

УДК 629

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЛНОГО ПРИВОДА АВТОМОБИЛЕЙ

Ю.В. ПОЧЕНЧУК

(Представлено: И.В. ХОМИЧ)

Приведен сравнительный анализ систем полного привода, применяемых на транспортных средствах. Рассмотрены основные типы полного привода транспортных средств, изучены достоинства и недостатки каждого из них.

В зависимости от конструктивных особенностей все типы полного привода можно разделить на следующие группы: постоянный полный привод (full-time), подключаемый полный привод, предназначенный только для временного использования привод (part-time), подключаемый полный привод, предназначенный для постоянного использования [1–3].

Постановка задачи: сравнить различные типы полного привода, применяемые на транспортных средствах, сделать вывод о преимуществах и недостатках каждого типа полного привода.

Подключаемый полный привод, или полный привод Part-Time. Part-time 4WD, (англ. «Part-time» – неполный рабочий день) – полный привод, предназначенный только для временного пользования. При движении по дорогам с твёрдым покрытием вся тяга передаётся только на один мост, как правило, задний [4]. Второй мост может подключаться как механически, так и дистанционно (электро- или гидроприводом). При этом в большинстве автомобилей, оснащенных данной системой, водитель может подключать полный привод только после полной остановки автомобиля.

У автомобилей, оснащенных системой part-time, отсутствует межосевой дифференциал, который позволил бы колесам вращаться с разными скоростями, когда автомобиль поворачивает. При включенном полном приводе передний и задний карданные валы жёстко соединены друг с другом через раздаточную коробку и вращаются с одной скоростью. В повороте передние колеса автомобиля проходят больший путь, чем задние, что вызывает повышенный износ резины и повышенные нагрузки на трансмиссию. Из-за этого в трансмиссии автомобиля возникает циркуляция мощности [5]. Ослабить эти эффекты можно только за счет проскальзывания колес. Поэтому использование такого полного привода ограничено участками с очень низким коэффициентом сцепления (грязь, снег, лед, песок). На дороге с сухим твердым покрытием подключать полный привод такого типа не рекомендуется во избежание серьезных поломок.

Автомобили, оснащенные данной системой: Mitsubishi Pajero II, Ford Ranger.

Достоинства данного типа привода: относительная простота конструкции, надежность, высокая проходимость.

Недостатки: данный тип привода можно использовать только на дорогах с низким коэффициентом сцепления, невозможность включения на ходу в большинстве моделей автомобилей, возникновение циркуляции мощности, повышенные нагрузки на детали трансмиссии, ухудшение управляемости.

Постоянный полный привод (full-time). Это система полного привода, при которой усилие от двигателя автомобиля передаётся непрерывно на все его колёса. Эта трансмиссия имеет межосевой дифференциал, который даёт возможность передним и задним колёсам проходить разные расстояния при осуществлении поворотов. Но в таком виде полноприводная трансмиссия оказалась пригодна только для дорог с однородным дорожным покрытием. На скользкой дороге может возникнуть ситуация, когда весь крутящий момент двигателя будет передаваться на колесо, потерявшее сцепление с дорогой, и автомобиль не сможет сдвинуться с места [6]. Для этих целей широкое распространение получил самоблокирующийся механический дифференциал Torsen (от TORgue SENsing – чувствительный к моменту). При отсутствии пробуксовок он передает крутящий момент к передней и задней ведущим осям в пропорции 50:50, которая соответствует наилучшей устойчивости и управляемости. При появлении признаков пробуксовки колес одной оси дифференциал Torsen срабатывает практически мгновенно и перераспределяет до 75% крутящего момента на колеса, которые не потеряли сцепления с дорогой [7]. Также для предотвращения этой ситуации используют вискомуфты и систему контроля тяги (англ. Traction control system). Получая информацию от датчиков антиблокировочной системы тормозов (ABS), эта система притормаживает буксующие колеса, обеспечивая перераспределение крутящего момента на другие колеса. В настоящее время перспективным направлением в развитии этого типа полного привода является муфта Magna системы Quattro ultra. Некоторые автомобили имеют раздаточную коробку, поддерживающую как режим постоянного полного привода, так и режим подключаемого полного привода, то есть имеют дифференциал, блокировку дифференциала и возможность полного отключения одной оси. Такая схема считается наиболее предпочтительной для многоцелевого внедорожника.

Автомобили, оснащенные данной системой: Toyota Rav 4, Toyota 4Runner, BA3-2121.

Достоинства данного типа привода: наилучшая проходимость, лучшее распределение тягового усилия, снижение износа покрышек.

Недостатки: Неоднозначная управляемость в сложных дорожных ситуациях.

Многорезимный полный привод (Selectable 4WD). Это полный привод с возможностью отключения переднего моста. Данная схема сочетает в себе достоинства постоянного и подключаемого полного привода. Благодаря наличию межосевого дифференциала и понижающей передачи эта система имеет отличную проходимость, а возможность отключения переднего моста позволяет снизить расход топлива при движении по дорогам с хорошим покрытием.

Автомобили, оснащенные данной системой: Jeep Grand Cherokee, Mitsubishi Pajero, Nissan Pathfinder.

Достоинства данного типа привода: наилучшая проходимость, более низкий расход топлива при движении по дорогам с хорошим покрытием.

