

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИКЛОИДАЛЬНО-ГО РЕДУКТОРА В ПРОГРАММЕ «КОМПАС 3D»**Пудовочкин Илья Алексеевич**

магистрант, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., РФ, г. Саратов

Самойлова Елена Михайловна

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры ТММ, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., РФ, г. Саратов

Циклоидальный редуктор обладает рядом преимуществ по сравнению с классическими зубчатыми передачами: Компактные размеры при больших передаточных отношениях, высокая нагрузочная способность, поскольку в каждый момент времени в зацеплении находится больше половины выступов рабочего колеса, практически полное отсутствие люфтов при условии достаточной точности изготовления, относительная простота конструкции.

Для начала необходимо определиться с параметрами редуктора. В данной работе будет разработан редуктор для шагового двигателя Nema 17, передаточное отношение – 36 к 1, то есть за 36 оборотов вала двигателя выходной вал редуктора сделает 1 оборот.

Построение 3D модели будет производиться в программе Компас3D. Запишем начальные данные:

$N = 37$ (Количество цевок, оно должно быть на единицу больше количества выступов рабочего колеса).

$n = 36$ (количество выступов рабочего колеса).

$d = 2,5$ мм (диаметр цевки).

Приступим к расчетам. Исходя из выбранного диаметра цевки, нужно рассчитать диаметр коронного кольца, на котором и будут расположены цевки. Рассчитывается он по формуле:

$$D = \frac{4Nd}{2\pi} = 58.8873 \text{ мм.} \quad (1.1)$$

Далее рассчитываем эксцентриситет, это смещение оси вращения вала двигателя относительно оси вращения рабочего колеса. Формула для расчета выглядит следующим образом:

$$e = \frac{d}{4} = 0.625 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Чтобы получить профиль рабочего колеса, необходимо сначала построить эпициклоиду, это кривая, по которой движется точка, находящаяся на базовой окружности, если эту базовую окружность обкатывать по вспомогательной окружности.

Найдем диаметры вспомогательной и базовой окружностей:

$$D_{\text{вс}} = \frac{nD}{N} = 57.2958\text{мм} \quad (3.1)$$

$$D_{\text{б}} = D - D_{\text{вс}} = 1.5915\text{мм} \quad (3.2)$$

Нужно составить параметрическое уравнение эпициклоиды, оно выглядит следующим образом:

$$x = (R_{\text{вс}} + R_{\text{б}}) * \cos(t) - e * \cos\left(\frac{R_{\text{вс}} + R_{\text{б}}}{R_{\text{б}} * t}\right); 0 < t < 2\pi \quad (4.1)$$

$$y = (R_{\text{вс}} + R_{\text{б}}) * \sin(t) - e * \sin\left(\frac{R_{\text{вс}} + R_{\text{б}}}{R_{\text{б}} * t}\right); 0 < t < 2\pi \quad (4.2)$$

Теперь открываем раздел «Каркас и поверхности» в программе Компас3D, находим инструмент «Кривая по закону» и в появившемся окне в качестве законов для осей X и Y указываем получившиеся параметрические уравнения. В результате проделанных операций получаем кривую в трехмерном пространстве (рис. 1). Для дальнейшей работы ее нужно спроецировать на плоскость.

