

УДК 621.833

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ
ПО СРЕДСТВАМ АНАЛИЗА В СРЕДЕ MATLAB****Деканоидзе Эмиль Мухранович**

Инженер-конструктор, ООО «НПО «Центротех»

г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: imil95g@mail.ru**Юдаков Владимир Сергеевич**

Магистрант, Санкт-Петербургский Горный университет

г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: bob1n57@gmail.com**Аннотация**

Имеется большое количество различных типов планетарных передач, но одноступенчатая планетарная передача получила самое широкое распространение. В данной статье произведен анализ зависимостей траекторий перемещения планетарной передачи. В среде MATLAB разработано программное обеспечение по исследованию траектории водила (точки М) для оптимизации и подбора оптимального соотношения передачи.

Ключевые слова: планетарная передача, MATLAB, кинематика, зацепление, траектория.**RESEARCH OF THE BEHAVIOR OF THE WORK OF THE PLANETARY
TRANSMISSION BY MEANS OF ANALYSIS IN THE MATLAB
ENVIRONMENT****Emil M. Dekanoidze**

Centrotech SPA LLC

St. Petersburg, Russia

Vladimir S. Yudakov

St. Petersburg Mining University

St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

There are a large number of different types of planetary gears, but single-stage planetary gears are the most widely used. This article analyzes the dependencies of the planetary gear

trajectories. In the MATLAB environment, software has been developed to study the carrier path (point M) for optimization and selection of the optimal transmission ratio.

Keywords: planetary gear, MATLAB, kinematics, gearing, trajectory.

В данной исследовательской работе будет рассмотрена планетарная, дифференциальная зубчатая передачи. (рис. 1)

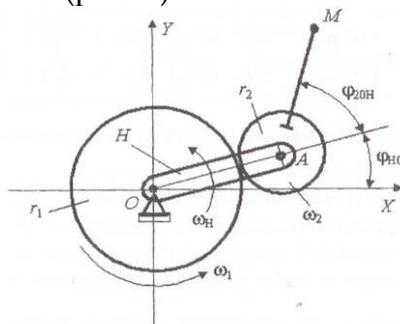


Рисунок 1. Планетарная передача с внешним зацеплением

Задавшись кинематическим соотношением, получим математическую модели исследуемого объекта:

$$\omega_2 = i_{12}\omega_1 + \omega_H(1 - i_{12}), \quad (1)$$

$$\text{где для внешнего зацепления } i_{12} = -\frac{r_1}{r_2} \quad [1]. \quad (2)$$

Параметрические уравнения траекторий точки M:

$$\begin{aligned} x_M &= r_H \cos(\varphi_H + \varphi_{H0}) + a \cos[i_{12}\varphi_1 + (1 - i_{12})\varphi_H + \varphi_{H0} + \varphi_{20H}], \\ y_M &= r_H \sin(\varphi_H + \varphi_{H0}) + a \sin[i_{12}\varphi_1 + (1 - i_{12})\varphi_H + \varphi_{H0} + \varphi_{20H}]. \end{aligned} \quad (3)$$

В равенствах (3) углы φ_{H0} и φ_{20H} являются начальными установочными углами, с помощью которых задаются положения механизма в момент времени $t=0$ [2].

В предыдущих равенствах $r_1 = 0.5mZ_1$, $r_2 = 0.5mZ_2$, где m - модуль зацепления, Z_1 и Z_2 - соответствующие числа зубьев.

$$\text{Для внешнего зацепления } r_H = r_1 + r_2, a = AM = kr_2 \quad [3]. \quad (4)$$

Таблица 1. Данные к исследованию

Задание	Значение Z_1	Значение Z_2	Модуль m , мм
Внешнее зацепление	20; 25; 30; 40	23; 40	5
Заданное значение	Значение φ_{H0}	Значение φ_{20H}	Значение k
Внешнее зацепление	0; $\pi/3$	0; $\pi/12$; $\pi/6$; $\pi/2$	0.5; 1.0; 1.5

Следующим этапом исследование была разработка программного обеспечения исследования траектории точки M в среде MATLAB:

