

Введение в системы полного привода

Автор: Eliot Lim
eliot@cybertex.com

Оригинал находится на: <http://www.eskimo.com/~eliot/awd.html>
Третья главная редакция: 2 марта 1997 года.
Последние изменения внесены 26 февраля 1999 года.

Перевод с английского: Максим Гацуц maximg@carrier.kiev.ua

Содержание

1. [Введение](#)
 2. [Определения](#)
 3. [Дифференциалы](#)
 4. [Блокировка дифференциалов](#)
 5. [Управление тягой \(*Traction Control*\)](#)
 6. [Распределение момента](#)
 7. [Системы управления курсовой устойчивостью](#)
 8. [Точка зрения потребителя](#)
 9. [Системы с ручным подключением полного привода в сравнении с системами постоянного полного привода](#)
 10. [Автомобили 4WD/AWD сегодня](#)
 11. [Советы желающим приобрести автомобиль 4WD/AWD](#)
 12. [Библиография](#)
 13. [Ссылки](#)
-

1. Введение

Первая редакция настоящей статьи была написана осенью 1992 года. Тогда, также как и сейчас, ощущался значительный недостаток информации об автомобилях с *постоянным полным приводом* и их отличиях от традиционных внедорожных автомобилей с *отключаемым полным приводом*. Предыдущие редакции статьи были дополнены информацией о последних разработках в этом направлении. Настоящая статья получила очень хорошие отзывы в сети Интернет.

2. Определения

Очень важно с самого начала определиться с терминологией поскольку для любого четырехколесного транспортного средства *AWD* и *4WD* означают в общем одно и то же. Говоря обобщенно *AWD* подразумевает **постоянный** или **автоматически подключаемый полный привод**, а *4WD* - **полный привод, подключаемый и отключаемый вручную**. В автомобильной индустрии эта терминология обычно соблюдается, но не во всех случаях. Так например новоиспеченные *AWD Ford Tempo* и *Subaru Justy* на самом деле являются автомобилями с ручным подключением полного привода, как и более ранняя *Subaru GLs*. Существует еще достаточно двусмысленный термин - *полный привод, подключаемый при необходимости* (on demand four wheel drive), который может означать либо автоматически подключаемый полный привод, **либо** полный привод, подключаемый и отключаемый вручную.

Автомобильная пресса несет на себе большую часть ответственности за путаницу в этом вопросе. Ошибки подобного рода встречаются довольно часто и вызваны неаккуратным использованием этих двух терминов.

В настоящей статье вышеупомянутые термины используются свободно. Там, где это необходимо вносятся дополнительные уточнения.

3. Дифференциалы

Дифференциалом называется набор шестерен, который распределяет крутящий момент приходящий от трансмиссии между двумя исходящими валами. У переднеприводных или заднеприводных автомобилей он позволяет обоим ведущим колесам вращаться с различными скоростями для того, чтобы автомобиль мог поворачивать без сопротивления.

Полноприводные системы постоянного действия должны иметь три дифференциала которые передают мощность ко всем четырем колесам и обеспечивают поворот без сопротивления - это передний, задний и центральный дифференциалы. Центральный дифференциал необходим, потому что расстояние, которое проходят в повороте передние поворачиваемые колеса не равно расстоянию, проходимому задними колесами. (рис.1)

Мощность отбираемая у коробки передач распределяется центральным дифференциалом между приводными валами идущими к переднему и заднему дифференциалам. Полноприводные системы с ручным подключением полного привода как правило не имеют центрального дифференциала поэтому их использование на сухой дороге связано с определенными неудобствами. Когда полный привод включен передняя и задняя ось связаны напрямую и будут вращаться с одинаковыми скоростями. Поэтому разница скоростей вращения между передними и задними колесами в повороте будет обеспечиваться за счет проскальзывания покрышек, что приводит к повышенному их износу.

