

## ЗАДАЧА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ УРАВНОВЕШЕННЫХ МНОГОСАТЕЛЛИТНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Серебряков И.А.*

*Научный руководитель: д.т.н., доц. Жуков И.А.*

*Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк*

**Ключевые слова:** планетарный механизм, экспериментальный стенд, уравновешенный трехсателлитный механизм, распределение нагрузки.

**Аннотация.** Приведено обоснование возможности создания экспериментального стенда для проведения анализа зацепления сателлитов с другими зубчатыми колесами. Рассчитана и спроектирована трехмерная модель стенда, предназначенная для последующего изготовления.

### TASK OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE PROBLEM OF CREATING BALANCED MULTI-SATELLITE PLANETARY MECHANISMS

*Serebryakov I.A.*

*Scientific supervisor: doct. of techn. sc., assoc. prof. Zhukov I.A.*

*Siberian state industrial University, Novokuznetsk*

**Keywords:** planetary mechanism, experimental stand, balanced three-satellite mechanism, load distribution.

**Abstract.** The article substantiates the possibility of creating an experimental stand for analyzing the engagement of satellites with other gears. A three-dimensional model of the stand was calculated and designed for subsequent production.

На протяжении многих лет разными учеными исследовались планетарные передачи разнообразной структуры, которые были направлены на значительное повышение нагрузочной способности, а также улучшение показателей массы и габаритов редукторов. Все эти исследования являются основой продвижения науки о приводной технике [1-3].

Однако одной из актуальных проблем, возникающих при проектировании и эксплуатации планетарных редукторов, остается вопрос о неравномерности распределения нагрузки по сателлитам. Как следствие, возникает задача исследования контакта в зацеплении сателлитов с центральным и корончатым зубчатыми колесами.

В целях решения поставленной проблемы научной школой профессора Леонида Трофимовича Дворникова (СибГИУ, г. Новокузнецк) предложены и запатентованы новые конструкции многосателлитных планетарных механизмов, особенная структура которых обеспечивает передачу мощности от центрального колеса к водиле через все сателлиты одновременно.

Рассмотрим в качестве примера, уравновешенный трехсателлитный планетарный механизм [4], который также имеет конструктивные особенности (рис. 1).

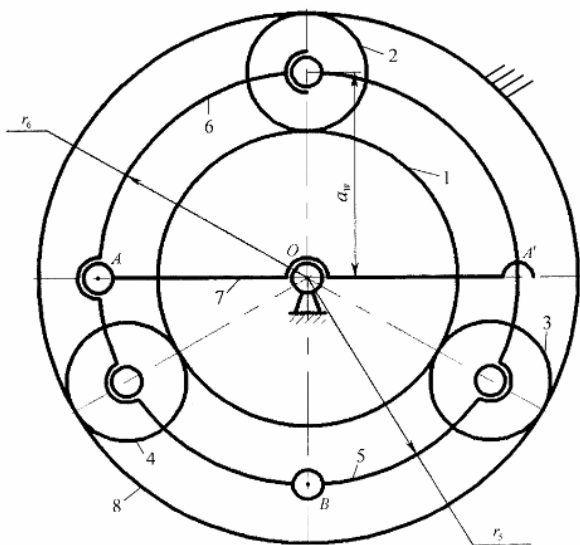


Рис. 1. Схематическое изображение трехсателлитного планетарного механизма, предложенного Хайдуковой Я.А. [3]