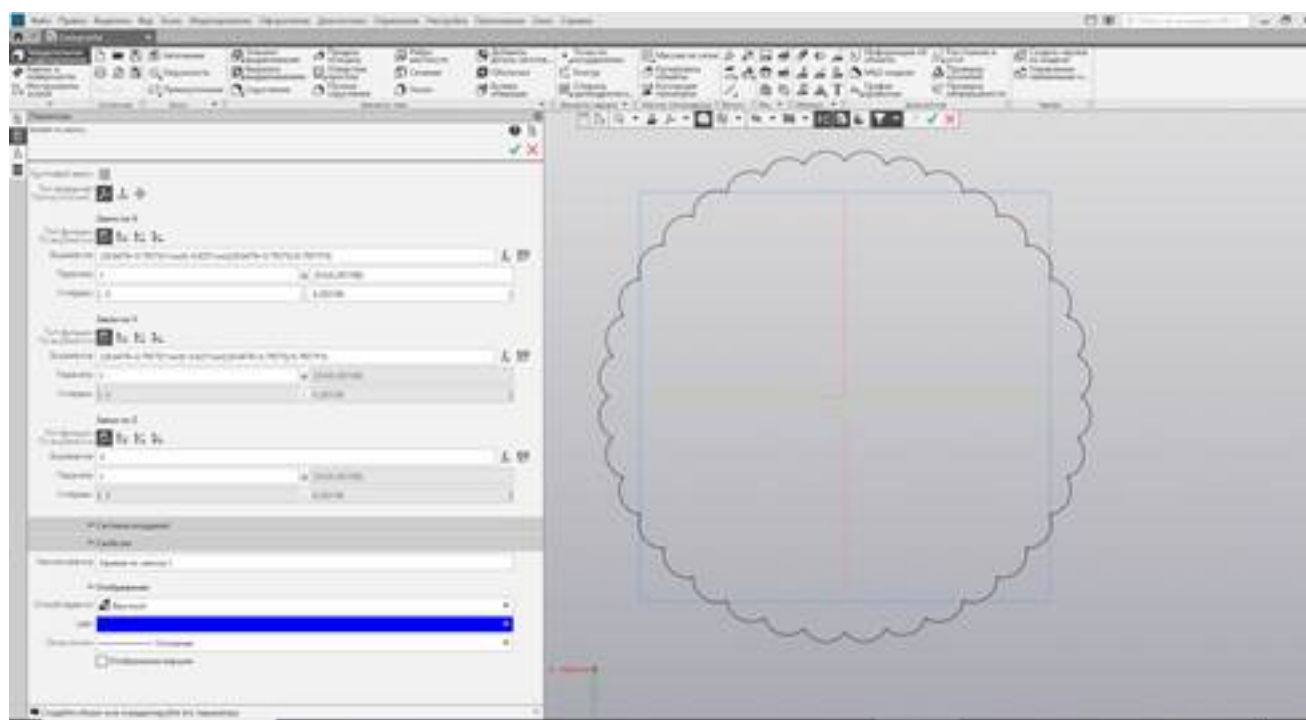


Рисунок 1. Построение эпициклоиды в Компас3D

Затем строим эквидистанту получившейся кривой с отступом внутрь на половину диаметра цевки.

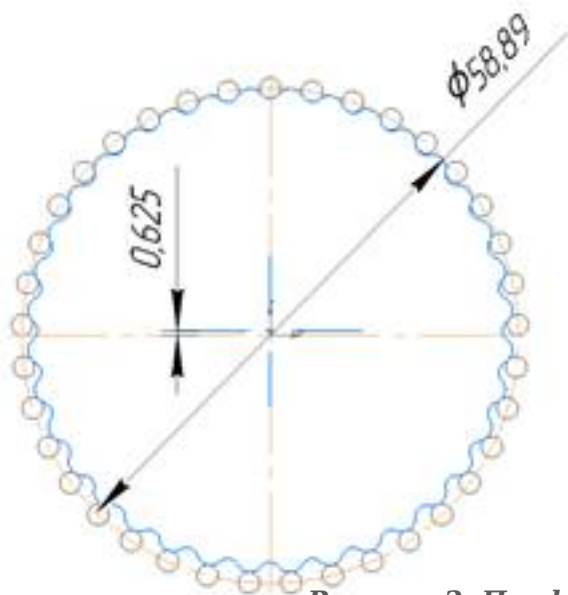


Рисунок 2. Профиль рабочего колеса и цевок

Когда профиль рабочего колеса готов, нужно вытянуть его на нужную высоту, в данном случае 12 мм, добавить посадочное отверстие под подшипники 10*22*6 мм и сделать 8 отверстий на расстоянии 40 мм от оси вращения колеса для передачи вращения на выходной вал. Получившееся рабочее колесо представлено на рисунке 2.



Рисунок 3. Рабочее колесо циклоидального редуктора

Вращение будет передаваться через муфту с подшипниками 3*8*4 мм, диаметр отверстий в рабочем колесе должен быть больше наружного диаметра подшипников на величину $2e$, то есть 9,25 мм. Подшипниковая муфта представлена на рисунке 3.