4. Блокировка дифференциалов

Является основным камнем преткновения в технологии полного привода поскольку оказывает огромное влияние на поведение автомобиля на дороге. Если рассмотреть простейший пример *AWD* с тремя "свободными" дифференциалами, то становится ясно, что автомобиль может быть обездвижен при потере сцепления хотя бы одного из четырех колес. Особенностью простого "свободного" дифференциала является то, что он перераспределяет мощность в пользу оси, имеющей меньшее сопротивление. Таким образом если одно колесо теряет сцепление с дорогой вся развиваемая мощность передается на него. При этом полноприводный автомобиль имеет вдвое больше шансов потерять сцепление одного ведущего колеса с дорогой, чем автомобиль с приводом на одну ось. А поскольку использование полноприводного автомобиля предполагает более частую езду в плохих дорожных условиях для него становится очень важным наличие какой-либо блокировки дифференциалов. Все автомобили с постоянным полным приводом предлагающиеся на рынке сегодня такую блокировку имеют. Для лучшего понимания этой концепции стоит проследить эволюцию полноприводных систем с самого начала до современных высокотехнологичных образцов.

Audi был первым автопроизводителем, который успешно начал продавать автомобили с постоянным полным приводом под торговой маркой *quattro* с 1981 года в Европе и с 1983 года в США. (В США этот автомобиль более известен под именем *Turbo quattro Coupe*, а в мире под названием *Ur quattro*). Эти автомобили добились больших успехов в ралли, выиграла несколько титулов в мировых первенствах и поразили мир автомобильной промышленности поскольку до этого полноприводная схема никогда не ассоциировалась с высокими техническими характеристиками. Хотя еще в 1966 году появился *Jensen FF* с постоянным полным приводом и антиблокировочной системой тормозов он не имел коммерческого успеха и оставил *Audi* честь совершить технический переворот в общественном мнении и оставить свое имя в истории как родоначальника постоянного полного привода.

В восьмидесятых годах руководство *Audi* приняло решение оснастить полным приводом и присвоить имя *quattro* всей выпускаемой гамме моделей. Первое поколение *quattro* имело простые блокировки центрального и заднего дифференциалов, которые жестко блокировали один или оба дифференциала (не допуская разных скоростей вращения) для преодоления самых сложных дорожных ситуаций. Когда центральный дифференциал заблокирован, то для обездвиживания автомобиля необходимо, чтобы сцепление с дорогой потеряли **одно** переднее и **одно** заднее колесо. При двух заблокированных дифференциалах для обездвиживания необходима потеря сцепления уже трех - **двух** задних и **одного** переднего - колес. Блокировки на этих моделях *Audi* включались и выключались вручную, что было не очень удобно, поскольку требовало от водителя дополнительного внимания. Как выяснилось многие водители забывали выключать блокировки после преодоления трудных участков.

Дальнейшие разработки постоянного полного привода двигались в направлении автоматически блокируемых дифференциалов. Первой появилась вязкостная муфта (рис.2) (в дальнейшем - *VM*), в корпусе (ри.3) которой находилась специальная силиконовая жидкость, которая позволяла поддерживать небольшую разницу скоростей вращения между двумя осями, но увеличение проскальзывания приводило к резкому увеличению вязкости этой жидкости, которая блокировала муфту. Было изобретено два совершенно разных способа применения вискомуфты в полноприводной трансмиссии.

Некоторые производители использовали обычные дифференциалы в паре с *VM*, которая при необходимости автоматически блокировала дифференциал (рис.4). Такая схема используется в трансмиссии современных *Mitsubishi Eclipse GSX* и полноприводных *Subaru* с ручной коробкой передач, а так же снятых с производства *BMW325ix* и полноприводной *Toyota Celica turbo*.

В процессе разработки полноприводной трансмиссии инженеры *Audi* тоже пытались использовать *VM*, но совершенно другим образом. В их схеме автоматически отключаемого полного привода *VM* использовалась **вместо** центрального дифференциала. В этом случае автомобиль в основном имеет передний привод и незначительная разница скоростей вращения между передней и задней осью в повороте корректируется работой *VM*. При проскальзывании колес передней оси разница скоростей вращения увеличивается до того

момента, когда ВМ начинает передавать часть крутящего момента на заднюю ось и автомобиль становится полноприводным. Разница между этой схемой и предыдущей в том, что в первом случае мы имеем постоянный полный привод с автоматической блокировкой дифференциала, а во втором - автоматически включаемый и отключаемый полный привод.

