

УДК 681.527

ДВУХСКОРОСТНОЙ ПРИВОД ЛЕГКОГО РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОГО РОБОТА С 6-ТИ ПРИВОДНОЙ НЕЗАВИСИМОЙ ПОДВЕСКОЙ

Вилков А.А., студент

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Специальная роботехника и мехатроника»

Краснов Д.В., студент

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Специальная роботехника и мехатроника»

Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н.

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Консультант: Калинин А.В., к.т.н., с.н.с.

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
gorod@bmstu.ru

В подвеске робота используется привод, собранный по принципу «мотор-колесо». Такая компоновка позволяет спрятать часть редуктора в само колесо подвески робота, что обеспечит свободное пространство внутри тележки. Также это упрощает монтажно-сборочные работы, обслуживание и ремонт привода.

Электрическая часть, а так же датчики положения ротора, датчики пути, температурные датчики и датчики влажности будут спроектированы на следующем этапе проекта.

Согласно техническому заданию необходимо разработать двухскоростной привод для легкого разведывательного робота (ЛРР) с 6-и приводной независимой подвеской, на основе следующих данных:

Общая масса ЛРР, кг	не более 100
Масса ТС, кг	не более 50
Масса снаряженного ТС, кг	не более 75
Габаритные размеры ТС, мм	не более 1000x800x800
Ориентировочный радиус колеса, мм	150

Обороты на выходе	
1-ой передачи, м/с (об/мин)	1.4 (89)
2-й передачи, м/с (об/мин)	4 (254)
Колесная формула	6x6
Коэффициент сцепления	0.5
Ориентировочное КПД трансмиссии	0.8
Преодолеваемый угол (кратковременно), град	30
Установочная мощность на колесо, Вт	146
Максимальный момент на выходе при работе двигателя в номинальном режиме, Нм	20

Данные на разработку ЛР являются предварительными и могут корректироваться в пределах 20% в процессе проработки конструкции.

В конструкции следует применить бесколлекторные двигатели, предусмотрев установку (по необходимости) датчиков положения ротора, датчиков пути, температурных датчиков, датчиков влажности.

Бесколлекторные двигатели состоят из статора с многофазной обмоткой и возбужденного ротора в виде постоянного магнита и датчика положения. У бесколлекторных двигателей отсутствуют вращающиеся и переключающиеся контакты. Поэтому такие двигатели обладают очень большим ресурсом и пониженным уровнем электромагнитного шума по сравнению с коллекторными двигателями. Автоматический процесс управления электродвигателем будет осуществляться через блок управления.

Двухскоростные механические приводы с планетарным редуктором широко используются в робототехнических, мехатронных и других системах. Аналогичные планетарные механизмы применяются в автоматических коробках передач различных транспортных средств. До сих пор сложность и дороговизна изготовления не позволяли использовать планетарные передачи для относительно небольших колесных тележек, но с развитием новых технологий стало возможным применение такого вида механизмов в легких разведывательных роботах.

В основе механической части используются планетарные механизмы с различным числом степеней свободы. Планетарные механизмы используют в силу ряда их преимуществ:

- широкие кинематические возможности, поскольку планетарная передача может выполнять функции редуктора с постоянным передаточным отношением (например, при закреплённом коронном колесе), коробки передач (скоростей) при последовательном закреплении различных основных звеньев, дифференциального механизма для сложения и вычитания движений.
- габаритные размеры и масса редукторов на базе планетарных передач могут быть в 2 - 4 раза меньше габаритных размеров и массы обыкновенных зубчатых редукторов. Уменьшение габаритных размеров и массы объясняется следующими особенностями:
- многопоточность – способность распределения мощности от входного звена к выходному несколькими параллельными потоками, число которых равно числу сателлитов (например, при четырёх сателлитах нагрузка в зубчатом зацеплении каждого сателлита в среднем в четыре раза меньше, чем в зубчатом сопряжении обыкновенной однопоточной передачи, что позволяет уменьшить диаметры солнечного колеса и сателлитов);
- конструктивная схема планетарной передачи представляет собой симметричную конструкцию и вследствие этой симметричности составляющие нагрузок в зубчатых зацеплениях взаимно уравниваются и практически не передаются на подшипники основных звеньев, поэтому эти подшипники могут использоваться малых типоразмеров;

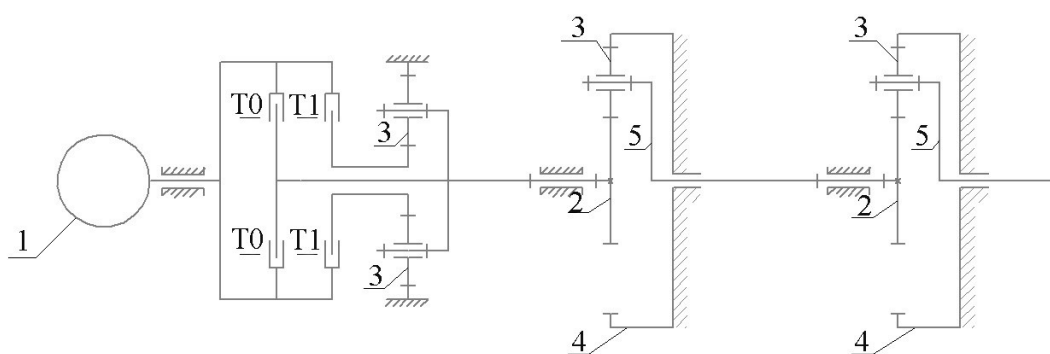


Рис.1. Кинематическая схема привода

В состав привода входят: 1 – бесколлекторный двигатель; 2 – солнечная шестерня планетарной передачи; 3 – сателлит; 4 – кольцевая шестерня; 5 – водило.

