

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИВОДА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Уринов Н.Ф., Саидова М.Х., Аминов М. Х.  
(мигистрант)

Бухарский инженерно-технологический институт

### АННОТАЦИЯ

В статье представлено исследование аналога планетарного механизма по типу волнового редуктора, отличительной особенностью которого является применение тел качения вместо гибкого элемента.

**Ключевые слова:** Передача, сепаратор, подшипник качения, тело качения, волновой редуктор, планетарный механизм, привод.

## RESEARCH OF DRIVE TRANSMISSION OF TECHNICAL SYSTEM

Urinov N.F., Saidova M.Kh., Aminov M.H.  
(migrant student)

Bukhara Engineering and Technology Institute

### ABSTRACT

The article presents a study of an analogue of a planetary mechanism of the wave gear type, the distinctive feature of which is the use of rolling elements instead of a flexible element.

**Keywords:** Transmission, separator, rolling bearing, rolling body, wave gear, planetary mechanism, drive.

### ВВЕДЕНИЕ

Создание нового и модернизация действующего технологического оборудования

промышленных предприятий идет по пути внедрения современных приводов.

Привод технической системы — это кинематическая цепочка технических устройств, предназначенных для передачи энергии рабочему органу, создания у него требуемой скорости и задания ему требуемой траектории движения. В кинематическую цепочку входят — источник энергии, передаточный механизм,

система управления скоростным режимом и распределения движения по параллельным потребителям.

Являясь главным организатором работы машины, в то же время привод выступает в роли вспомогательного элемента технической системы, поэтому идеология его проекта основана на предельной компактности и максимальной производительности.

Проблемы приводов разнообразны и зависят от типа машины и комплектов привода. Их можно систематизировать по решаемым приводом задачам — передача рабочему органу энергии для совершения механической работы, задание потребной кинематики режимов движения, задание требуемой траектории движения рабочего органа. Дополнительно приводы требуют совершенствования в рамках решения проблем по экономии ресурсов и экологии рабочего процесса. Одним из стратегических направлений совершенствования приводов машин можно сформулировать следующим образом: снижение потерь мощности на внутреннее трение[1].

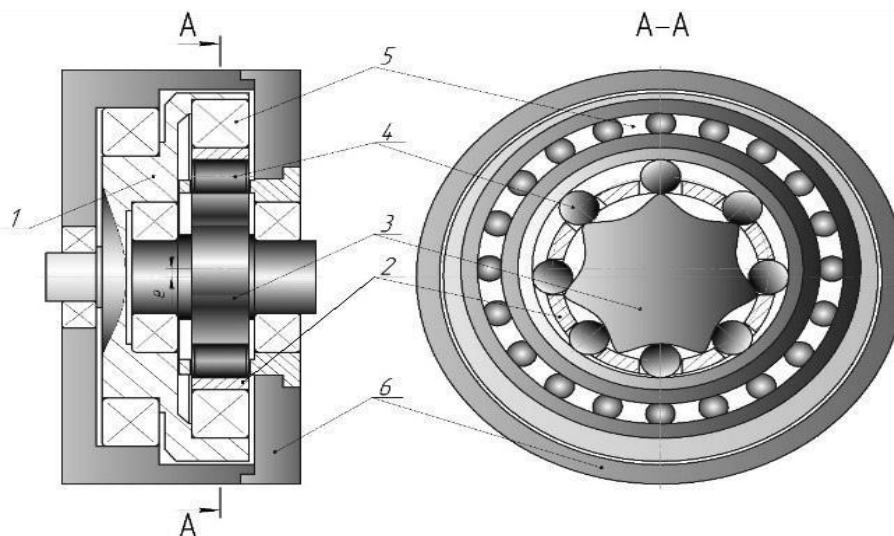
Все чаще в научных публикациях можно встретить описание новых конструкций двигателей, компрессоров, зубчатых дифференциальных вариаторов и других агрегатов, имеющих цель обеспечить предельно малые габариты, топливную экономичность, управляемость рабочим процессом и экологию на уровне «ЕВРО-5, 6». Во многих из них применены волновые, зубчатые планетарные и дифференциальные схемы, обеспечивающие малую массу и габаритные размеры.

### **МЕТОДОЛОГИЯ**

Планетарные механизмы настолько универсальны, что могут воспроизводить не только вращение из вращения при традиционной схеме их использования, но и синтезировать прямолинейную траекторию при определённых размерах колёс. Конструктивно они относятся к роторным схемам, поэтому имеют их достоинства. Звенья в виде зубчатых колёс имеют высокую технологичность и надёжность конструкции. Имея свойство трансформироваться в дифференциал, планетарные механизмы управляемы и адаптированы к смене параметров техпроцесса

На сегодняшний день для передачи крутящего момента существуют различные механизмы, одними из которых являются зубчатые передачи. В свою очередь и зубчатые передачи различаются между собой по принципу работы, по форме зуба, по типу зуба и т.п[3]. В рамках работы исследуется аналог планетарного механизма по типу волнового редуктора, отличительной особенностью которого является применение тел качения вместо гибкого

элемента. Рассмотрим принцип работы исследуемой передачи с промежуточными телами качения на примере (рис.1):



**Рисунок 1 - Плоская радиальная передача с промежуточными телами качения.**

1 – генератор волн, 2 – сепаратор, 3 – профильное колесо, 4 – промежуточные тела качения, 5 – подшипник качения, 6 – корпус механизма.