Такая система никогда в последствии не использовалась в автомобилях *Audi*, но была взята на вооружение фирмой *Volkswagen*, которая выпустила на рынок полноприводную схему *Syncro*. Простота этой схемы привела к тому, что она использовалась большим количеством производителей в огромном диапазоне моделей - от минивэнов до такой экзотики, как современные *Porsche 911 Turbo* и *Carrera 4* и *Lamborghini Diablo VT* (они, конечно имеют постоянный привод на задние колеса). Самая свежая версия полного привода от *Volvo* тоже построена по этой схеме с необычной примесью устройств ограниченного трения - система управления тягой (traction control) в передней оси и механический дифференциал ограниченного трения - в задней. Некоторые автомобильные издания нашли эту систему не совсем доведенной.

Следующим этапом было использование дифференциала Torsen (рис.5) (от *TORque SENsing* - чувствительный к моменту) в конструкции второго поколения *quattro*. В конце семидесятых, в процессе разработки первой схемы *quattro* специалисты *Audi* даже вели переговоры с владельцем патента на ВМ - *FF Development*, но впоследствии схема с ВМ была отклонена по причинам, которые станут понятными дальше. Дифференциал *Torsen* был изобретен американской фирмой *Gleason Corp.*, имел все достоинства ВМ и не имел ее недостатков. Это полностью механическое устройство, работа которого основана на принципе червячной передачи, а подробное описание выходит за рамки настоящей статьи. Однако его характеристики достаточно интересны. В нормальных условиях *Torsen* распределяет крутящий момент в пропорции 50:50. Но если колеса одной из осей начнут проскальзывать момент начнет перераспределяться в пользу оси, колеса которой имеют лучшее сцепление с дорогой, другими словами работа дифференциала *Torsen* прямо противоположна работе обычного дифференциала. Максимальное достижимое перераспределение момента - 80:20 в зависимости от шага червячной передачи. А поскольку конструкция *Torsen* полностью механическая процесс блокировки происходит моментально в отличие от ВМ, которой нужно некоторое время, пока жидкость "схватится". Поэтому *Torsen* более чувствителен к пробуксовке, чем ВМ. Процесс блокировки *Torsen* имеет более прогрессивную характеристику. (Инженеры *Porsche* отказались от ВМ в трансмиссии *964 Carrera 4* потому, что ВМ имеет экспоненциальную, а не линейную характеристику блокировки, чем объясняется ее худшая управляемость).

Еще более важным преимуществом *Torsen* является то, что он не блокируется и не пытается выровнять разности скоростей при торможении позволяя всем четырем колесам вращаться независимо при отсутствии тяги. *Torsen* блокируется только под тягой в то время, как ВМ и под тягой и при ее отсутствии. *Torsen* реагирует на крутящий момент, в то время как ВМ на обороты.

Реакция ВМ на обороты вызывает много инженерных проблем. Антиблокировочная система тормозов, например, определяет начало блокировки одного из колес по разнице скоростей вращения всех четырех колес. Наличие в трансмиссии механизма, который пытается выровнять скорости вращения всех четырех колес создает серьезные проблемы для АБС.

Для преодоления этой проблемы инженеры вынуждены идти на разные ограничения. Специалисты *Mitsubishi* отложили внедрение АБС на первом поколении модели *GSX*, а в дальнейшем АБС и ВМ в заднем дифференциале ограниченного трения стали взаимоисключающими опциями. В системе *VW Syncro* полный привод при нажатии на педаль тормоза просто отключался посредством второго сцепления. Подобную же особенность имеет большинство других автомобилей использующих схожую схему с ВМ. Доходило даже до того, что управляющий компьютер победителя мирового чемпионата по ралли *Lancia Delta Integrale* увеличивал крутящий момент двигателя, чтобы уменьшить сопротивление ВМ при торможении. В самых примитивных системах использовалась обгонная муфта. В результате с одной стороны при торможении полный привод отключался, с другой - он не работал при движении задним ходом.

Самым простым способом уменьшения сопротивления ВМ было уменьшение эффективной вязкости жидкости. Это в свою очередь означает, что уменьшится эффективность блокировки ВМ, что в принципе приемлемо для автомобилей, эксплуатирующихся преимущественно в нормальных дорожных условиях. В общем привлекательность ВМ не в ее высоких характеристиках, а в простоте и дешевизне.

