

Литература

1. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. Шк., 2007. – 797 с.
2. Решение динамических задач с учетом сил инерции и ударной нагрузки: пособие для студентов специальностей 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства», 1-55 01 01 «Интеллектуальные приборы, машины и производства», 1-55 01 03 «Компьютерная мехатроника» / Ю. В. Василевич [и др.]; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Теоретическая механика и механика материалов». – Минск : БНТУ, 2021. – 74 с.
3. Гончарова, С. В. Механика материалов. Расчет статически неопределимых балок [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Гончарова, В. М. Хвасько ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Теоретическая механика и механика материалов". – Минск : БНТУ, 2019.
4. Махнач, Н. А. Расчет на удар статически неопределимого стержня с ломаной осью / Н. А. Махнач, Е. А. Гончарова ; науч. рук. С. В. Гончарова // НИРС МСФ-2024 [Электронный ресурс] : сборник материалов 80-й студенческой научно-технической конференции БНТУ: секции «Теоретическая механика», «Механика материалов и конструкций», 3 мая 2024 г. / редкол.: А. В. Савицкая [и др.]; сост.: А. В. Савицкая, Т. Н. Микулик. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 64-68

УДК 621.833.6

Простые замкнутые дифференциалы

Магистрант Долгий С.А.

Научный руководитель – доцент Протасеня О. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Простые замкнутые дифференциалы находятся на вершине классификационной цепочки планетарных передач, так как обладают наибольшей сложностью в теоретическом и конструктивном аспектах.

На современных транспортных машинах широко применяют двухпоточные передачи. Передача энергии от входного вала к выходному двумя потоками с различной степенью трансформации момента в каждом из них позволяет создавать более совершенные технические устройства.

Возможность использования двухпоточных передач основана на известном свойстве дифференциальных механизмов алгебраически суммировать на одном из основных звеньев не связанные между собой вращения двух других основных звеньев.

Двухпоточная передача состоит из дифференциального механизма и замыкающей передачи, кинематически связывающей два основных звена дифференциального механизма. Такие передачи называются простыми замкнутыми дифференциальными механизмами или **замкнутыми дифференциалами**.

Данные передачи используются в многочисленных современных технических устройствах (автоматические планетарные коробки передач, распределители крутящих моментов, редукторы, мультипликаторы, бесступенчатые передачи, главные судовые приводы и др.).

В качестве дифференциального механизма и замыкающей передачи в основном применяется трехзвенный планетарный механизм с одновенцовыми сателлитами, обладающий конструктивной простотой и минимальными массогабаритными параметрами.

Возможно использование различного (два, три, четыре и т. д.) количества дифференциальных механизмов \mathcal{D} в составе замкнутого дифференциала, но их применение должно быть обосновано экономической целесообразностью.

На рисунке 1 представлена структурная схема простого замкнутого дифференциального механизма, состоящего из дифференциального механизма \mathcal{D} и планетарного механизма $\mathcal{П}$, связанных между собой двумя мощностными потоками \mathbf{I} и \mathbf{II} .

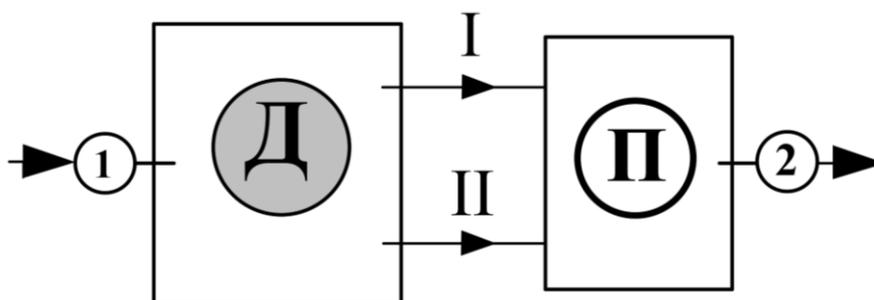


Рис. 1. Структурная схема замкнутого дифференциала

На рисунке 2 показана кинематическая схема редуктора лебедки экскаватора Э-6516 на базе простого замкнутого дифференциала, а на рис. 3-его расчетная схема.

