

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ

Д. В. Непша, М. В. Гончаров, В. П. Лысов, А. В. Капитонов

В статье представлены результаты экспериментальных исследований кинематической погрешности малогабаритного планетарного роликового редуктора. Приведена конструкция разработанного стенда для измерения кинематических погрешностей механических передач в сборе. Приведены результаты спектрального анализа кинематической погрешности планетарной роликовой передачи и предполагаемые погрешности изготовления ее деталей.

Ключевые слова: кинематическая погрешность, малогабаритная передача, стенд, спектральный анализ, гармоники, амплитуды.

Конструкции малогабаритных механических передач, разработанные в «Белорусско-Российском университете», в том числе и на кафедре «Технология машиностроения», имеют свои положительные стороны по сравнению с традиционными передачами. В силу их небольших габаритов, больших передаточных чисел и других преимуществ, они постепенно внедряются в производство [1].

Авторами статьи проведены исследования кинематических погрешностей планетарного эксцентрикового редуктора с модифицированным профилем зубьев сателлита и планетарного роликового редуктора с однопериодной ведущей дорожкой, установленной на эксцентрик.

Наряду с перечисленными достоинствами этих передач, их основными недостатками являются невысокая надежность, низкий КПД, отсутствие технологий, обеспечивающих требуемую точность их изготовления.

Для повышения технического уровня этих передач были проведены экспериментальные исследования их кинематических погрешностей и спектральный анализ [2].

Для оценки кинематических погрешностей разработан стенд на кафедре «Технология машиностроения» на базе информационно-измерительной системы (см. рисунок 1) [3,4].

На общем основании установлен приводной двигатель 1, электромагнитный тормоз с обмоткой управления 5. Испытуемая передача 3 соединена муфтами 2 и 4 с двигателем и тормозом, а пружинной муфтой – со стандартным преобразователем угловых перемещений 6 типа ВЕ 178А, снабженным оптическим формирователем импульсов с числом отсчетов за оборот  $N = 2500$ . Информация от преобразователя обрабатывается информационно-измерительной системой в виде АЦП и передается на ПЭВМ. Питание преобразователя и тормоза осуществляется источниками 8 и 9. Наличие электромагнитного тормоза дает возможность исследовать изменение кинематической погрешности передачи при различных нагрузках, моделирующих эксплуатационные условия. Последовательность импульсов, формируемая преобразователем угловых перемещений, вводится в информационно-измерительную систему и обрабатывается с помощью программы Sharp, при этом на монитор выводится график кинематической погрешности и ее спектр амплитуд.

