

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ

Хадеев Р.Г.

Ключевые слова: планетарный дифференциал, генератор тока, крутящий момент, передаточное отношение.

Аннотация. В статье предложена конструкция простой трансмиссии позволяющей во всём диапазоне движения, в автоматическом режиме изменять крутящий момент и передаточное отношение на ведомом валу. Она позволяет приводному двигателю на всех режимах движения от момента старта, работать на оптимальных оборотах при полной отдаче мощности. Применение такой трансмиссии на гибридном транспорте и, особенно на электротранспорте, наиболее экономически выгодно и позволяет преодолеть и упростить некоторые сложные элементы технологических решений.

ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION

Khadeev R.G.

Keywords: planetary differential, current generator, torque, transfer ratio.

Abstract. The article proposes the design of a simple transmission that allows, in the entire range of motion, to automatically change the torque and gear ratio on the driven shaft. It allows the drive motor in all driving modes from the moment of start to operate at optimal speed with full power output. The use of such a transmission in hybrid vehicles, and especially in electric vehicles, is the most cost-effective and allows overcoming and simplifying some of the complex elements of technological solutions.

Трансмиссию для большинства транспортных средств можно скомпоновать по представленной здесь схеме. Такая трансмиссия в автоматическом режиме и в полной мере обеспечивает весь необходимый диапазон преобразования крутящего момента и передаточного отношения. Состоит она из двух основных элементов: планетарного асимметричного дифференциала и соединенного с ним генератора, расположенных на валу привода. Принцип её действия основан на сравнении силы, необходимой для движения транспортного средства, с силой Ампера, возникающей при выработке тока генератором, с учетом асимметричности дифференциала.

Схема реализации такого решения для электротранспорта описана в [1] и представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема трансмиссии для лектротранспорта

Вал 1 тягового электродвигателя, предпочтительно синхронного, соединен с ротором генератора 3 и центральным колесом планетарной передачи 8. Статор генератора 4 соединен с венцом планетарной передачи 5, свободно вращается вокруг вала 1 и соединен с муфтой 2, имеющей возможность соединять его с корпусом. По центральному колесу 8 обкатываются сателлиты 6, установленные на водиле 7, которое соединено с ведомым валом 9. Вращение вала 1 тягового двигателя передается на вход дифференциала, центральное колесо 8 и ротор генератора 3. Выход дифференциала, водило 7, соединено с ведомым валом 9, передает крутящий момент на ведущие колеса, а второй выход, венец 5 стремится вращаться в обратную сторону, но соединенный с ним статор генератора 4 при наличии электрической нагрузки в цепи генератора увлекается за ротором 3 и вращает дифференциал вокруг оси. Оба канала передают вращение на ведомый вал. Муфта 2 имеет возможность соединять статор генератора 4 с корпусом. Статор при этом останавливается и на ведомый вал передается вращение с максимальным для данного дифференциала крутящим моментом. При необходимости, при остановленном статоре генератор используется как дополнительный электродвигатель, а также используется для пуска тягового синхронного электродвигателя. Электродвигатель может быть не обязательно синхронным, трансмиссия может работать с любым электродвигателем. Главное преимущество такой трансмиссии то, что при увеличении нагрузки на ведомом валу он тормозится и при этом увеличивается крутящий момент и, наоборот, при облегчении нагрузки на ведомом валу, он разгоняется, а передаточное отношение трансмиссии автоматически уменьшается. Управлять нужно только работой генератора. При увеличении тока, вырабатываемого генератором, и увеличении индукционной силы, возникающей между ротором и статором генератора, скольжение между ними уменьшается, вращение элементов дифференциала относительно друг друга уменьшается, и движение на ведомый вал в большей степени передается через вращение дифференциала вокруг оси, при этом суммарное передаточное отношение уменьшается, скорость вращения ведомого вала возрастает. Выработанный генератором электрический ток возвращается в сеть, а также питает тяговой двигатель, обмотку возбуждения, если электродвигатель синхронный, а также другие потребители. При таком способе передачи вращения на электропоездах не нужен будет запредельных размеров редуктор, соединяющий тяговой двигатель с колесной парой, а также дорогая и пока несовершенная высоковольтная элементная база для управления.

Для гибридного транспорта трансмиссия (рис. 2) принципиально устроена также [2], как и для электротранспорта, только электрический ток, вырабатываемый генератором, расходуется в большей мере электродвигателем, ротор которого установлен на валу привода, и вращающим вал привода вместе с мотором транспортного средства, компенсируя затраты на производство электрического тока, вырабатываемого при работе трансмиссии.

