

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ

Хадеев Р.Г.

г. Обнинск

Ключевые слова: крутящий момент, передаточное отношение, асимметричный планетарный дифференциал, электроиндукционная муфта.

Аннотация. В статье рассматривается электромеханическая трансмиссия для гибридных и электрических автомобилей. Описан способ изменения передаточного отношения и крутящего момента от двигателя на ведомый вал. Приведены два примера такой трансмиссии. Трансмиссия обеспечивает плавное изменение передаточного отношения без отключения мощности в процессе движения транспортного средства от старта до разгона максимальной скорости. Обращено внимание на экономичность, на возможность подключения дополнительно электромотора, на возможность рекуперации тока при торможении, на возможность использования, как устройства для получения эффекта противоскольжения.

ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION

Khadeev R.G.

Obninsk

Keywords: torque, gear ratio, asymmetric planetary differential, electrical induction clutch.

Abstract. The article discusses electromechanical transmission for hybrid and electric vehicles. A method for changing the gear ratio and torque from the engine to the driven shaft is described. Two examples of such a transmission are given. The transmission provides a smooth change in the gear ratio without turning off the power during the movement of the vehicle from start to acceleration of maximum speed. Attention is drawn to efficiency, to the possibility of connecting an additional electric motor, to the possibility of regenerating the current during braking, to the possibility of using it as a device for obtaining the anti-skid effect.

Трансмиссия транспортного средства должна решать задачу согласования оборотов вала двигателя и оборотов ведущего колеса, обеспечивая при этом необходимый крутящий момент. Двигатель всегда имеет конкретный, оптимальный режим работы. На этом режиме работы он наиболее экономичен, работа его более устойчива. Обороты колеса изменяются от неподвижного положения до скорости, соответствующей максимальной её величины для транспортного средства. Диапазон регулирования очень велик. Поэтому трансмиссия современного автомобиля это сложный, дорогой механизм. В статье описан иной способ регулирования и согласования двигателя с ведущим колесом. Это электромеханическое устройство, состоящее из асимметричного дифференциала, соединенного с генератором и силовой, электроиндукционной муфтой скольжения, как представлено в [1], которые находятся на валу и являются электрическими машинами двойного вращения. Способ состоит в том, что вращение передается и через шестерни дифференциала, который имеет большое передаточное отношение и, одновременно через вращение дифференциала вокруг оси двигателя. Когда вращение в большей степени передается через шестерни дифференциала, на ведомый вал передается больший

крутящий момент при большом передаточном отношении. Когда вращение передается в большей степени через общее вращение вала с дифференциалом, обороты его приближаются к оборотам двигателя. Схема такой трансмиссии для гибридного транспорта показана на рисунке 1.