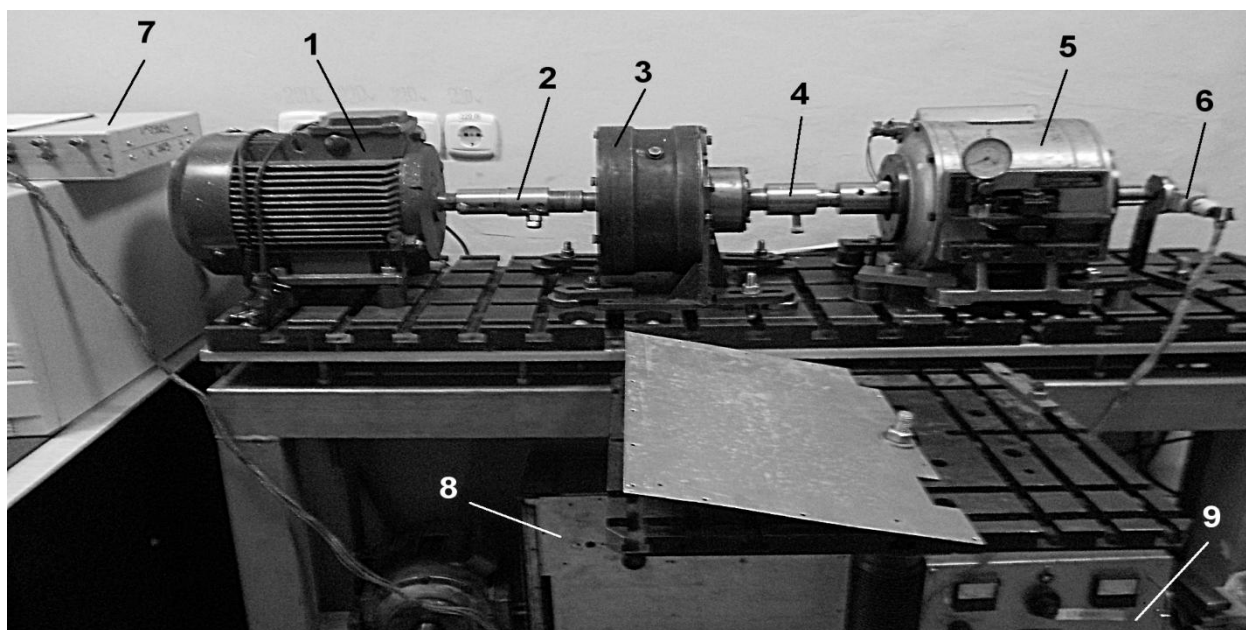


Рис.1. Схема стенда для контроля кинематических погрешностей механических передач

На рисунке 2 показан спектр амплитуд кинематической погрешности планетарного роликового редуктора с передаточным отношением  $i = 14$  из 50 гармоник без нагрузки на выходном валу.

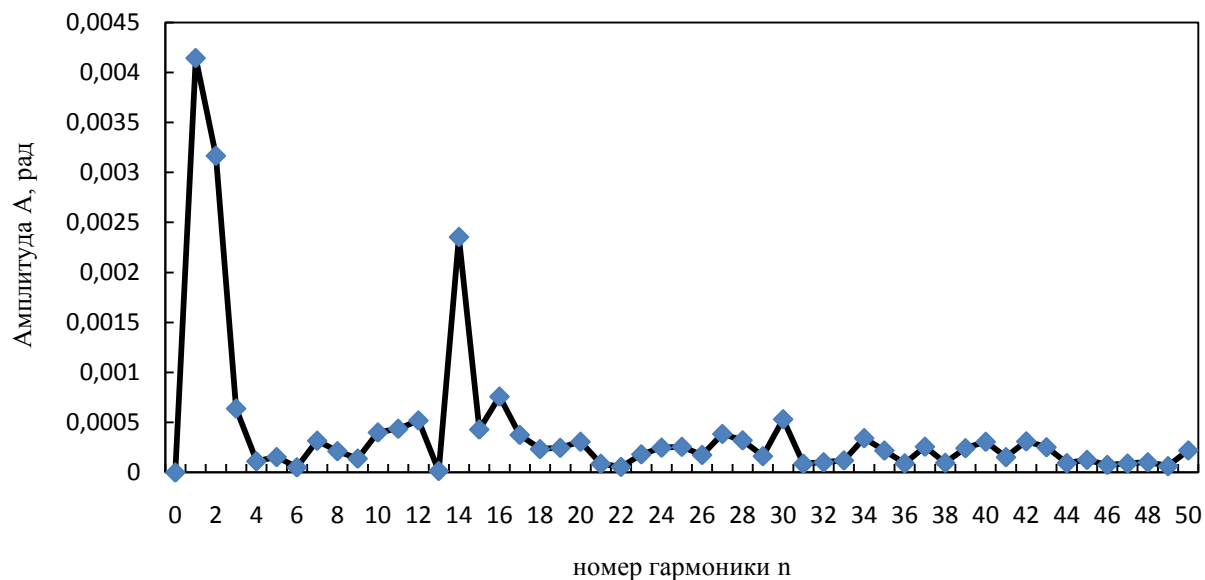


Рис.2. Спектр амплитуд кинематической погрешности редуктора без нагрузки

На графике по оси ординат отложены значения амплитуд гармоник  $A$  кинематической погрешности в радианах. По оси абсцисс отложены номера гармоник  $n$ .

Как видно из спектра амплитуд просматривается два участка скопления гармоник с наибольшими их значениями. Это гармоники 1 и 2, характеризующие погрешности ведомого звена, гармоники 12, 14, 16, характеризующие погрешности ведущего звена.

На графиках выделяются 1 и 14 гармоники, характеризующие накопленную погрешность шага многопериодной дорожки неподвижного звена и погрешность расположения

сателлитов в передаче число которых равно передаточному отношению – четырнадцать. Амплитуду гармоники 14 можно рассматривать как кинематическую погрешность ведущего звена редуктора или наибольшую местную кинематическую погрешность.