Представленная передача работает следующим образом: при вращении ведущего вала эксцентриковый диск генератора 1 воздействует на установленный в него подшипник качения 5, который в свою очередь вызывает радиальные перемещения тел качения 4 в пазах сепаратора 2, которые, обкатываясь при этом по внешнему профилю колеса 3, вызывают его вращение при закрепленном сепараторе 2 или поворачивают сепаратор 2 при закрепленном зубчатом колесе 3. Весь механизм при этом смонтирован в корпус 6.

В качестве исходных данных для проектирования передачи следует выбирать радиус тел качения  $r_{tk}$ , длину тел качения (если применяются ролики)  $l$ , количество тел качения  $n$  и радиус центров тел качения  $r$ .<sup>2</sup> Подробные аспекты проектирования передачи данного типа в рамках работы не исследуются.

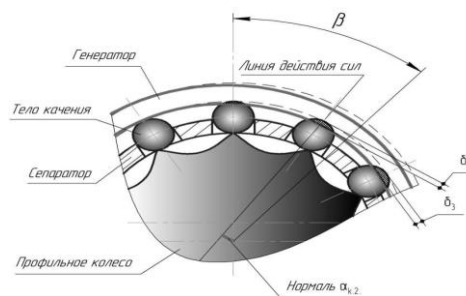
Особое внимание стоит уделить к передачам с промежуточными телами качения. Данные передачи способны обеспечить высокую нагрузочную способность за счет многопарности зацепления, повышенное значение крутящего момента, а также высокое передаточное число в

совокупности с относительно небольшими габаритами.

На сегодняшний момент имеется ряд исследований отечественных и зарубежных авторов по анализу такого вида механизмов. Однако, практически отсутствуют определенные и однозначные методики по решению вопроса о силовом анализе данных механизмов. Проведение силового анализа одного из представителей этого типа механизмов является актуальной.

Исследуемый механизм, представляет из себя статически неопределимую систему. Статическая неопределимость системы обуславливается необходимостью применения уравнений не только статики, но и дополнительно уравнений, учитывающих поведения деформаций тел [2,5].

Предположим, что при зафиксированном сепараторе и профильном колесе, генератор при повороте за счет крутящего момента и деформаций, возникающих в контактах тел качения с элементами передачи, повернется на определенный угол, обозначенный как  $\beta$  (рис.1) [4].



**Рис 1. Деформации при повороте генератора на угол  $\beta$**

На рисунке пунктирной линией показано начальное положение генератора, а сплошной утолщенной конечное, после поворота. Места деформации, возникающие в телах качения, заштрихованы. Согласно методике раскрытия силовой статической неопределимости механизма, указанной в работе [3], делаем предположение о том, что суммарная деформация от смятия тела качения для второго и третьего тел будут определены как зависимости:

$$\delta_2 = \alpha_{к.2} \cdot \beta \quad (1)$$

$$\delta_3 = \alpha_{к.3} \cdot \beta \quad (2)$$

где:  $\delta_2, \delta_3$  - суммарные деформации тел качения;  $\alpha_{к.2}, \alpha_{к.3}$  - длины нормалей к линии действия сил;  $\beta$  – угол поворота генератора.

Максимальная суммарная деформация смятия будет в том случае, когда

нормаль будет максимально возможной. В нашем случае максимально возможным плечом является эксцентриситет передачи.

Сделаем следующее предположение о том, что воспринимаемые телами качения нагрузки связаны соответственно с возникающими деформациями в контакте тел качения и элементов передачи, определенные в зависимостях (1, 2). Запишем данную зависимость ссылаясь на [3] как:

$$\frac{P_i^T}{a_i^T} = \frac{P_{max}^T}{a_{max}^T} \quad (3)$$

где  $P_i^T$  – усилие на  $i$ -том теле качения;  $P_{max}^T$  – максимально возникающее усилие;

$a_i$  – плечо действия силы  $i$ -того тела качения;  $a_{max}^T$  – плечо, возникающее при максимальном усилии.

Так как максимально возможным плечом действия сил является эксцентриситет передачи соответственно, что отмечено выше, то преобразуем выражение (3) для нахождения усилия от генератора на любом теле качения как:

$$P_i^T = \frac{P_{max}^T a_i^T}{e} \quad (4)$$

где  $e$  – эксцентриситет передачи.

## ВЫВОД

С использованием программного обеспечения Microsoft Excel можно определить каждое значение плеча и подставив в формулу 4 определить значения усилий генератора от величины плеча на искомым телах качения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Fayzilloevich, Urinov Nasillo, and Dubrovets Lyudmila Vladimirovna. "Parametric Optimization of Technological Processes." Eurasian Journal of Research, Development and Innovation 13 (2022): 17-22.
2. Статически неопределимая система // Википедия. [2014—2014]. Дата обновления: 08.05.2014. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=62951254> (дата обращения: 08.05.2014).
3. Кудрявцев В. Н., Кирдяшев Ю. Н. (ред.). Планетарные передачи: справочник. – 1977.
4. Саидова М.Х. Исследование современных систем зацеплений. Educational Research in Universal Sciences (ERUS)" jurnal. 11/2023
5. Fayzilloevich, Urinov Nasillo, and Dubrovets Lyudmila Vladimirovna. "Control of force parameters during processing diamond grinding." Academicia Globe: Inderscience Research 3.02 (2022): 73-77.