем считать угол между осью симметрии зуба колеса и его боковой поверхностью при количестве зубьев, равном бесконечности (рис. 1).

Без учета деформаций и погрешностей сборки среднее значение угла зацепления можно определить из зависимости [2]

$$\alpha_{cp} = 0,5(\alpha_y(\varphi_{ia}) + \alpha_y(0)), \quad (1)$$

где $\alpha_y(\varphi_{ia})$, $\alpha_y(0)$ – угол зацепления передачи, соответствующий моменту выхода плунжера из зацепления и моменту его нахождения в крайней верхней точке. Текущее значение угла зацепления можно определить следующим образом. Угол между каса-

тельной к траектории движения точек плунжера и перпендикуляром к оси симметрии зуба колеса определяется из выражения

$$\cos v_y(\varphi) = \frac{dy_p(\varphi)/d\varphi}{\sqrt{(dy_p(\varphi)/d\varphi)^2 + (dx_p(\varphi)/d\varphi)^2}}, \quad (2)$$

где $y_p(\varphi)$ и $x_p(\varphi)$ – закон движения точек плунжера в неподвижных осях колеса, заданный параметрическим способом.

Тогда угол $\alpha_y(\varphi)$ можно определить из выражения

$$\alpha_y(\varphi) = 0,5\pi - \arccos v_y(\varphi). \quad (3)$$

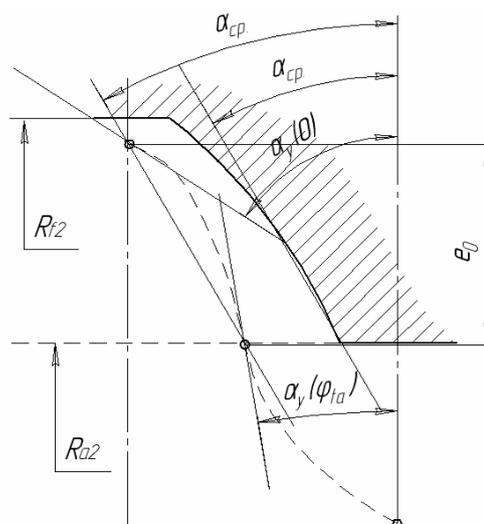


Рис. 1. Определение среднего значения угла зацепления плунжерной передачи

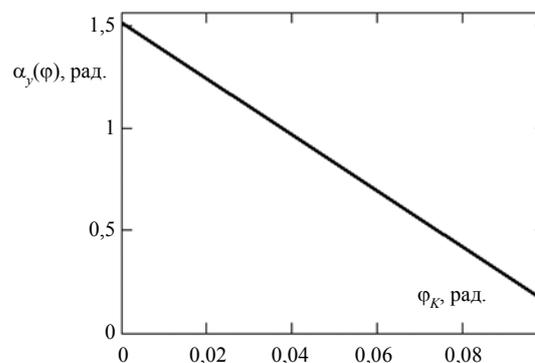


Рис. 2. Значение угла зацепления для ПВР-1

Например, при использовании в передаче гибкого элемента (ПВР-1) закон движения точек плунжера можно описать уравнениями

$$\begin{cases} x_p(\varphi) = r(\varphi) \cos \varphi_K, \\ y_p(\varphi) = r(\varphi) \sin \varphi_K, \end{cases} \quad (4)$$

где $\varphi_K = (0,5\pi - \varphi)/i_{3K}^C$ – угол, на который поворачивается зубчатое колесо за время контакта с плунжером; $r(\varphi) = e_0 \cos 2\varphi$ – закон движения точек плунжера в неподвижных осях зубчатого колеса.

Результат решения (2) для ПВР-1 представлен на рис. 2. Решение (1) дает $\alpha_{cp} = 0,647$ рад. = $37,07^\circ$.

Коэффициенты смещения инструмента при изготовлении плунжеров определяются из выражения [3]

$$x_1 = 0,5Z_{\Pi K}K(\cos \alpha / \cos \alpha_{cp} - 1), \quad (5)$$

а при изготовлении колеса – из зависимости

$$x_2 = x_1 - (k_2 m - e_0) / k_2 m. \quad (6)$$

Например, решение (5) и (6) для ПВР-1 с $k_2 = 2$, $e_0 = 7,0$ мм и $Z_{\Pi K} = 54$ дает $x_1 = 2,3$; $x_2 = 2,18$.

Библиографические ссылки

1. Иванов М. Н. Волновые зубчатые передачи. – М. : Высш. шк., 1981. – 192 с.
2. Там же.
3. Там же.

Получено 19.11.2014

УДК 621.73.01

И. Б. Покрас, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Э. Р. Ахмедзянов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

АДАПТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ, РАЗРАБОТАННЫХ В САПР, К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Наиболее важной предварительной задачей, решаемой при моделировании физических процессов методами конечных и граничных элементов, является дискретизация области моделирования – представление ее совокупностью геометрических симплексов. Для реализации метода граничных элементов (МГЭ) в пространственном случае необходимо разбить внешнюю поверхность области на треугольники или элементы другой формы таким образом, чтобы полученная дискретизация наилучшим образом соответствовала специфике решаемой задачи. Необходимость дискретизации поверхности трехмерного объекта возникает и при моделировании методом конечных элементов (МКЭ) в ходе пространственной триангуляции с использованием методов исчерпывания. В задачах моделирования пластического формоизменения дискретизации поверхности может применяться как к заготовке на разных этапах деформации, так и к штамповочному инструменту.

Источником пространственной геометрии, как правило, выступают широко распространенные системы автоматизированного проектирования (AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D и др.), экспортирующие ее напрямую в прикладные библиотеки или в файлы распространенных форматов, например, в формат STL (STereo Litography). Качество полу-

чаемой таким путем поверхностной триангуляции не соответствует требованиям имитационного моделирования, так как она ориентирована только на визуализацию и содержит большое количество узких или достаточно крупных треугольников, что видно по модели поковки на рис. 1. Для стабильности расчетов форма элементов должна стремиться к правильной (равносторонний треугольник), а размеры должны быть относительно небольшими и согласовываться с заданным пользователем шагом триангуляции h (средняя длина ребра элемента сетки – длина стороны треугольника).

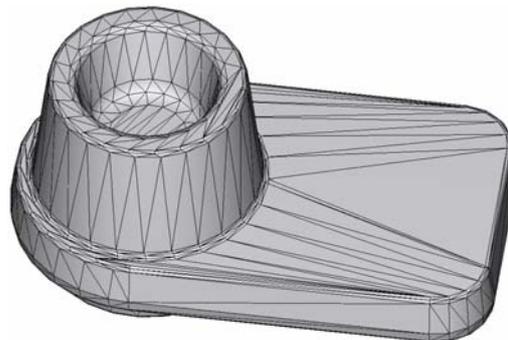


Рис. 1. Поверхностная триангуляция, импортированная из КОМПАС-3D