

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПЛАНЕТАРНЫХ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Асс. Черняков С.Г., к.т.н., доц. Капитонов А.В.

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Для изучения кинематики планетарных эксцентрикковых передач с модифицированными зубьями сателлита [1, 2] были построены трехмерные компьютерные модели для базовой и двух перспективных ее конструкций.

Трехмерное компьютерное моделирование проводилось в программной среде SolidWorks [3] с использованием модуля Motion.

Для указанных конструкций планетарных эксцентрикковых передач были получены графики угловых скоростей ведомого вала при номинальной частоте вращения ведущего вала $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ и работе передачи с небольшой нагрузкой, которая была приложена к ведомому валу для устранения зазоров в сопряжениях деталей передачи.

Полученные графики угловой скорости вращения ведомого вала исследуемой передачи изображены на рис. 1-3.

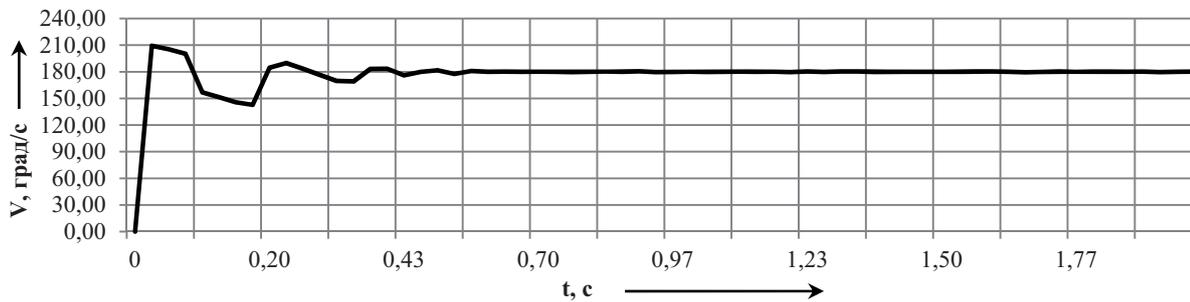


Рисунок 1 – График угловой скорости ведомого вала базовой модели редуктора

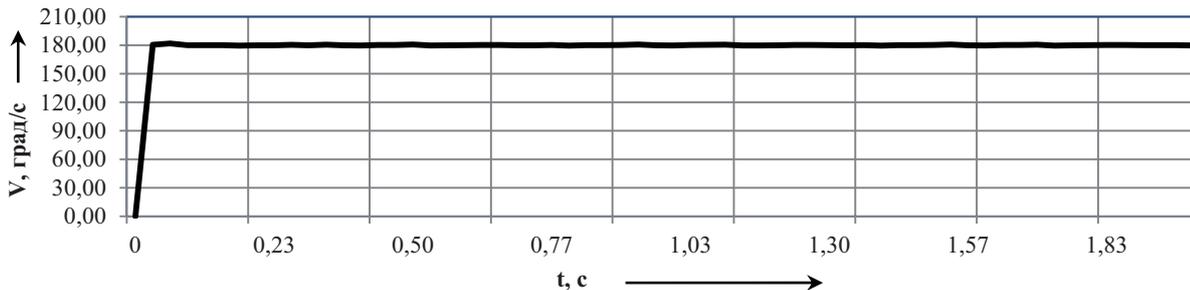


Рисунок 2 – График угловой скорости ведомого вала модели редуктора с эксцентриками

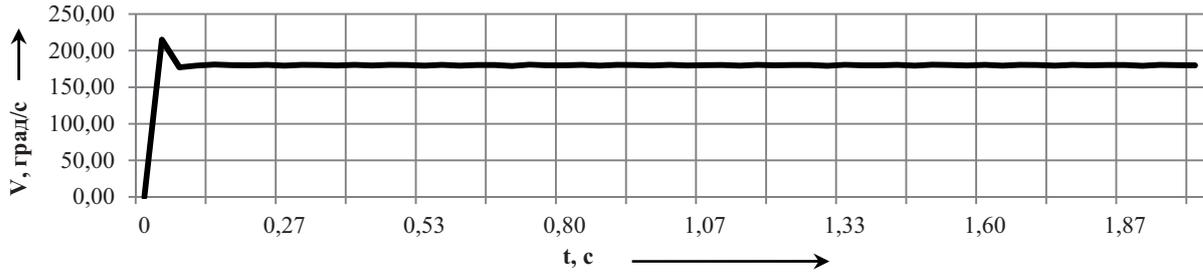


Рисунок 3 – График угловой скорости ведомого вала модели редуктора с двумя сателлитами

