

## **ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СБОРКИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАЧ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ТИПА**

***П.Н. ГРОМЫКО, С.Н. ХАТЕТОВСКИЙ***

***Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь***

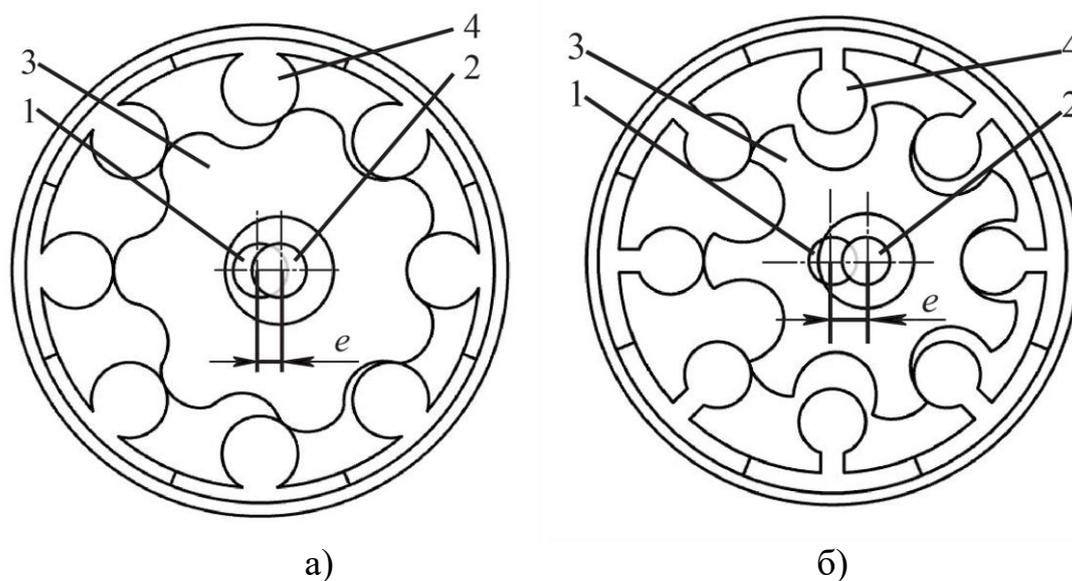
*В работе рассматривается влияние погрешностей изготовления и сборки звеньев двух вариантов эксцентриковой передачи на такие эксплуатационные характеристики, как коэффициент полезного действия и кинематическая погрешность. Варианты эксцентриковой передачи различаются формой зубьев сателлита, которые получены в результате перемещения ролика - зуба производящего колеса – по укороченной и удлиненной эпициклоиде.*

Передачи эксцентрикового типа относятся к передачам, на основе которых возможно создание компактных, малогабаритных конструкций приводных устройств [1]. При этом высокие эксплуатационные характеристики эксцентриковых передач достигаются, как правило, за счет высокой точности изготовления и сборки звеньев, что приводит к повышению стоимости изготовления и организации специального производства.

Различные виды механических передач по-разному реагируют на погрешности изготовления и сборки звеньев. У одних механических передач небольшое увеличение погрешностей приводит к резкому ухудшению эксплуатационных характеристик. Другие способны сохранять высокий уровень служебных свойств. Во многом чувствительность эксплуатационных характеристик механических передач к погрешностям изготовления и сборки звеньев определяется формой зубьев контактирующих колес. Например, широкое применение эвольвентного зубчатого зацепления во многом обуславливается низкой чувствительностью эксплуатационных характеристик к погрешности межосевого расстояния.

Рассмотрим вопрос о влиянии погрешностей изготовления и сборки звеньев на основные эксплуатационные характеристики передач эксцентрикового типа при различных формах зубьев колес. Для этого обратимся к структурным схемам эксцентриковой передачи, изображенным на рис. 1, отличающимся друг от друга формой зубьев сателлита.