На *рисунке 3* показан спектр амплитуд кинематической погрешности того же редуктора с нагрузкой на выходном валу равной 40 Нм. На *рисунке 3* видно, что при работе редуктора под нагрузкой наибольшие амплитуды имеют гармоники с теми же номерами, что и без нагрузки. При этом видно, что величины амплитуд гармоник 1 и 14 под нагрузкой несколько больше, чем при работе редуктора без нагрузки. Это связано с упругими деформациями звеньев редуктора, которые возникают при нагружении выходного вала с помощью электромагнитного тормоза и увеличивают кинематическую погрешность передачи.

В результате спектрального анализа кинематической погрешности планетарной роликовой передачи выявлены предполагаемые погрешности изготовления деталей зацепления и погрешности, связанные с кинематикой и особенностью конструкции редуктора.

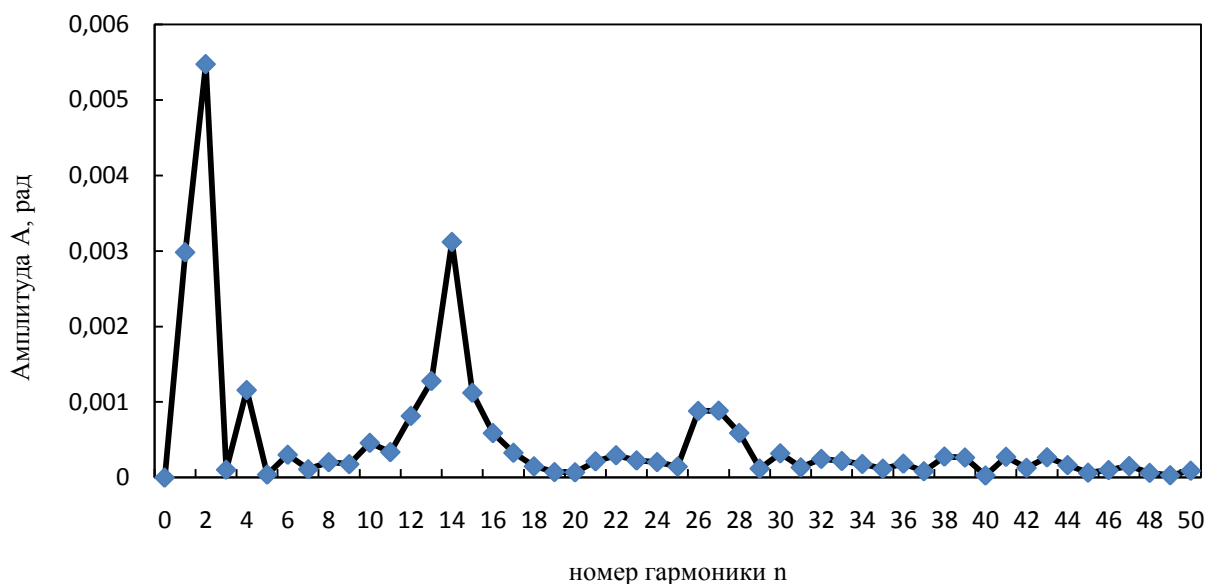


Рис.3. Спектр амплитуд кинематической погрешности редуктора под нагрузкой 40 Нм

#### Литература

1. 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.
2. Тайц Б. А. Точность и контроль зубчатых колес / Б. А. Тайц – М.: Машиностроение, 1972. – 367 с.
3. Пашкевич М. Ф. Управление точностью планетарных роликовых передач на основе их моделирования и спектрального анализа кинематических погрешностей / М. Ф. Пашкевич, В. М. Пашкевич, А. В. Капитонов, А. М. Пашкевич – Изв. Белорус. Акад. Наук. – Минск, 2002. – № 1 (13). – С. 45-52.
4. Капитонов А.В. Методика оценки и анализ кинематических погрешностей планетарных роликовых передач / А. В. Капитонов – Вест. Могилев. Бел. Рос. Ун-та. – Могилев, 2009. – №2 – С. 88-97.

**Непша Дмитрий Владимирович**

Студент машиностроительного факультета

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Тел.:+375292401441

*4 Д. В. Ненца, М. В. Гончаров, В. П. Лысов, А. В. Капитонов*

---

**Гончаров Михаил Васильевич**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: 80292448463

**Лысов Василий Петрович**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375291346919

**Капитонов Александр Валентинович**

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +3758369741  
E-mail: kavbru@gmail.com

Электронная библиотека  
Белорусско-Российского университета