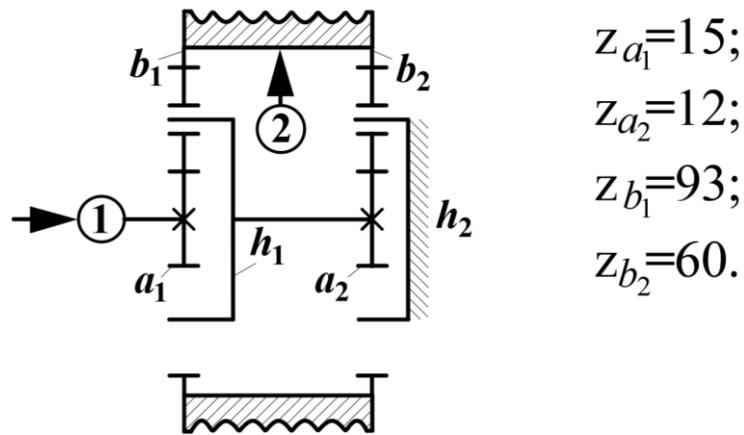


Рис. 2. Схема редуктора механизма подъема главной лебедки экскаватора Э-6516

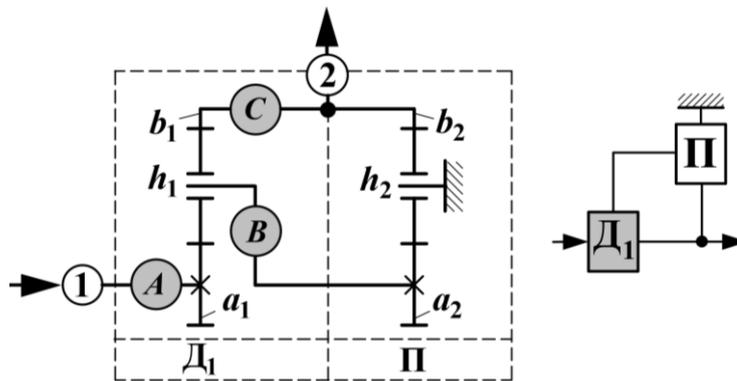


Рис. 3. Замкнутый дифференциал Д1-П с одним дифференциальным механизмом Д1 на входе передачи (механизма подъема главной лебедки экскаватора Э-6516)

На рис. 4 и 5 представлены простой замкнутый дифференциал в трансмиссии автоматической планетарной коробки передач **Allison WT-3060** и его расчетная схема на втором скоростном режиме.

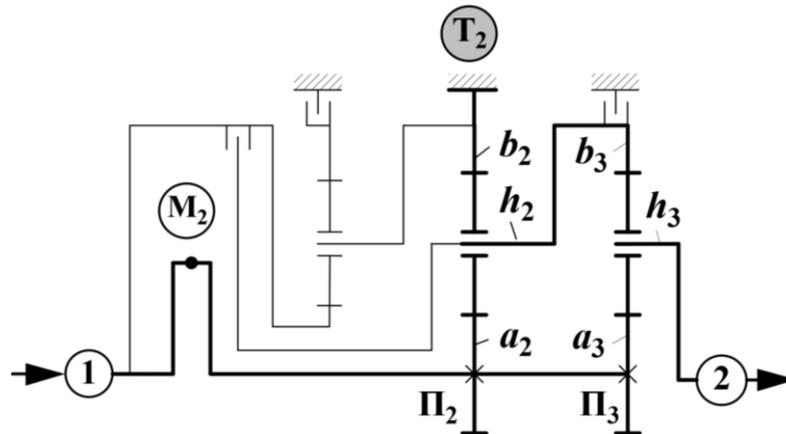


Рис. 4. Кинематическая схема работы ПКП Allison WT-3060 на втором скоростном режиме: включены муфты M_2 , T_2

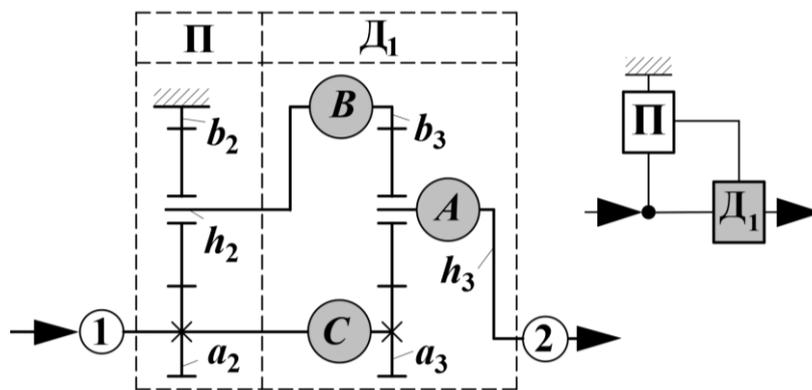


Рис. 5. Замкнутый дифференциал П-Д₁ (второй скоростной режим)

Исследованиями замкнутых дифференциалов занимались в 50-х, 60-х годах два ученых: Шабанов К. Д. (МВТУ им. Н. Э. Баумана) и Кирдяшев Ю. Н. (Ленинградский институт водного транспорта).