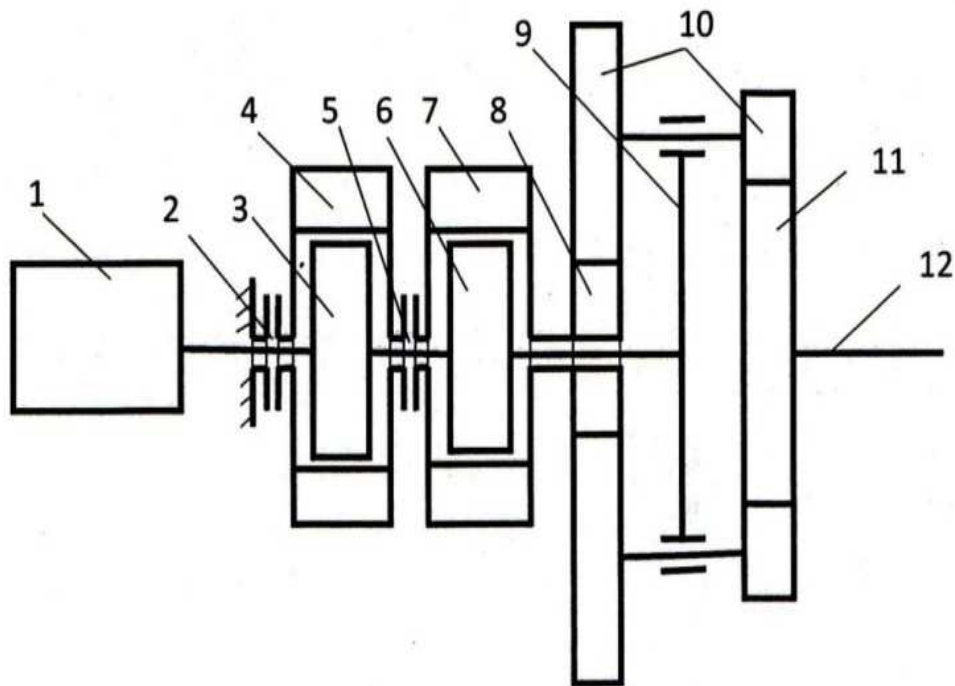


Рис. 1. Схема трансмиссии

Вал двигателя 1 соединен с ротором генератора 3, с индуктором электроиндукционной муфты 6 и с водилом планетарного дифференциала 9 с сателлитами 10, которое в данном примере, является входом дифференциала. Выход дифференциала, передающий больший крутящий момент соединен с шестерней 11 и передает вращение на ведомый вал 12. Второй выход дифференциала, центральное колесо 8, соединен с якорем электроиндукционной муфты 7 и, посредством сцепной управляемой муфты с синхронизатором 5, со статором генератора 4, который свободно вращается на валу двигателя. Статор генератора, посредством второй муфты 2 может быть подключен на корпус механизма для остановки его вращения. Второй выход дифференциала может быть остановлен при включении обеих муфт.

Второй выход дифференциала стремится вращаться в обратную сторону относительно направления вращения двигателя, но силой индукции, соединенных с ним статора генератора и якоря электроиндукционной муфты, увлекается за ротором генератора и индуктором электроиндукционной муфты, которые соединены с валом двигателя. Дифференциал, возникающей при этом силой Ампера, частично блокируется, и весь механизм начинает вращаться вокруг оси двигателя. Но, при этом, частично вращение передается и через шестерни дифференциала с повышенным передаточным отношением и крутящим моментом. Скорость вращения и крутящий момент на ведомом валу определяются соотношением нагрузки на ведомый вал и суммы сил сцепления элементов электроиндукционной муфты и генератора. При увеличении нагрузки

на выходном валу, ведомый вал тормозится, скольжение между статором и ротором генератора и между якорем и индуктором электроиндукционной муфты увеличивается. Вращение в большей степени передается через шестерни дифференциала и на ведомом валу уменьшается скорость его вращения, а крутящий момент увеличивается. При необходимости увеличения мощности на ведомом валу, муфта 5 отсоединяет статор генератора от электроиндукционной муфты, а муфта 2 соединяет статор генератора с неподвижным элементом корпуса и статор генератора останавливается. После этого генератор может работать в качестве электродвигателя. Для максимального увеличения крутящего момента на ведомом валу муфта 5 также может быть включена, при этом второй выход дифференциала останавливается и дифференциал работает как повышающая передаточное отношение зубчатая передача.

Для такой трансмиссии не требуется механизма сцепления. Управление происходит моментально и просто. Но главное преимущество состоит в том, что двигатель может работать на одном, постоянном режиме по оборотам. При изменении мощности двигателя водителем, обороты начинают изменяться, но по сигналу датчика оборотов, изменяется ток, вырабатываемый генератором, изменяется сила Ампера, изменяющая соотношение сил в работе дифференциала, и обороты восстанавливаются.

Для электроприводного автомобиля согласование постоянных, оптимальных оборотов электродвигателя с широким диапазоном вращения колес так же важно для обеспечения экономичности и получения необходимого крутящего момента. Наиболее экономичный синхронный электродвигатель после холостого пуска и вхождения в синхронизм также подключается к дифференциалу, и работа трансмиссии управляется электроникой. Наиболее удобной оказывается схема такой трансмиссии для дополнительных электродвигателей, подключенных на колеса, не соединенные с основным двигателем [2]. Схема такого устройства показана на рисунке 2.