В конце восьмидесятых *Porsche* и *Mercedes* вывели на рынок системы полного привода различавшиеся по своей степени сложности. Система *4Matic* фирмы *Mercedes* использовала датчики АБС для определения проскальзывания колес. На нормальном сухом покрытии *Mercedes* был нормальным заднеприводным автомобилем. Когда сенсоры АБС определяли начало скольжения колес задней оси они выдавали на управляющий процессор сигнал заблокировать гидравлическую многодисковую муфту, передающую тягу на переднюю ось. Степень блокировки изменялась процессором по прогрессивной характеристике. Когда процессор определял необходимость в еще больших сцепных качествах он посылал управляющий сигнал на вторую муфту, блокирующую задний дифференциал. При нажатии на педаль тормоза обе муфты разъединялись одновременно для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу АБС.

Таким образом *Mercedes 4Matic* представляет собой систему автоматически подключаемого полного привода. Причина, по которой *Mercedes* пошел на разработку такой сложной системы заключалась по словам представителей фирмы в том, что они не хотели отпугнуть своих почитателей постоянным полным приводом, который по причине передачи части крутящего момента на переднюю ось может "изменить традиционное ощущение от управления *Mercedes*". Можно также предположить что *Mercedes* не мог себе позволить использовать более простую схему, чем *Audi*, которая на рынке занимает более низкую позицию. Практически же система *4Matic* работала не лучше и не хуже других систем постоянного полного привода, но ее стоимость и сложность снижали ее привлекательность. Сейчас *Mercedes* отказался от такой системы и новые полноприводные машины, включая перспективный *M* класс оборудуются постоянным полным приводом. А система, подобная первой версии *4Matic* нашла свое применение на автомобиле *Nissan Skyline GTR*.

Инженеры *Porsche* использовали в конструкции модели *959* подобную *Mercedes* (но иным способом реализованную) схему с дополнительными муфтами, где центральный дифференциал (в общем то просто гидравлическая муфта) был заблокирован постоянно, и разблокировался только для облегчения парковки. Распределение момента у *Porsche 959* изменялось в зависимости от нагрузки и дорожных условий при помощи переменной степени блокировки муфты с прогрессивной характеристикой. В этой системе в отличие от всех других схем полного привода распределение момента не зависело от проскальзывания ведущих колес. В любой другой системе полного привода момент распределяется в постоянной пропорции до тех пор пока не наступает проскальзывание колес, после чего различные механизмы ограниченного трения изменяют эту пропорцию. В *Porsche 959* компьютер системы полного привода получал информацию из многих источников, включая положение заслонки, угол поворота руля, ускорения и даже датчика давления турбонаддува. При движении по прямой с максимальным ускорением система отдавала до 80% тяги на задние колеса (при нормальном распределении 40% впереди 60% сзади) даже если все четыре колеса вращались с одинаковой скоростью. Эта система была наиболее сложной и изощренной среди всех когда либо сконструированных систем полного привода.

После *959* пришла модель *964*, которая была представлена в 1989 году как *911 Carrera 4*. Представители *Porsche* заявляли, что ее система полного привода была дальнейшим развитием системы, применявшейся в *959* и соответственно более передовой. Но на самом деле это была система с постоянным раздаточным соотношением, такая же как все остальные, с компьютерным управлением муфтами, используемыми в качестве устройств ограниченного трения. Изюминкой этой системы было то, что совместное использование датчиков скорости и ускорения и управляемой компьютером блокировки заднего дифференциала было призвано предотвращать свойственную *911* модели чрезмерную избыточную поворачиваемость при добавлении газа в повороте. Когда компьютер определял неминуемость заноса задней оси задний дифференциал начинал блокироваться. Таким образом благодаря использованию системы полного привода с "умными" дифференциалами инженерам *Porsche* удалось превратить бенгальского тигра в котенка. В общем то это и было главной причиной внедрения системы полного привода в конструкцию *911*, поскольку *Porsche 911* с ее распределением веса в пользу задней ведущей оси не очень то нуждалась в увеличении сцепления.