Их теоретические расчеты достаточно сложны и громоздки. Отсутствует общая классификация замкнутых дифференциалов, нет алгоритма образования кинематических схем.

Также сложны и громоздки расчеты передаточных отношений, мощностного баланса, циркуляции мощности, что создает дополнительные проблемы для изучения замкнутых дифференциалов в учебном процессе.

Учитывая актуальность применения замкнутых дифференциалов в многочисленных приводах машин и механизмов, созрела необходимость разработки комплексного подхода к исследованию данных передач.

Задачи научных исследований

1. Создание классификации замкнутых дифференциалов.
2. Разработка методики образования кинематических схем замкнутых дифференциалов.
3. Создание достаточно простой в понимании кинематической теории расчета передаточных отношений, силовых зависимостей, мощностного баланса и к. п. д. замкнутых дифференциалов для возможности применения ее как в учебном процессе, так и для научных исследований современных трансмиссий мобильных машин.
4. Выработка критериев выявления схем с циркуляцией мощности и путей оптимизации данных схем.
5. Создание математической модели различных типов замкнутых дифференциалов для оперативного выбора на стадии проектирования оптимальных и рациональных кинематических схем с учетом массогабаритных и компоновочных и параметров динамической нагруженности.

Литература

1. Планетарные передачи. Справочник / Под ред. В.Н. Кудрявцева и Ю.Н. Кирдяшева, Л.: Машиностроение, 1977, 536 с.
2. Детали машин: учебно-методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей: в 3 ч. / А.Т. Скойбеда (и др.); под общ. ред. А.Т. Скойбеда. -Минск: БНТУ, 2019.-Ч.1 :Механические передачи.-2019.-215с. ISBN 978-985-583-168-7(Ч.1).
3. Кинематическая теория планетарных механизмов / А.Т. Скойбеда. О.Н. Протасеня, А.А. Калина // Инновации в машиностроении: 100-летний опыт в науке, производстве, образовании [Электронный ресурс]: сборник материалов 18-й МНТК «Наука – образованию, производству. экономике» / БНТУ, Машиностроительный факультет; редкол.: А.А. Калина и [и др.] – минск: БНТУ, 2021
4. Детали машин: учебно-методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей: в 3 ч. / А.Т. Скойбеда (и др.); -Минск: БНТУ, 2019.-Ч.2 :Соединения деталей машин.-2022.-179с. ISBN 978-985-583-349-0(Ч.2).
5. Шабанов К.Д. Двухпоточные передачи транспортных машин. М., Машгиз, 1962.

6. Кирдяшев Ю.Н. Замкнутые передачи дифференциального типа. Л., «Машиностроение», 1969, 176 с

УДК 621.

Использование САД систем в проектировании зубчатых передач редукторов

Студенты гр. 10305222 Крепская В.Я., Жаврид Ю.Ю.

Научный руководитель – доцент Швец И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Для ускорения конструирования разрабатываемых зубчатых колес используются различные программные продукты виртуального моделирования.

Представленная в статье цилиндрическая косозубая передача создавалась в программе Solidworks. До этого были сделаны расчеты зубчатой передачи, получены геометрические параметры, сделаны проверочные расчеты. Созданная цифровая версия зубчатых колес должна соответствовать аналитически рассчитанной.

Для того чтобы построить зубчатое колесо необходимо задать значения геометрических параметров и уравнения для построения зуба эвольвентного профиля (рис. 1)

Имя	Значение / Уравнение
<input type="checkbox"/> Глобальные переменные	
"mn"	= 2
"z"	= 104
"b"	= 40
"alpha"	= 20.41315
"beta"	= 12.0405
"d"	= ("z" * "mn") / cos ("beta")
"da"	= "d" + "mn" * 2
"zv"	= "z" / cos ("beta") ^ 3
"dv"	= "mn" * "zv"
"Dbv"	= "dv" * cos ("alpha")
"Dfv"	= "dv" - "mn" * 2.5
"Sv"	= "dv" * pi / ("zv" * 2)

Рис. 1. Значения геометрических параметров