На рис. 1 видны всплески колебаний угловой скорости ведомого вала сразу после запуска, что является нежелательным явлением, поскольку большие колебания угловой скорости негативно отражаются на надежности и долговечности как самой передачи, так и связанных с ней механизмов.

На рис. 2 видно, что после пуска привода ведомый вал передачи вращается с небольшими колебаниями угловой скорости. Это означает, что у данной конструкции передачи будет более плавный пуск и выход на стабильный режим работы, что положительно скажется на ее долговечности и надежности.

На рис. 3 виден всплеск в момент пуска передачи, затем передача выходит на стабильный режим работы со сравнительно небольшими колебаниями угловой скорости ведомого вала.

Интегрируя угловую скорость ведомого вала передачи, были получены значения угловых перемещений. Проведен расчет кинематической погрешности как разности между действительным и номинальным углами поворота вала.

Для экспериментальной оценки кинематической погрешности опытного образца планетарной эксцентриковой передачи при ее работе использовался стенд, построенный на базе информационно-измерительной системы.

Конструкция стенда и принцип его работы следующие. На общем основании установлен приводной электродвигатель и порошокый электромагнитный тормоз с обмоткой управления. Испытуемая передача соединена муфтами с электродвигателем и электромагнитным тормозом, и пружинной муфтой со стандартным преобразователем угловых перемещений типа BE178A, снабженным оптическим формирователем импульсов с числом отсчетов за оборот $N=2500$. Информация от преобразователя обрабатывается информационно-измерительной системой АЦП и передается на ПЭВМ. Питание преобразователя угловых перемещений и электромагнитного тормоза осуществляется двумя источниками постоянного тока. Наличие в конструкции стенда электромагнитного тормоза дает возможность исследовать изменение кинематической погрешности исследуемой передачи при различных нагрузках, моделирующих различные эксплуатационные условия.

В результате измерений на стенде, были получены графики и амплитудно-частотные спектры исследуемого сигнала с помощью программы Shark, входящей в программное обеспечение стенда. Спектры амплитуд получены, используя метод преобразования Фурье [4, 5]. Анализируя графики и спектры амплитуд кинематической погрешности можно сделать выводы о том, какие конструктивные и геометрические параметры деталей передачи в большей степени влияют на кинематическую погрешность передачи.

На рис. 4 и 5 представлены график и амплитудно-частотный спектр кинематической погрешности редуктора при нагрузке 20 Н·м за три оборота ведомого вала передачи (для устранения случайных погрешностей).