Принцип работы эксцентриковой передачи, схемы которой изображены на рис. 1, заключается в следующем. При вращении входного вала 1 с эксцентриком 2 благодаря взаимодействию зубьев сателлита 3 с роликами, закрепленными на неподвижном центральном колесе 4, сателлит 3 совершает плоскопараллельное движение. Вращательная составляющая плоскопараллельного движения сателлита может передаваться на выходное звено различными способами, например, с помощью механизма параллельных кривошипов. Учитывая то, что целью проводимых исследований было изучение влияния формы зубьев сателлита на основные эксплуатационные характеристики эксцентриковой передачи, погрешности вращения выходного звена, возникающие из-за неточностей изготовления и сборки механизма параллельных кривошипов, в данной работе не учитывались. Поэтому в схемах эксцентриковой передачи, показанных на рис. 1, механизм параллельных кривошипов не показан.



1 – входной вал; 2 – эксцентрик; 3 – сателлит; 4 – центральное колесо;  
 а) с профилем зуба сателлита, полученным на основе укороченной эпициклоиды;  
 б) с профилем зуба сателлита, полученным на основе удлиненной эпициклоиды

Рисунок 1. – Структурная схема эксцентриковой передачи

Формообразование зубьев сателлита эксцентриковых передач описано в работе [2]. Следует отметить, что формообразование на основе укороченной эпициклоиды происходит при меньших значениях эксцентриситета  $e$  (см. рис 1, а) по сравнению со случаем удлиненной эпициклоиды (см. рис 1, б).

К основным эксплуатационным характеристикам механических передач следует отнести КПД и кинематическую погрешность вращения выходного звена.

Авторами данной работы были разработаны компьютерные модели структурных вариантов эксцентриковой передачи, показанных на рис. 1. Следует отметить, что при разработке компьютерных моделей имелась возможность учета ряда погрешностей изготовления и сборки. Исследования по определению КПД и кинематической погрешности проводились в среде САПР Siemens NX. Основные результаты компьютерных исследований, отраженные в работе [3], позволили сделать следующие выводы:

– при отсутствии погрешностей изготовления и сборки звеньев КПД эксцентриковой передачи, когда зуб сателлита получен на основе использования укороченной эпициклоиды, на 2-3% выше, чем в случае удлиненной эпициклоиды; кинематическая погрешность в обоих случаях имеет примерно одинаковое значение;

– при наличии погрешностей изготовления и сборки в варианте эксцентриковой передачи с укороченной эпициклоидой происходит уменьшение КПД и увеличение погрешности вращения выходного звена, при этом такие же погрешности изготовления и сборки звеньев практически не влияют на основные эксплуатационные характеристики передачи при использовании удлиненной эпициклоиды.

Результаты компьютерных исследований были подтверждены стендовыми испытаниями экспериментального образца редуктора [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шанников, В. М. Планетарные редукторы с внецентроидным зацеплением / В. М. Шанников. – Москва: Машгиз, 1948. – 172 с.
2. Громыко, П. Н. Использование удлиненной эпициклоиды для формообразования зубчатых поверхностей передач эксцентрикового типа / П. Н. Громыко, С. Н. Хатетовский, В. Л. Юркова // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2019. - № 1. – С. 14-21.
3. Gromyko, P. N. Modeling of eccentric transmission operation in presence of elastic deformations of contacting links / P. N. Gromyko, S. N. Khatetovsky // Proceedings of the International Conference “Aviamechanical Engineering and Transport” (AviaENT 2018). Vol. 158. – p. 160-164.
4. Громыко, П. Н. Минимизация габаритных размеров эксцентриковых передач на основе совершенствования геометрии зацепления контактирующих колес / П. Н. Громыко, С. Н. Хатетовский // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – Минск: Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси», 2019. – Вып. 8. – С. 67-70.

**Влияние погрешностей  
изготовления и сборки на  
эксплуатационные  
характеристики передач  
эксцентрикового типа**

**П. Н. Громыко, д-р техн. наук,  
профессор,**

**С.Н. Хатетовский, канд. техн. наук,  
доцент**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОАО «НПО «ЦЕНТР  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК  
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

## **Инновационные технологии в машиностроении**

Электронный сборник материалов международной  
научно-технической конференции,  
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей  
и 15-летию научно-технологического парка  
Полоцкого государственного университета  
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



**ИннТехМаш**

Под редакцией  
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;  
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2020

УДК 621(082)

*Редакционная коллегия:*

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),  
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

***Инновационные технологии в машиностроении*** [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

**№ госрегистрации 3141815008****ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуровой*  
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

---

Подписано к использованию 23.04.2020.  
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>