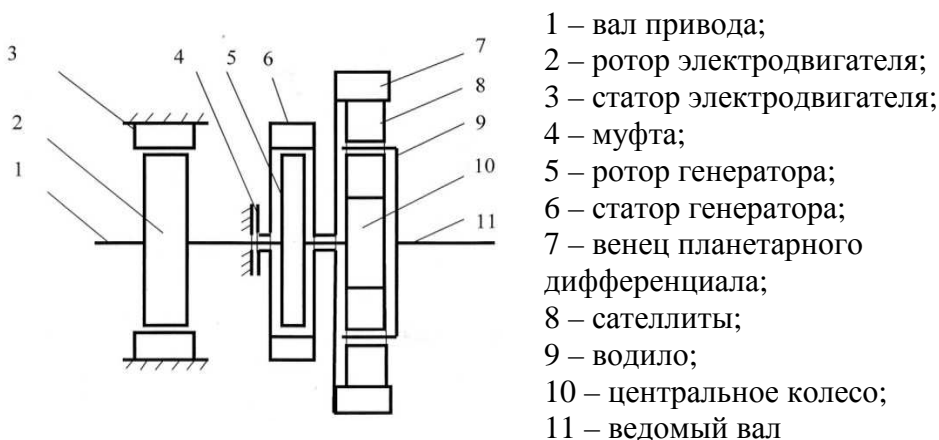


Рис. 2. Схема трансмиссии для гибридного транспорта

Важно то, что и двигатель и генератор жестко установлены на общем валу. Не нужны скользящие токоъемники для передачи мощности, а значит, повышается ресурс, экономичность и надежность. Также можно синхронизировать работу магнитных полей двигателя и генератора, использовать для управления эффект Холла, установив устройство на валу.

Такая трансмиссия более экономична, чем известные, наиболее технологичные автомобильные трансмиссии. Она имеет большой межремонтный ресурс. В ней значительно меньше элементов, на которых имеются потери. Часть энергии поступающей от мотора тратится на выработку электричества. Современные генераторы такой мощности имеют КПД восемьдесят пять процентов. При передаточном отношении в дифференциале равном трем на ведомый вал, передается три доли мощности. Передаточное число от венца, также вращающего ведомый вал в ту же сторону, равно полутора, но с учетом того, что есть скольжение между статором и ротором, оно может значительно увеличиваться. Оба выхода дифференциала вращают ведомый вал в одном направлении, и выработанная генератором энергия так же используется в полной мере, потери минимальны. Доля энергии мотора, идущая на выработку электричества меньше чем одна третья часть. Потери при этом составляют около пяти процентов. Но, так или иначе, электричество в любом случае необходимо для функционирования систем транспортного средства, для питания возбуждения, если электродвигатель синхронный [3] и зарядки батареи, поэтому считать потерями при сравнении трансмиссии по экономичности будет некорректно. Ещё два процента теряется на планетарной передаче. Один процент мощности тягового привода потратит инвертор. Необходимо добавить ещё процент на потери в сальниках и подшипниках. Получается в любом случае меньше, чем в современных трансмиссиях. Кроме того в такой трансмиссии не происходит большого роста потерь с выработкой ресурса, потери растут незначительно. Такая трансмиссия в большей мере работает автоматически, а при необходимости во всем диапазоне управляется электроникой. Нет

переключений, нет отключений двигателя от ведомого вала. Двигатель работает всегда на оптимальном режиме. Даже при старте, когда транспортное средство неподвижно, тяговый двигатель работает на оптимальных оборотах, статор генератора при этом вращается в обратном направлении, а на ведомом валу реализуется максимальный крутящий момент. В рекуперации при торможении могут участвовать и электродвигатель, работающий в режиме генерации и, собственно, генератор. Дополнительный импульс мощности при старте и разгоне может давать генератор, используемый как двигатель, статор которого муфтой фиксируется с корпусом. Эту трансмиссию вполне возможно использовать на обычных транспортных средствах с двигателем внутреннего сгорания. Такому транспортному средству не нужен будет стартер, генератор и механизм сцепления. Вследствие высокой скорости реагирования электрических систем такую трансмиссию можно использовать в качестве анти блокировочной системы при торможении и регулировки тягового усилия при разгоне.

Список литературы

1. Хадеев Р.Г. Трансмиссия для электротранспорта // «EurasiaScience» XLVII Международная научно-практическая конференция. – М.: Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2022. – С. 89-92.
2. Хадеев Р.Г. Трансмиссия для гибрида инновации в науке и практике // Сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции. – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 28-32.
3. Хадеев Р.Г. Синхронный двигатель для автомобиля // Машиностроение. – 2017. – №9. – С. 251-253.

References

1. Khadeev R.G. Transmission for electric transport // "EurasiaScience" XLVII International scientific and practical Conference. – M.: Scientific and Publishing Center "Relevance.RU", 2022. – P. 89-92.
2. Khadeev R.G. Transmission for hybrid innovations in science and practice // Collection of scientific articles based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference. – Ufa: Ed. SIC Bulletin of Science, 2022. – P. 28-32.
3. Khadeev R.G. Synchronous motor for a car // Engineering, 2017, no. 9, pp. 251-253.

Хадеев Равиль Гафиевич – кандидат технических наук	Khadeev Ravil Gafiejvitch – candidate of technical sciences
khadeev@mail.ru	

Received 10.12.2022