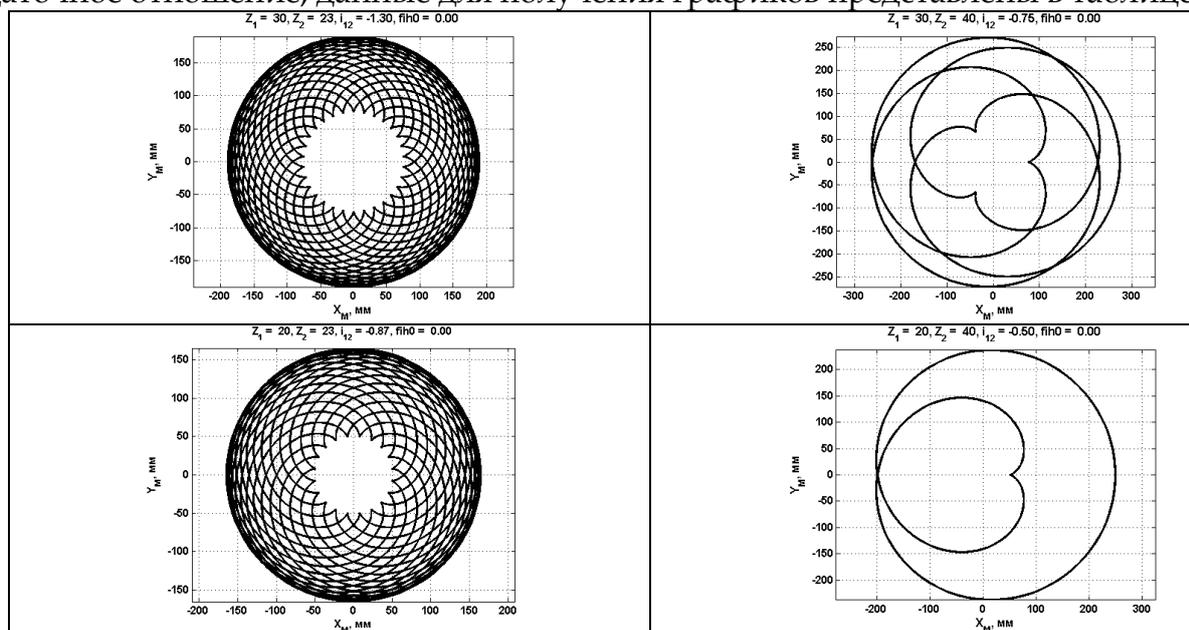
```
function OsnProekt
% Программа построения графиков траектории точки M
% Выполнил Деканоидзе Э.М.
% Copyright 2019 Emil M. Dekanoidze
% The Saint-Petersburg State University of Industrial Technology and Design
z1 = 20;
z2 = 23;
```

```

m = 5;
fih0 = 0;
fi20h = 0;
k = 1.5;
r1 = 0.5*m*z1;
r2 = 0.5*m*z2;
rh = r1+r2 ;
a = k*r2;
i12 = -(r1/r2);
N = 100;
% Угловая координата поворота водила
fih = linspace(0, 2*pi*N, 10000);
fi1 = 0;
%Параметрические уравнения точки М
xm=rh*cos(fih+fih0) + a*cos(i12*fi1+(1-i12)*fih+fih0+fi20h);
ym=rh*sin(fih+fih0) + a*sin(i12*fi1+(1-i12)*fih+fih0+fi20h);
%Построение графиков
figure(1);
plot(xm,ym), grid on, axis equal
str =sprintf('Z_1=%3d, Z_2 = %3d, i_{12} = %5.2f, fih0=%5.2f,z1, z2, i12,fih0);
title(str);
xlabel('X_M, мм'), ylabel('Y_M, мм')

```

При анализе полученных экспериментальных графиков можно заметить, что значительное влияние на траекторию точки М происходит при изменении количества зубьев большего и меньшего колес, Z_1 и Z_2 , т.е. при изменении передаточного отношения i_{12} . Важно отметить, что при изменении начальных углов φ_{H0} и φ_{20H} значительных перемен не наблюдается. Также стоит отметить, что данные расчеты подойдут для решений задач кинематики в различных передачах: зубчатых, ременных, фрикционных и т.п. Ниже представлен рисунок 2, на котором видно, как на траекторию точки влияет передаточное отношение, данные для получения графиков представлены в таблице 1.