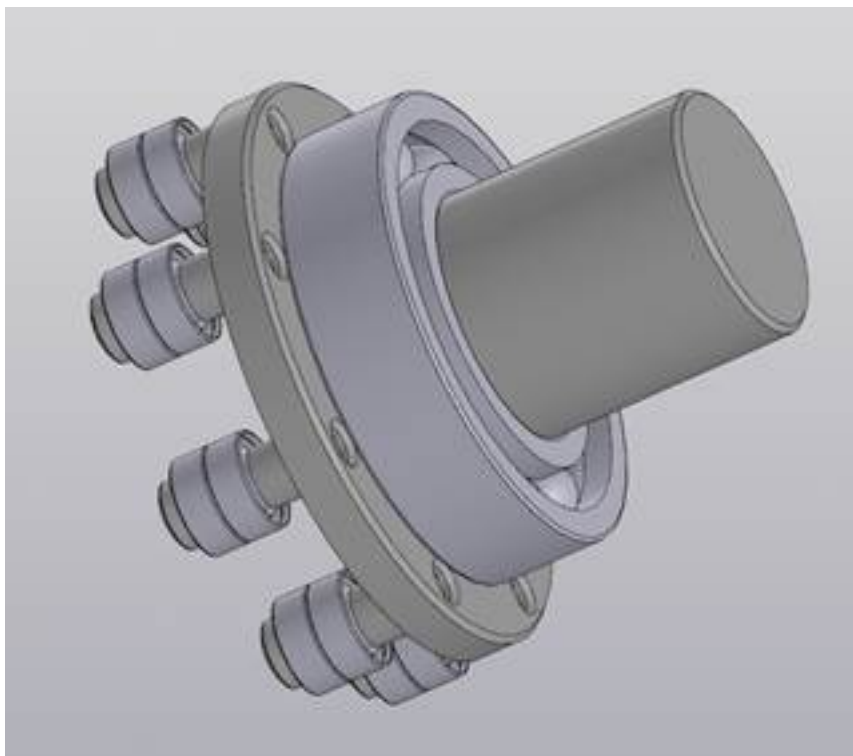


Рисунок 4. Подшипниковая муфта

Далее моделируем эксцентрик (рис. 4), который будет установлен на вал двигателя, эксцентриситет соответственно равняется рассчитанному ранее значению e .