В 1993 году инженеры *Porsche* представили совершенно новую конструкцию задней подвески для модели *911*. Заднеприводная версия стала вполне управляемой и необходимость сложной компьютеризированной системы полного привода отпала. Полноприводная версия этой машины (модель *993*) имеет более простую, легкую и дешевую автоматически подключаемую систему полного привода с *VM*, похожую на ту, которая используется в *VW Golf Syncro* и большинстве минивэнов. Тем не менее "умный" задний дифференциал, который победил чрезмерную избыточную поворачиваемость этой машины был сохранен для подавления любых рецидивов этой особенности. Новый *Porsche 911 (996) C4* с двигателем водяного охлаждения оборудован почти такой же системой, как та, что использовалась на *993 C4*, но с дополнительной системой обеспечения устойчивости, управляемой компьютером. Это несколько разочаровывающая ситуация, в которой *Porsche* - некогда бесспорный лидер в этом вопросе до сих пор оборудует свои полноприводные версии вязкостной муфтой, в то время как многие другие - *VW Golf 4Motion* и *Jeep Grand Cherokee 1999* модельного года, например, перешли к более продвинутым системам.

Subaru так же заслуживает особого упоминания в этой статье, поскольку в трансмиссии моделей *Legacy* и *Impreza* (включая и *Outback*) с автоматической коробкой передач используется система полного привода с микропроцессорным управлением подобная *Mercedes 4Matic*, *Audi A8/V8* с АКПП и ранним моделям *Porsche*. Использование такой сложной системы, которая к тому же хорошо себя зарекомендовала, в относительно недорогих автомобилях действительно впечатляет. В последнее время и другие автопроизводители приняли подобные системы на вооружение. *Honda CR-V*, *VW Golf 4Motion 1999* модельного года и автомобили, построенные, как *Audi TT*, на его платформе оборудованы концептуально схожими полноприводными трансмиссиями.

В трансмиссии *Audi V8* и *A8* с АКПП также используется управляемая микропроцессором муфта, которая блокирует центральный дифференциал подобно описанным выше системам. Одной из причин использования такой схемы является то, что АКПП предоставляет готовый источник гидрожидкости под давлением, которая необходима для блокировки муфты. Эта система представляет собой первый успешный опыт *Audi* по совмещению автоматической трансмиссии с полноприводной схемой *quattro*. За исключением *Audi A8* современные модели *quattro* с АКПП используют центральный дифференциал *Torsen*.

5. Управление тягой (Traction Control)

Несмотря на все технологическое разнообразие в восьмидесятых годах полноприводные автомобили в конечном итоге не оправдали себя в коммерческом плане и оставили сегмент рынка в котором прочно укрепились только *Audi* и *Subaru*. В конце восьмидесятых годов любой крупный автопроизводитель предлагал полноприводные версии своих автомобилей, что можно объяснить просто тогдашней модой. С тех пор многие из них переключились на производство высокоприбыльных автомобилей для активного отдыха (*SUV - Sport Utility Vehicles*). И была придумана более простая и дешевая альтернатива *AWD*.

Все АБС имеют датчики на двух или всех колесах, для определения разницы их скоростей вращения, чтобы компьютер мог вмешаться и ослабить тормозное усилие на заблокированном колесе. При помощи несложного расширения системы ее можно заставить притормозить проскальзывающее колесо и таким образом перераспределить тягу в пользу колеса с лучшим сцеплением. Более сложные системы могут уменьшить мощность двигателя, чтобы более эффективно препятствовать проскальзыванию ведущих колес. В общем системы управления тягой представляют из себя оптимизацию привода колес одной оси с использованием технологии АБС.

Современная версия *Audi quattro* четвертого поколения использует полный привод совместно с управлением тягой всех четырех колес. В нормальных условиях тяга распределяется между осями в соотношении 50:50 при помощи центрального дифференциала *Torsen*, который обеспечивает ограниченное проскальзывание между осями. Система управления тягой обеспечивает ограниченное проскальзывание между колесами одной оси. Таким образом, впервые в схеме *quattro*, автомобиль должен потерять сцепление всех четырех колес с дорогой для того, чтобы лишиться подвижности.