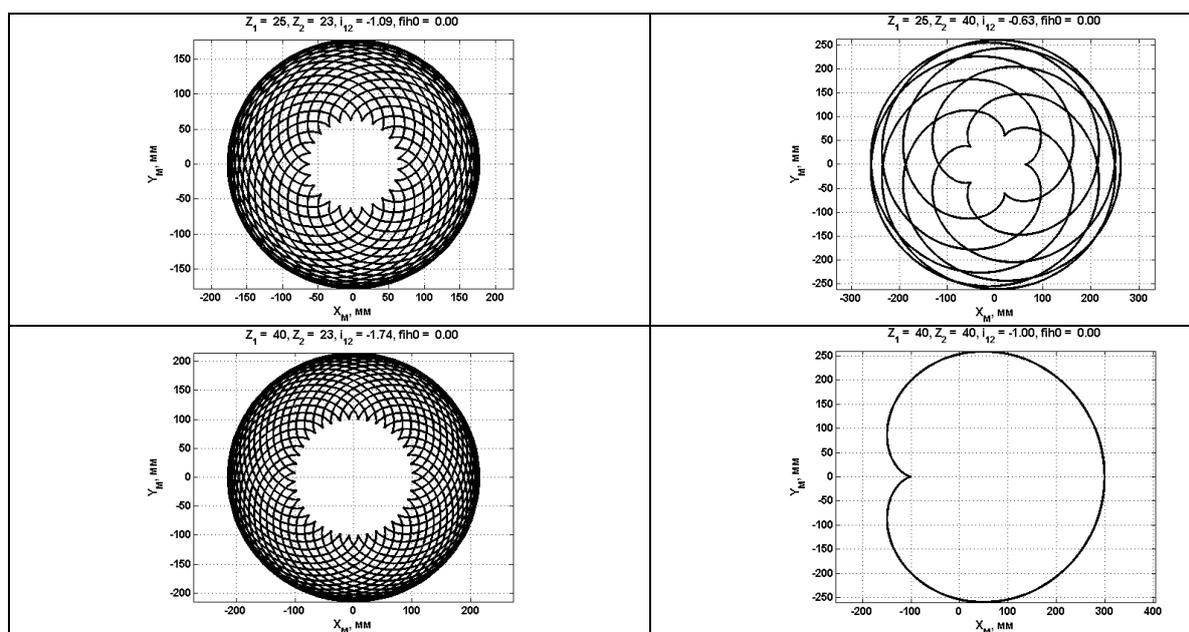


Рисунок 2. Исследование графиков перемещения точки М

В заключении следует отметить, что по средствам программного обеспечения MATLAB произведено исследование зависимостей траекторий перемещения планетарной передачи с внешним зацеплением, были построены графики соответствующих перемещений.

Следствием чего было выявлено, что влияние на траекторию перемещения значение передаточных отношений i_{12} оказывает наибольшее влияние, чем изменение начальных углов φ_{H0} и φ_{20H} . Данный подход к анализу работы планетарной передачи, а в ходе работы было показано, что вполне вероятно не только планетарные передачи могут быть в основе данного исследования, позволяет извлечь максимально информативную информацию для дальнейшей оптимизации и увеличения работоспособности зубчатых передач.

Список литературы

1. Кудрявцева В.Н. Планетарные передачи: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1977. – 536 с.
2. Морозов В.В. Планетарные исполнительные механизмы с винтовыми звеньями и моноблочные приводы на их основе. Теория и практика зубчатых передач. – Ижевск: ИжГТУ, 1998. – с. 331-336.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Главная редакция физико-математической литературы. – М.: Изд. «Наука», 1988. – 640 с.

References

1. Kudryavtseva V.N. Planetary Transmissions: A Handbook. – L.: Engineering, 1977. – pp. 536 [in Russian].
2. Morozov V.V. Planetary actuators with screw links and monoblock drives based on them. Theory and practice of gears. – Izhevsk: IzhSTU, 1998. – pp. 331-336 [in Russian].
3. Artobolevsky I.I. Theory of mechanisms and machines. The main edition of the physical and mathematical literature. – M.: Publ. "Science", 1988. – pp. 640 [in Russian].