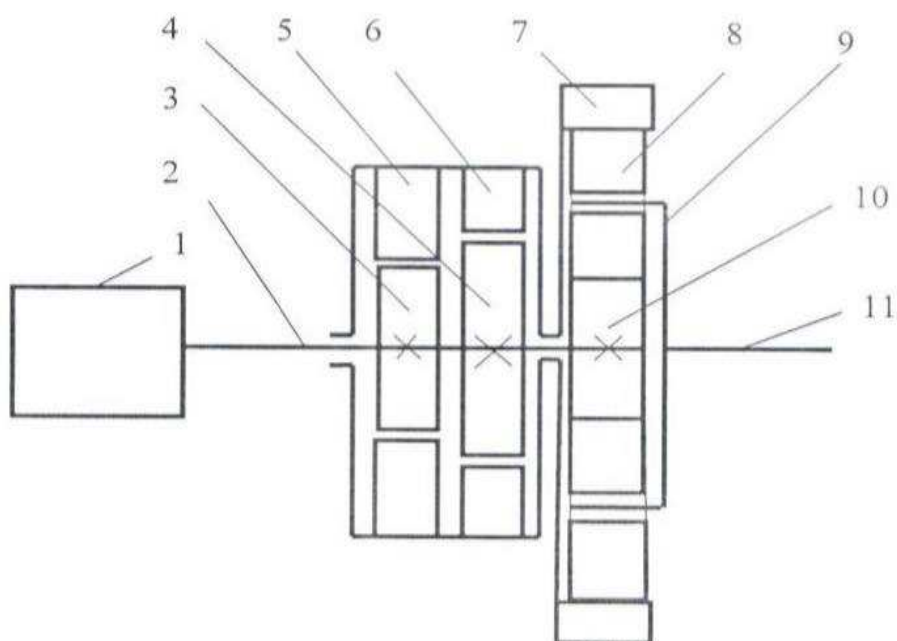


Рис. 2. Схема устройства

Это устройство состоит из асимметричного планетарного дифференциала, установленного на валу электродвигателя и имеющего возможность вращаться вокруг него, вход которого подключен к ведущему валу электродвигателя. Вал привода также соединен с электроиндукционной муфтой и генератором. Вал 2 электродвигателя 1 соединен с входом планетарного дифференциала, центральной шестерней 10. Один выход планетарного дифференциала, водило 9 с сателлитами 8, через вал 11 соединен с колесом транспортного средства, а второй его выход, венец 7, соединен с якорем электроиндукционной муфты 6 и статором генератора 5, которые соединены между собой и свободно вращаются на валу. Индуктор муфты 4 и ротор генератора 3 установлены на валу двигателя и соединены с ним. При вращении вала электродвигателя генератор вырабатывает электрический ток для работы муфты, при этом сила Ампера, возникающая между ротором и статором генератора, увлекает статор за ротором. Якорь электроиндукционной муфты также увлекается за её индуктором, который вращается электродвигателем. Эти две силы складываются и ускоряют вращение ведомого вала. Передаточное отношение от двигателя на вал складывается из вращений, передаваемого через шестерни дифференциала и вращений дифференциала вокруг оси. При старте автомобиля электродвигатель вращается с постоянной, оптимальной скоростью. Ведомое колесо ещё неподвижно, но на нем действует максимальная сила. Крутящий момент может изменяться в широких пределах. Генератор также вырабатывает ток и питает обмотку возбуждения электродвигателя, с которой ротор генератора и индуктор электроиндукционной муфты находятся на общем валу. Поэтому во всём устройстве нет скользящих контактов, что повышает надежность и безопасность. Управление такой трансмиссией может осуществляться электронными устройствами, возможно с датчиками Холла, либо иными. Электродвигатель на всех режимах будет работать на постоянных, оптимальных оборотах, что важно для экономичности и получения максимальных параметров по крутящему моменту. Механизм представлен в патенте [3]. Также, если к колесам подключены такие вспомогательные электродвигатели с дифференциалом и генератором, при торможении и рекуперации удобно использовать их с эффектом противоскольжения, так как у электрических систем нет инерции, и они имеют мгновенную реакцию. Особенно нужно отметить то, что такое устройство с пользой может быть использовано для любого вида электротранспорта.

Список литературы

1. Khadeev R.G. Gearing Of An Electric Vehicle // Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST). 2020. Vol. 7. Issue 8. P. 12505-12506.
2. Khadeev R.G. Electromechanical transmission // Applied Science and Innovative Research. 2021. Vol. 5, No. 1. P. 53-55.
3. Патент № 2726378 РФ. Устройство преобразующее обороты и момент вращения двигателя / Хадеев Р.Г. – Заявка № 2020102195, приоритет от 20.01.2020; опублик. 13.07.2020, Бюл. №20.

Сведения об авторе:

Хадеев Равиль Гафиевич – к.т.н., г. Обнинск.