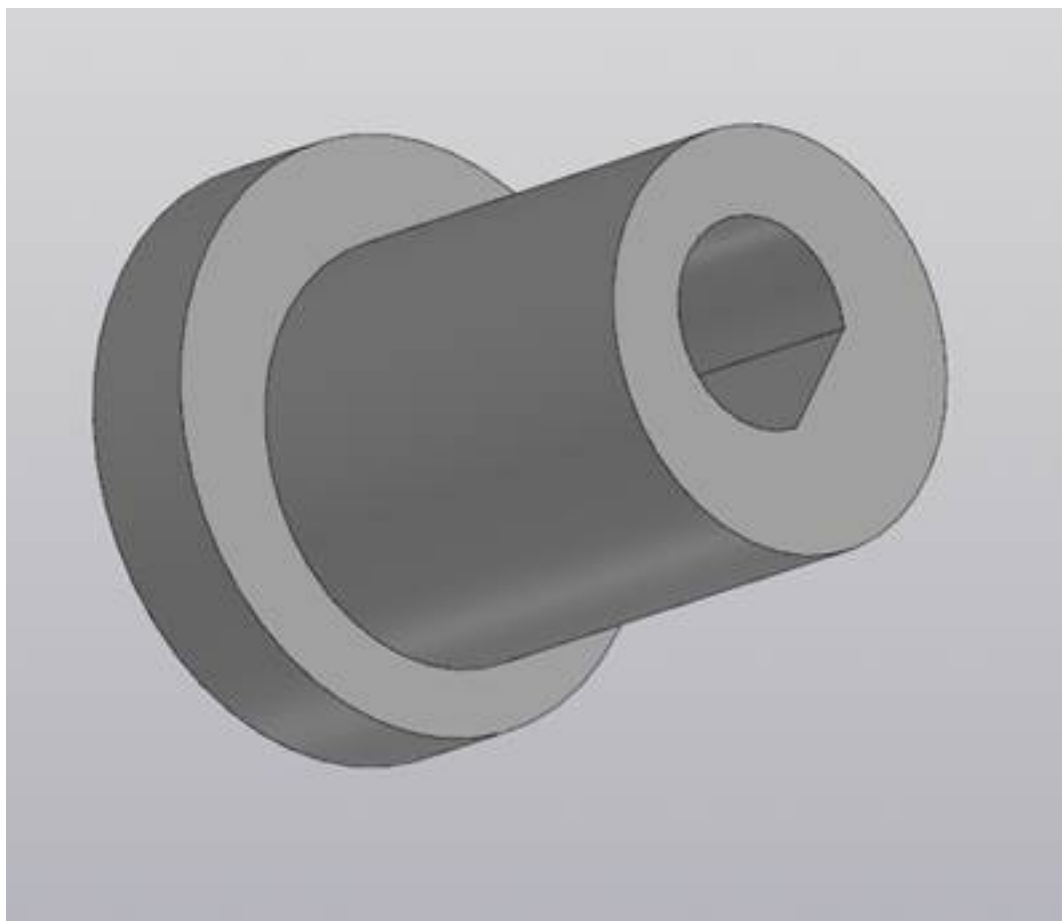
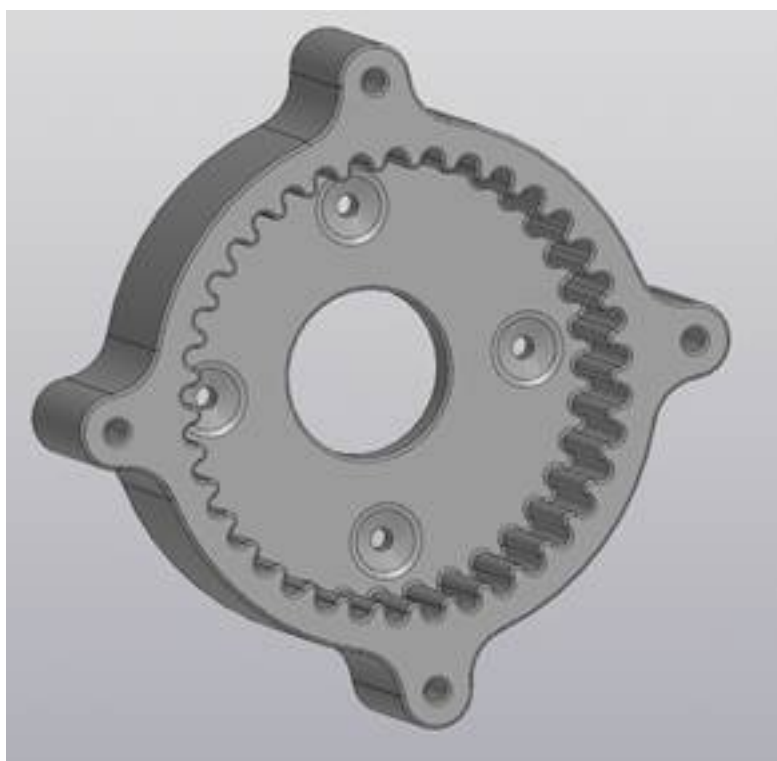


Рисунок 5. Эксцентрик

Остается только смоделировать обойму (рис. 5), включающую рабочие поверхности цевок и крышку редуктора (рис. 6), с посадочным отверстием под подшипник выходного вала.