Предыдущее поколение *quattro* имело центральный дифференциал *Torsen* и ручную блокировку заднего дифференциала, которая автоматически отключалась при скоростях движения выше 15 миль/час, чтобы помочь забывчивому водителю. *Audi V8 quattro* имела задний дифференциал *Torsen* и управляемую микропроцессором муфту (АКПП) либо *Torsen* (ручная КПП) в качестве центрального дифференциала.

Новый *Mercedes ML320* (также, как и *ML430*) использует относительно простой вариант трансмиссии с тремя свободными дифференциалами и управлением тягой на всех четырех колесах. Такой вариант был подвергнут критике из разных источников, как неудовлетворительный. Главным недостатком полного привода на М классе является то, что тормозная система подвергается чрезмерным нагрузкам в сложных дорожных условиях. Инженеры фирмы *Zexel* рассчитали, что при использовании в этой системе центрального дифференциала *Torsen*, который будет действовать **до** начала проскальзывания колес использование тормозов системой контроля тяги снизится на более чем на 50%. Эти данные свидетельствуют, что *Mercedes* зашел слишком далеко в попытках снизить стоимость трансмиссии путем исключения из центрального дифференциала механизма чувствительного к моменту или устройства ограниченного трения.

6. Распределение момента

Вопрос о распределении момента всегда был слегка запутанным. В общем распределение момента между осями в условиях, когда ни одно из колес не проскальзывает, остается постоянным у всех автомобилей с полным приводом (за исключением *Porsche 959*). Для автомобилей с постоянным полным приводом наиболее распространенным отношением является 50:50, хотя бывают и варианты 30+% - на переднюю ось, 60+% - на заднюю. Вторая пропорция обычно применяется на автомобилях, которые изначально были заднеприводными, в то время, как первая - на автомобилях изначально переднеприводных.

Для систем с подключаемым полным приводом с *VM* распределение момента обычно выбирается как 95% - на переднюю ось, 5% - на заднюю. В связи с этим существует мнение, что постоянно имея 5% крутящего момента на задней оси такие системы должны рассматриваться, как системы с постоянным полным приводом. Вне зависимости от весомости этого аргумента фактом является то, что основной причиной передачи части крутящего момента на заднюю ось является желание обеспечить некоторое скольжение в *VM* и тем самым поддерживать ее в состоянии начала блокировки, для того, что бы минимизировать ее "задумчивость" при начале скольжения передних колес. При такой схеме *VM* всегда "думает", что передние колеса слегка проскальзывают относительно задних, даже если все колеса вращаются с одинаковой скоростью, что достигается слегка различными отношениями главной передачи для передних и задних колес.

Стандартная идея о скольжении предполагает сценарий, когда одно или более колес проскальзывает при движении автомобиля на скользком покрытии. Существует тем не менее еще одна ситуация, которую нужно принимать во внимание, говоря о скольжении. Вспомним, что передние колеса в повороте проходят большее расстояние, чем задние. Таким образом устройству, ограничивающему трение в центральном дифференциале "кажется", что передние колеса проскальзывают по отношению к задним и это устройство перераспределяет момент в пользу задней оси. Для машин с большей долей веса, приходящейся на переднюю ось, как, например, *Audi* этот эффект позволяет увеличить поворачивающую силу на передних колесах. Такая небольшая оптимизация распределения момента позволяет *Audi* значительно уменьшить недостаточную поворачиваемость присущую *Audi quattro* первого поколения.

Рассмотрим *Mercedes ML 320* где используется свободный центральный дифференциал и система контроля тяги на всех четырех колесах. Когда перед или зад полностью потеряют сцепление с дорогой система перебросит весь момент на другую сторону. Теоретически, если поднять заднюю часть автомобиля домкратом, то система передаст 100% крутящего момента на переднюю ось, превращая автомобиль в переднеприводный и наоборот. В действительности, поскольку контроль тяги просто повышает давление в соответствующем тормозном контуре, а не блокирует колесо полностью, на переднюю ось будет передаваться меньше, чем 100% момента.