Недостатки: переусложнение конструкции.

Подключаемый полный привод, предназначенный для постоянного использования (полный привод по требованию, on-demand full-time). В такой системе в нормальных дорожных условиях ведущим является только один мост. Полный привод подключается только при необходимости. Как правило, это происходит при пробуксовке колес, и как только пробуксовка устранена, полный привод отключается. Для подключения второго моста может использоваться вискомуфта или многодисковая фрикционная муфта с электронным управлением, или же многодисковая гидромuftа.

Всего существует два механизма работы автоматически подключаемого полного привода: реактивный и превентивный.

Реактивный алгоритм работы подразумевает блокировку муфты, отвечающей за передачу момента на вторую ось, по факту пробуксовки колес на ведущей оси. Это усугублялось огромными задержками в подключении второй оси и приводило к неоднозначному поведению автомобиля на дороге. Такая схема стала массово применяться на изначально переднеприводных автомобилях с поперечным расположением двигателя. В поворотах работа реактивной муфты выглядит так: в нормальных условиях практически весь крутящий момент передаётся на переднюю ось, и автомобиль, по сути, является переднеприводным. Как только наступает разность вращения колес на передней и задней оси (например, в случае сноса передней оси) межосевая муфта блокируется. Это приводит к внезапному появлению тяги на задней оси, и недостаточная поворачиваемость сменяется избыточной. В результате подключения задней оси происходит стабилизация скоростей вращения передней и задней оси, муфта снова разблокируется и автомобиль становится переднеприводным. В настоящее время такая алгоритм работы автоматически подключаемого полного привода используется редко.

Муфта с превентивной блокировкой работает иначе. Её блокировка происходит не по факту пробуксовки колес, а с помощью различных датчиков (ускорения, степени нажатия акселератора и прочих) определять возможность пробуксовки и необходимость подключения полного привода до пробуксовки ведущих колес. Также может быть предусмотрено принудительное включение полного привода водителем.

Автомобили, оснащенные данной системой: Volkswagen Golf.

Достоинства данного типа привода: меньший расход топлива.

Недостатки: сложность конструкции, данный тип привода нельзя использовать на бездорожье.

Полный привод с использованием вспомогательного тягового электродвигателя (механически незамкнутый полный привод). Некоторые легковые автомобили (в основном переднеприводные) имеют ведущую заднюю ось, в корпусе главной передачи которой установлен тяговый электродвигатель небольшой мощности, включаемый, как правило, водителем при необходимости (система e.4WD). Особенностью данной системы является то, что электродвигатель получает питание от отдельного автомобильного генератора увеличенной мощности. Напряжение и ток регулируется автоматически в зависимости от условий движения [8]. В некоторых автомобилях, оборудованных данной системой, электродвигатель работает только до скорости в 30 км/ч. Одним из недостатков данной системы является отключение электродвигателя из-за перегрева, что способно оставить водителя без полного привода в самый неподходящий момент. При этом возможность регулировки тяги на каждом из электродвигателей позволяет улучшить управляемость.

Автомобили, оборудованные данной системой: Mazda 2, Nissan Tiida, Lexus RX450h.

Достоинства данного типа привода: малые размер и вес системы, минимальные изменения для переоборудования автомобиля, отсутствие дополнительной нагрузки в моноприводном режиме, лучшая управляемость, улучшение распределения тяги.

Недостатки: склонность электродвигателя к перегреву, невысокого качества дорожные характеристики.

Заключение. В результате проведенного анализа систем полного привода установлено, что нельзя заявить о полном преимуществе одной системы полного привода над другими. Каждая система имеет свои преимущества или недостатки в зависимости от режима эксплуатации. При эксплуатации на дорогах с усовершенствованным покрытием наиболее эффективной является система e.4WD. Если автомобиль в основном используется на дорогах с хорошим покрытием и редко выезжает на бездорожье, то наиболее предпочтительным будет полный привод по требованию. Если автомобиль эксплуатируется как на бездорожье, так и на дорогах, то наиболее предпочтительным будет многорежимный полный привод. Если автомобиль эксплуатируется в основном на бездорожье, то наилучшим вариантом будет постоянный полный привод или подключаемый полный привод, предназначенный для временного использования (система part-time).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудцов, В.Н. Современный легковой автомобиль. Экология. Экономичность. Электроника. Эргономика (тенденции и перспективы развития) : учеб. пособие / В.Н. Гудцов. – 2-е изд., стер. – М. : КРОНУС, 2016. – 488 с.
2. Савич, Е.Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2013. – 758 с.
3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Полный_привод. – Дата доступа: 25.09.2016.
4. Энциклопедия полного привода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.awdwiki.com/ru/all+wheel+drive+explained/>. – Дата доступа: 25.09.2016.
5. Вахламов, В.К. Автомобили: конструкция и элементы расчета : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов – М. : Издат. центр «Академия», 2006. – 480 с.
6. Системы современного автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://systemsauto.ru/transmission/polnuy_privod.htm l. – Дата доступа: 25.09.2016.
7. Системы современного автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://systemsauto.ru/transmission/polnuy_privod.htm l. – Дата доступа: 25.09.2016.
8. АВТО-ПОТРОХА: что у машинок внутри [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://carguts.ru/articles/4wd/>. – Дата доступа: 25.09.2016.