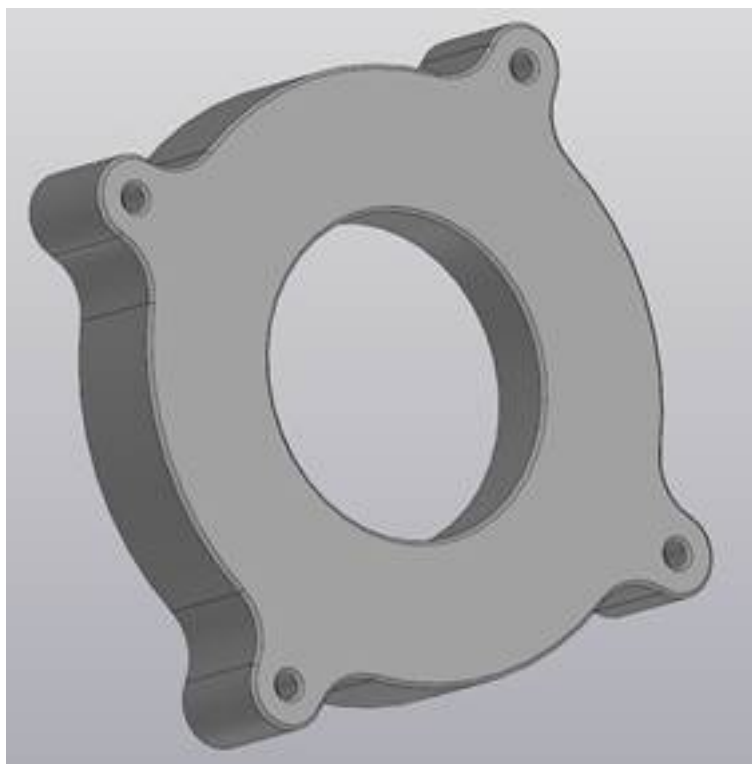


Рисунок 6. Обойма редуктора

Рисунок 7. Крышка редуктора

Общий вид редуктора в сборе представлен на рисунках 7 и 8.