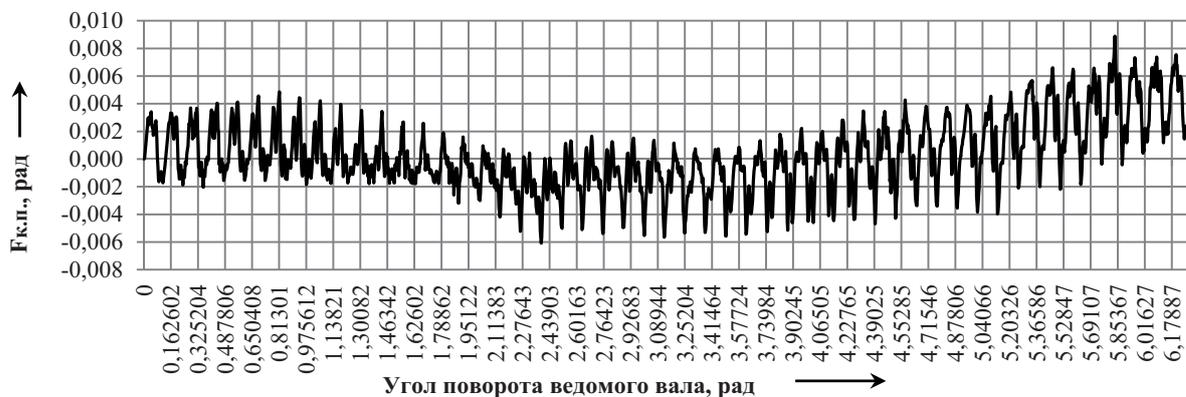


Рисунок 4 – График кинематической погрешности

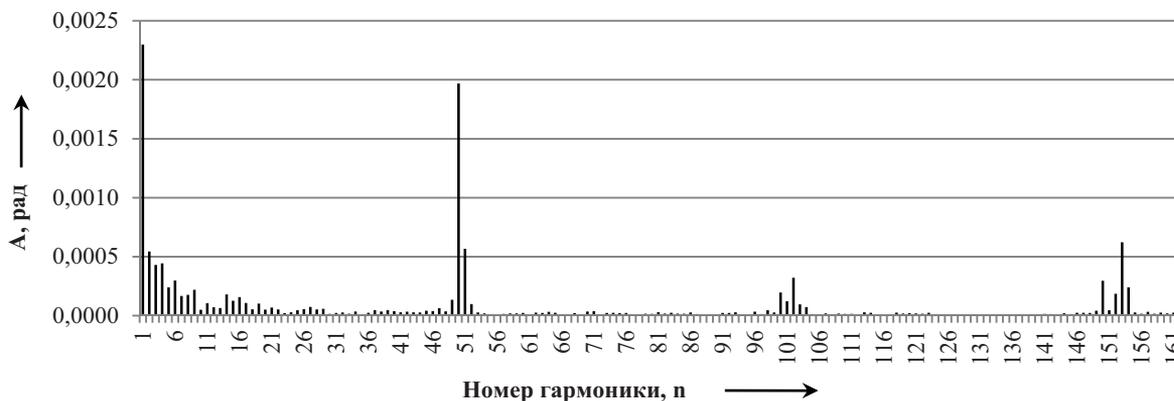


Рисунок 5 – Амплитудно-частотный спектр кинематической погрешности

На графике кинематической погрешности четко просматривается однопериодная синусоида, выраженная в спектре амплитуд значением первой гармоники, значительно превышающей значения амплитуд остальных гармоник, а также проявление высокочастотных погрешностей, которые накладываются на однопериодную синусоиду и дают значительную величину местных погрешностей.

Оценить элементарные составляющие кинематической погрешности исследуемой передачи позволяет амплитудно-частотный спектр. На спектре выделяется три участка гармоник с наибольшими значениями амплитуд: низкочастотный участок (гармоники 1-3), среднечастотный (гармоники 50, 51) и высокочастотный (гармоники с наибольшими амплитудами кратными 50 и 51). Основными причинами образования гармоник с номерами 1-3 являются отклонения расположения осей отверстий водила и зазоры в сопряжениях деталей ведомого звена. Гармоники 50, 51 и кратные им характеризуют погрешности изготовления зубьев (погрешности шага и профиля зубьев) и проявляются при вхождении зубьев в зацепление, как циклическая погрешность зубцовой частоты.

Список использованных источников

1. Планетарная передача: пат. 5092 С1 Респ. Беларусь, МПК7 F 16H 1/28 / А. М. Пашкевич, В. М. Пашкевич, В. В. Геращенко, М. Ф. Пашкевич; заявитель Могилев. гос. техн. ун-т. – № 19981087; заявл. 30.11.98; опубл. 30.03.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 1 (36). – С. 161.
2. Пашкевич, М. Ф. Планетарные передачи с повышенной нагрузочной способностью для реверсивной работы в приводах строительных и дорожных машин / М. Ф. Пашкевич, О. Е. Печковская. // Вест. МГТУ. – 2005. – № 2. – С. 127–131.
3. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 192 с.
4. Повышение точности механических передач на основе компьютерного моделирования и использования технологий искусственного интеллекта : монография / В. М. Пашкевич [и др.]. – Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 139 с. : ил.
5. Толстов, Г. П. Ряды Фурье / Г. П. Толстов. – 3-е изд., испр. – М. : Наука, 1980. – 384 с.