Но самое главное - запомнить, что указанное для этого автомобиля распределение момента 37:63 в пользу задней оси действует **только** тогда, когда ни одно из колес не проскальзывает. В приведенном выше примере с поддомкрачиванием одной из осей система AWD с любым типом блокировки может теоретически изменить перераспределение момента с 50:50 (или любого другого) до 0:100 или 100:0 в зависимости от того, насколько полно осуществляется блокировка. *Mercedes* не указывает коэффициент блокировки, который обеспечивает система контроля тяги, поэтому невозможно сказать каков реальный диапазон перераспределения момента в предельных условиях. Системы с ручным подключением полного привода без центрального дифференциала, так же как и первые системы постоянного полного привода с ручными блокировками имеют диапазон распределения момента от 100:0 до 0:100. Эти экстремальные значения также означают, что между осями не допускается разницы скоростей, вот почему большинство современных систем никогда не достигают 100% перераспределения тяги. Коэффициент блокировки 80% позволит беспрепятственно обеспечить небольшую разницу скоростей между осями.

В случае, если система имеет полную блокировку центрального дифференциала это приводит к тому, что каждая ось должна иметь запас прочности, чтобы передать все 100% мощности, выдаваемой двигателем, хотя большую часть времени они не будут загружены более, чем на 50%. Это приводит к практически неубиенной трансмиссии срок службы которой может намного превысить срок службы автомобиля. Негативной стороной этой особенности является то, что удвоение вращающихся масс приводит к снижению разгонных показателей автомобиля, что становится особенно заметным для автомобилей с АКПП, так как они обычно имеют более высокую первую передачу.

7. Системы управления курсовой устойчивостью

Новейшие тенденции в развитии динамики автомобилей - использование систем управления курсовой устойчивостью, которые, используя уже существующее оборудование ABS и полного привода с микропроцессорным управлением, помогают оптимизировать сцепление автомобиля с поверхностью. Наиболее современные системы полного привода умеют изменять распределение мощности в соответствии со сцепными свойствами каждого из колес, что приводит к очень безопасному нейтральному поведению автомобиля при выходе из поворота под тягой. В то же время эти системы не работают, если водитель полностью отпустил педаль газа в повороте.

Вспомним, что *Porsche* победили подобную ситуацию используя задний дифференциал с прогрессивной блокировкой. В дополнение к этому новейшая *996 Carrera 4* умеет выборочно подтормаживать отдельные колеса, когда автомобиль управляется на пределе своих возможностей. К примеру для корректировки заноса задней оси подтормаживается внутреннее заднее колесо, а при сносе передней оси - внешнее переднее. Это происходит независимо от желания водителя. Такие системы уже стали появляться и на других более дорогих автомобилях и, несомненно, со временем станут такими же распространенными, как и ABS.

8. Точка зрения потребителя

Многие потенциальные покупатели полноприводных автомобилей интересуются приводит ли большее количество "железа" к большим проблемам или значительному повышению расхода топлива. Мировая практика показывает, что системы постоянного полного привода не приносят никаких специфических проблем. Вероятность отказа дополнительных приводных валов и шестерен не более вероятности того, что восьмицилиндровый двигатель откажет только потому, что в нем в два раза больше цилиндров, чем в четырехцилиндровом. Это неплохая аналогия, потому что при распределении тяги между четырьмя колесами нагрузка на трансмиссию меньше.

Те схемы, которые основаны на использовании датчиков ABS для блокировки дифференциалов будут страдать от технических проблем не более, чем любой другой автомобиль оснащенный ABS.

На самом деле недоверие к постоянному полному приводу вызвано использованием автомобилей с ручным подключением полного привода, где делаются постоянные попытки упростить этот процесс при помощи различных автоматически блокирующихся ступиц и/или разных дополнительных приспособлений. Системы постоянного полного привода проще по конструкции поскольку в них нет необходимости в этих "упрощающих" приспособлениях и всех деталях, связанных с ними.

Обвинения в том, что автомобили с полным приводом расходуют много горючего справедливы только по отношению к системам с ручным подключением полного привода. Системы с постоянным полным приводом и центральным дифференциалом в отличие от систем с подключаемым полным приводом не приводят к чрезмерной деформации покрышек при повороте. Более того исследования *Audi* показали, что потери на сопротивление качению у автомобиля с приводом на одну ось превосходят потери вызванные большим весом и инерцией автомобилей с постоянным полным приводом.