Каждая из ступеней планетарного редуктора может иметь рациональное передаточное отношение $i = [3 \dots 9]$ и ориентировочный КПД равный $[0.99 \dots 0.97]$. Однако

при последовательном соединении в планетарный ряд нескольких передач стоит учесть, что КПД ряда будет уменьшаться и его значение необходимо рассчитать по формуле:

$$\eta = [0.99^n \dots 0.97^n],$$

где n – число степеней планетарного ряда.

Планетарным механизмом, имеющим две степени свободы, можно управлять с помощью сцепного механизма. Механизм будет работать по принципу переключателя и будет занимать либо положение Т0 или Т1. Сцепное устройство также должно выполнять функции триггера, то есть будет обладать возможностью находиться в двух устойчивых положениях Т0 и Т1. Переход из одного устойчивого положения в другое будет исполнять двухпозиционный электромагнит. Процесс управление будет осуществляться посредством электронного устройства. Если механизм займет положение Т0, то имеет место прямая передача ($i = 1$); если же займет положение Т1, то передаточное отношение будет больше единицы ($i > 1$).

Управляемый планетарный механизм необходимо реализовать на месте первой ступени планетарного ряда, так как на нее будет действовать наименьший момент, и тогда сцепной механизм будет подвержен сравнительно небольшим перегрузкам по моменту (рис.2, 1-й участок).

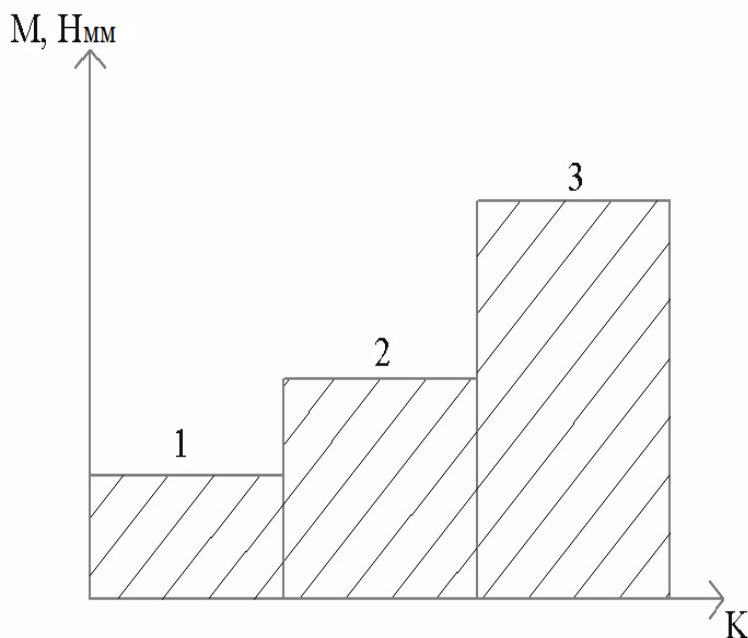


Рис. 2. Диаграмма качественной оценки нагрузки, действующей на входной вал К-й ступени редуктора

При разработке конструкции в соответствии с техническим заданием необходимо опираться на размеры радиуса колеса; минимизацию габаритов планетарного редуктора, а габариты редуктора напрямую зависят от размеров последней ступени т.к. она подвержена наибольшим перегрузкам по моменту (см. рис.2, 3-й участок); предусмотреть запасы прочности при перегрузках по моменту, а так же принять во внимание размеры фланца электродвигателя.

Список литературы

1. Шарипов В. М., Крубольдт Л. Н., Маринкин А. П. Планетарные коробки передач колесных и гусеничных машин М.: МГТУ «МАМИ», 2000 год.
2. В. В. Козырев, Планетарные редукторы в составе роботов и мехатронных систем (Учебное пособие): Владимирский государственный университет, 2008 год.
3. Решетова Д. Н., Детали машин. Атлас конструктора. Издательство «Машиностроение» . Москва 1970 год.
4. Чернавский С.А., Снесарев Г.А., Козинцов Б.С. и др. Проектирование механических передач. Учебно-справочное пособие для втузов/ Москва. Издательство «Машиностроение».1984 год.
5. Красеньков В. И., Вашец А. Д. Проектирование планетарных механизмов транспортных машин. Издательство «Машиностроение» , 1986 год.
6. Кудрявцев В.Н., Кирдяшев Ю.Н. Планетарные передачи. Справочник. Издательство «Машиностроение» , 1977 год.
7. Перминова Е. А., Нарыкова Н. И., Потапцев И. С., Буцев А. А. и др. Учебное пособие. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании в двух частях: Часть 1. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. Москва 2010 год, Часть 2. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. Москва 2012 год