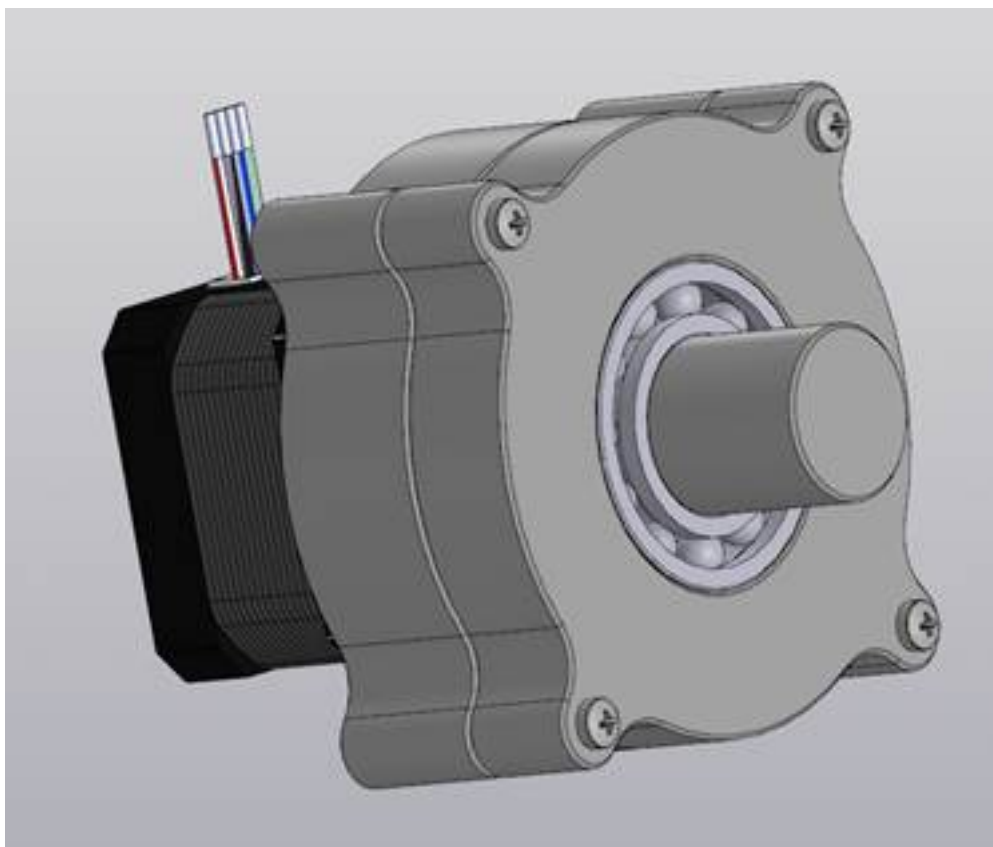


Рисунок 8. Циклоидальный редуктор в сборе

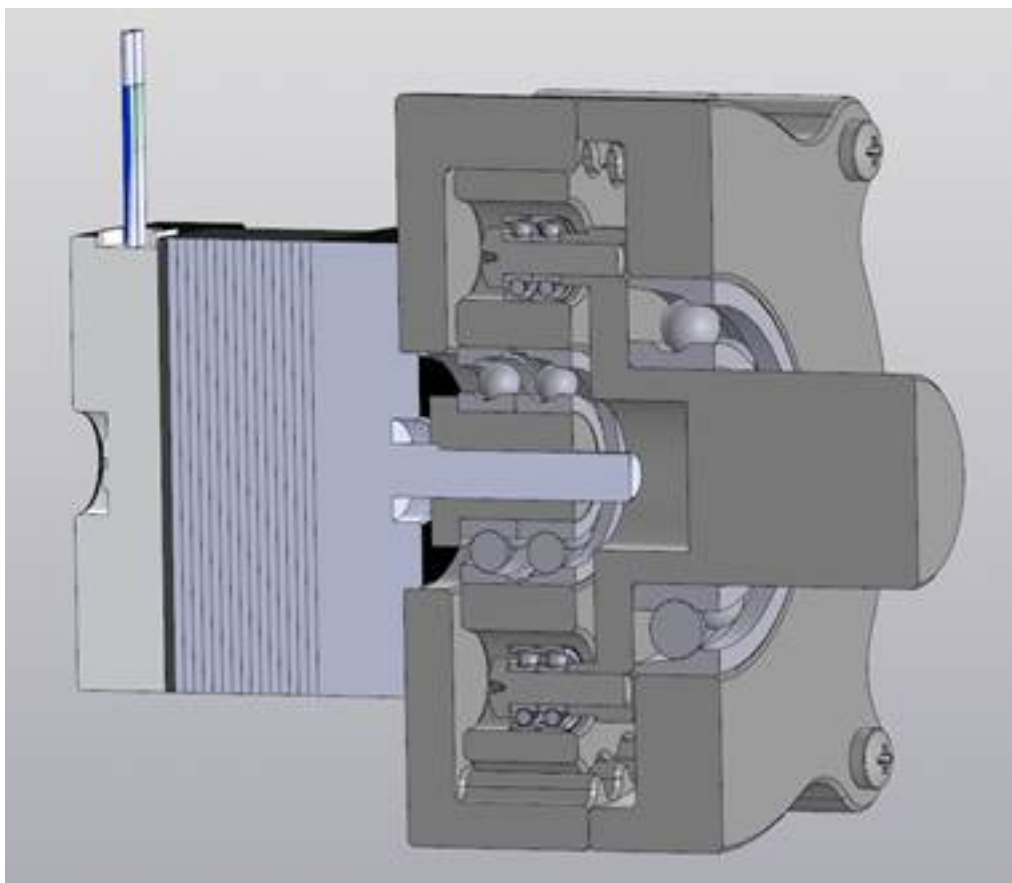


Рисунок 9. Циклоидальный редуктор в разрезе

Спроектированный циклоидальный редуктор может быть изготовлен методом 3D печати или фрезеровки. При достаточной точности изготовления такой редуктор практически не имеет люфта выходного вала и обладает высоким КПД. В паре с шаговым двигателем, совершающим 200 шагов на один оборот вала можно получить точность позиционирования выходного вала равную $0,05^\circ$, или 3 угловых минуты, или 7200 шагов на один оборот выходного вала редуктора. Представленная методика расчета подходит для проектирования редукторов с другими передаточными отношениями.

Список литературы:

1. Чернилевский Д.В., Петров М.С. Детали машин: Учебник для машиностроительных техникумов. —М.: «Машиностроение», 1983. —384 с.
2. Дунаев П.Ф, Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин :Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов . —М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 496 с.
3. Fan Jianming. Анализ конструкции и производительности циклоидальных редукторов с большой трансмиссией.—М.: «Машиностроение», 2019. — 15 с.
4. Чернавский С.А., Ицкович Г.М. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для техникумов. -М.: «Машиностроение», 1980. - 351 с.