

Ученому секретарю диссертационного  
совета Д 212.298.09 ЮУрГУ,  
доктору техн. наук, профессору  
Е.А.Лазареву

454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Сунцова  
Александра Сергеевича «Снижение неравномерности распределения  
нагрузки в зацеплениях колес планетарной передачи за  
счет совершенствования параметров конструкции», представ-  
ленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02  
– «Машиноведение, системы приводов и детали машин»**

Диссертационная работа А.С. Сунцова состоит из введения, пяти глав, основных выводов и результатов работы и списка использованных источников. Работа написана на русском языке, изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 89 рисунков, 4 таблицы. Библиография включает 141 наименование отечественных и зарубежных авторов.

В результате ознакомления с диссертационной работой, авторефератом и опубликованными в печати по теме проведенных исследований статьями соискателя мною установлено следующее.

### **1.Актуальность темы диссертации**

Механические передачи являются неотъемлемой частью большинства современных машин. Наиболее широкое распространение получили зубчатые передачи с эвольвентным зацеплением, имеющие высокую нагрузочную способность и малые потери мощности на тре-

ние. Для ряда приводов механизмов и машин преобразующие механизмы необходимо выполнять по схеме, что позволяют передачи планетарного типа. В отличие от рядных зубчатых передач, в планетарных передачах имеется возможность реализации многопарного контакта зубьев, что значительно улучшает массогабаритные характеристики привода в целом. Особенно эффективными и часто используемыми в технике являются многосателлитные (многопоточные) конструкции (передачи типа 2k-h по классификации профессора В.Н. Кудрявцева), которые наряду с малой массой и высоким коэффициентом полезного действия обладают хорошими виброакустическими показателями. Основным недостатком передач данного типа является неравномерность распределения нагрузки в зацеплениях колес, вызванная как погрешностями их изготовления, так и деформациями элементов планетарного механизма, что снижает эффект многопарности и отрицательно сказывается на нагрузочной способности привода. В ранее выполненных работах, посвященных определению коэффициентов неравномерности распределения нагрузки в зацеплениях колес, податливость отдельных элементов (осей сателлитов) определялась приближенно, не рассматривалась возможность снижения неравномерности за счет внесения в конструкцию передачи таких изменений, как выполнение водила с податливыми щеками или разными размерами перемычек при многорядном исполнении механизма. Несмотря на то, что отмеченные конструкции защищены патентами, практическая их реализация требует научного обоснования определения размеров элементов конкретных конструкций планетарных передач исходя из требований их работоспособности. Необходимость исследования влияния погрешностей изготовления передачи и деформации ее элементов на распределение нагрузки в зацеплениях колес, разработка рекомендаций по выбору рациональных параметров планетарного механизма и выравниванию нагрузки определяют актуальность вы-

бранного направления исследования, конечной целью которых является повышение нагрузочной способности планетарной передачи.

## **2. Степень обоснованности и достоверности исследований**

Автором изучены и критически проанализированы известные достижения отечественных и зарубежных ученых в области исследования распределения нагрузки в зацеплениях колес и методов ее выравнивания.

Показано, что для определения законов распределения нагрузки в зацеплениях колес и выработки рекомендаций по ее выравниванию следует уточнить математическую модель зацеплений, исследовать податливость важнейших элементов передачи (осей сателлитов, щек и перемычек водила) и ее влияние на распределение нагрузки.

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертационной работе, обусловлена корректным использованием теории зубчатых зацеплений, сопротивления материалов, строительной механики.

Достоверность результатов расчета по разработанным алгоритмам и методикам подтверждена их проверкой экспериментами, компьютерным моделированием и частными решениями поставленных задач методом конечно - элементного анализа.

## **3.Научная новизна и практическая значимость выводов и результатов исследований**

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложены уточненные математические модели зубчатого зацепления и оси сателлита, используемые для аналитического определения законов распределения нагрузки в зацеплениях колес планетарной передачи;

- разработаны методы определения коэффициентов неравномерности распределения нагрузки по сателлитам и их венцам нетрадиционной конструкции планетарной передачи (передача с податливыми щеками водила);
- получены зависимости для расчета рациональных параметров водила нетрадиционной конструкции многорядной планетарной передачи, обеспечивающие снижение неравномерности распределения нагрузки по рядам колес, вызванную деформацией кручения солнечной шестерни.

Значимость для производства результатов диссертационных исследований автора определяется:

- разработанными методиками определения коэффициентов неравномерности распределения нагрузки в зацеплениях колес в зависимости от конструкции и параметров планетарной передачи;
- предложенными способами снижения неравномерности распределения нагрузки в зацеплениях колес;
- предложенными рациональными конструкциями планетарных передач.

#### **4. Соответствие содержания диссертационной работы требованиям**

##### **ВАК РФ, замечания по работе**

Диссертация А.С. Сунцова «Снижение неравномерности распределения нагрузки в зацеплениях колес планетарной передачи за счет совершенствования параметров конструкции» является научно-квалификационной работой, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным п.п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 02.08.2016), и содержанию паспорта специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Содержание диссертации с достаточной полнотой отражено в автореферате и в 10 публикациях автора (в том числе шести работах в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК).

Основные положения апробированы на научно-технических конференциях и семинарах, в том числе международного уровня. Оформление диссертации и автореферата требованиям ВАК соответствуют.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе исследуется неравномерность распределения нагрузки по потокам мощности передачи с одинаковыми углами внешнего и внутреннего зацеплений колес. Следовало бы рассмотреть конструкцию с разными углами зацеплений, либо обосновать нецелесообразность использования и исследования такой передачи.
2. Известно, что для улучшения динамики быстроходных передач числа зубьев их колес подбираются так, чтобы фазы зацеплений сателлитов не совпадали. Из диссертации остается неясным, - влияет ли отмеченное на распределение нагрузки между сателлитами?
3. Выполнение обода сателлита тонкостенным изменяет распределение нагрузки по потокам мощности. Поскольку в диссертации рассмотрена только передача с двухрядным расположением сателлитов неясно, как нагрузка по потокам мощности будет распределяться при иных конструктивных схемах передачи?
4. В приведенной на рис. 4.14 многорядной планетарной передаче сателлиты установлены на сферические подшипники скольжения, силы трения в которых препятствуют полному выравниванию нагрузки по длине зуба и, вероятно, оказывают некоторое влияние на распределение нагрузки по рядам сателлитов. Однако в расчетах силы трения не учитываются.

## **Заключение**

Отмеченные недостатки при оценке работы в целом определяющими не являются. Выполненное Сунцовым Александром Сергеевичем диссертационное исследование представляет собой законченную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки по установлению влияния погрешностей изготовления передачи и податливости ее элементов на распределение нагрузки в зацеплениях колес и представлены рекомендации по выравниванию нагрузки, имеющие важное значение для повышения нагрузочной способности планетарных передач.

По научному уровню проведенных исследований, новизне результатов, практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Александр Сергеевич Сунцов, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

## **Официальный оппонент**

Сызранцев Владимир Николаевич,  
доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ,  
заведующий кафедрой «Машины и оборудование  
нефтяной и газовой промышленности»  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет»  
Тел. 8(3452)28-30-13, 8-(912)9265902  
E-mail: v\_syrantsev@mail.ru  
625000, г.Тюмень, ул.Володарского, д.38

 27.03.17



*Сызранцева В.Н.*  
Удостоверяю  
документовед общего отдела ТИУ  
24.03.2017