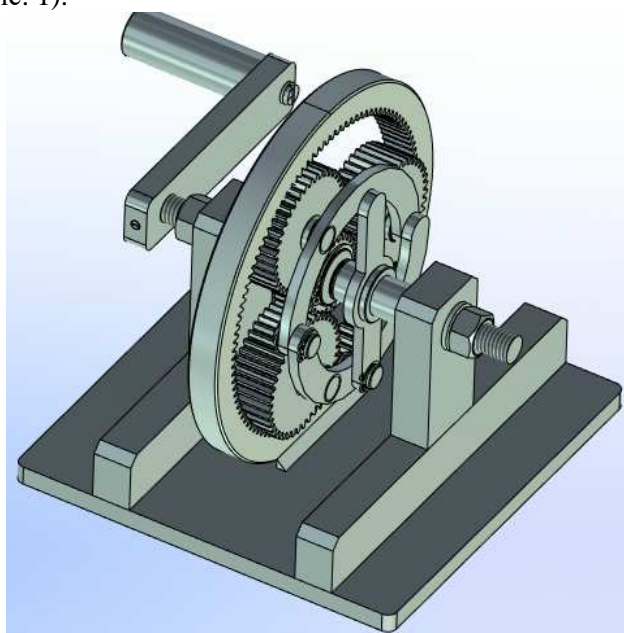


Рис. 2. 3D-модель экспериментального стенда

Подвижность такого механизма равна  $W = 3n - p_5 - p_4 = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 7 - 6 = 1$ , что на примере расчета доказывает работоспособность рассматриваемого механизма, а также способность самоустанавливаться [4]. Рассматриваемый механизм способен не только уравновешивать инерционные

силы, но и быть самоустанавливающимся. Уравновешивание сил инерций от трех спутников достигается путем их установки под равными углами относительно центральной геометрической оси механизма. Уравновешивание сил инерции от двух трехпарных звеньев достигается за счет их исполнения в форме полуколец, причем радиус средней линии полуколец принимается равным межосевому расстоянию механизма. Уравновешивание силы инерции от водила достигается путем выполнения водила в форме стержня, длина которого равна двум межосевым расстояниям.

На основе представленной на рис. 1 схемы был рассчитан пример планетарного механизма и спроектирован стенд (рис. 2), который при физическом исполнении может быть использован для проведения экспериментальных исследований и подтверждения предположения о том, что такая конструкция механизма позволяет равномерно распределить нагрузку между спутниками.

Методика проведения опытов, позволяющих анализировать зацепление спутников с другими зубчатыми колесами, заключается в образовании и диагностике электрической схемы при сопряжении одного из спутников с центральным колесом и коронной шестерней, при этом остальные смежные звенья изготавливаются из диэлектрических материалов. На центральное колесо подается электрическое напряжение, система из центрального колеса, спутника и коронной шестерни будет служить проводником для тока, и от коронной шестерни выведен контакт, соединенный с лампой накаливания. Зубья, находясь в постоянном зацеплении, обеспечивают передачу электрического сигнала на лампочку, если же зубья выйдут из зацепления, лампа погаснет. Для более точного проведения анализа работоспособности представленного механизма требуется необходимость подключения диагностического амперметра, который позволяет увидеть постоянство зацепления зубчатых колес за определенный промежуток времени.

Пробный эксперимент был проведен на зацеплении двух зубчатых колес, который показал достаточность использования приборов с параметрами – зарядное устройство напряжением 12В с силой тока 1А и лампочка на 3В с потребляемой силой тока 0,42А. Эксперимент подтвердил предположение о том, что при наличии контакта зубьев в зацеплении при их перекачивании электрическая цепь не разрывается, и лампа горит.

Таким образом, предложенная методика и экспериментальное оборудование позволят физически подтвердить эффективность создания планетарных механизмов особой структуры, обеспечивающих передачу мощности на водило всеми спутниками одновременно.

#### Список литературы

1. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1966. – 308 с.
2. Андреева Я.А. Решение проблемы создания планетарных редукторов с равномерным распределением нагрузки по спутникам / Я.А. Андреева, Л.Т. Дворников, И.А. Жуков // Машиностроение и инженерное образование. – 2013. – №4. – С. 2-8.
3. Дворников Л.Т. Принципиальные проблемы многоспутных планетарных зубчатых передач и возможные пути их разрешения / Л.Т. Дворников, С.П. Герасимов // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 12. – С. 44-51.
4. Патент №186099 РФ, МПК F16H 1/36. Уравновешенный трёхспутный планетарный механизм / Хайдукова Я.А. – № 2017110534; заявл. 29.03.2017; опубл. 29.12.2018, Бюл. №32.

#### Сведения об авторах:

**Серебряков Игорь Александрович** – магистрант, СибГИУ, г.Новокузнецк;

**Жуков Иван Алексеевич** – научный руководитель, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой механики и машиностроения, СибГИУ, г.Новокузнецк.