9. Системы с ручным подключением полного привода в сравнении с системами постоянного полного привода

Использование в трансмиссии автомобиля ручного включения полного привода приводит к значительным трудностям в настройке подвески. Для автомобилей с управляемыми передними колесами передние колеса в повороте должны проходить большее расстояние, чем задние. Из-за отсутствия центрального дифференциала задние колеса должны проскальзывать для выравнивания скоростей вращения и таким образом частично теряют сцепление с дорогой в повороте. При этом автомобиль получает излишнюю поворачиваемость, что для среднестатистического водителя не является безопасным. Для корректировки этого передним колесам придается большой положительный угол развала. В результате передние колеса имеют меньшее пятно контакта с дорогой и соответственно меньшее сцепление в повороте. И все это только для того, чтобы обеспечить автомобилю нейтральную поворачиваемость при включенном полном приводе. Когда полный привод отключен, что в общем-то является более частой ситуацией, автомобиль приобретает значительную недостаточную поворачиваемость, поскольку тенденция к проскальзыванию задних колес в повороте уменьшается. ABS в режиме полного привода, когда она бывает очень нужна, тоже будет отключена.

Нет необходимости приводить дополнительные аргументы, чтобы понять, что подключаемый вручную полный привод имеет массу недостатков по сравнению с постоянным или автоматически подключаемым полным приводом, которые способны динамически перераспределять тягу между осями в зависимости от того, какая из них имеет худшее сцепление с дорогой. Системы постоянного и автоматически подключаемого полного привода полностью предсказуемы и могут быть настроены под каждый конкретный автомобиль для достижения максимального эффекта.

Средний потребитель обычно имеет тенденцию недооценивать необходимость высокой управляемости. Выражение "Я не собираюсь участвовать в гонках на моей машине" можно услышать довольно часто. Тем не менее, если оценивать автомобиль, как средство передвижения нельзя не оценить его управляемость. Автомобиль с хорошей управляемостью, такой как перечисленные выше полноприводные модели, снижает трудность прохождения поворотов, делает этот процесс более предсказуемым. При этом среднестатистический водитель будет чувствовать себя более комфортно и уверенно, будет меньше снижать скорость при прохождении поворотов, что приведет к меньшим потерям крутящего момента и в свою очередь меньшим потерям энергии на очередное ускорение автомобиля. Другими словами такой автомобиль будет более энергетически эффективным. К сожалению такая точка зрения вообще никогда не рассматривается при обсуждении достоинств тех или иных схем.

К несчастью до сих пор нередко посредственные системы с ручным подключением полного привода используются в современных автомобилях для активного отдыха, что отнюдь не соответствует их высокой цене. С концептуальной точки зрения ничего не препятствует этим машинам иметь постоянный полный привод. По мнению автора основными причинами отсутствия прогресса на рынке малых грузовиков и автомобилей для активного отдыха являются безразличие к потребителю и отсутствие критики со стороны средств массовой информации.

Утверждение о том, что системы постоянного полного привода не способны работать в тяжелых внедорожных условиях так же успешно, как и устаревшие системы с отключаемым полным приводом далеко от истины. *Range Rover* к примеру начал оборудовать свои автомобили постоянным полным приводом с центральным дифференциалом с первой машины сошедшей с конвейера в 1976 году. И в трансмиссии военного *Hummer* вместо жесткого соединения осей используется Torsen дифференциал. Как известно внедорожные способности этих автомобилей не вызывают никаких сомнений.

Отдельно должен быть упомянут *Jeep Grand Cherokee* 1999 модельного года, который стал первым из производимых большой серией автомобилей для активного отдыха с намного более современной системой полного привода, чем имеют большинство его собратьев. Все три дифференциала *Grand Cherokee* имеют прогрессивную блокировку с гидравлическим приводом в результате чего трансмиссия этого автомобиля может передать весь крутящий момент к одному колесу, которое имеет наилучшее сцепление с дорогой. К сожалению эта очень современная система полного привода предлагается только, как опция и покупатели, которые сомневаются или не доверяют достижениям технологии могут купить автомобиль с обычной системой 4WD/AWD, которая не обязательно будет надежнее из-за большого количества выбираемых опций.

10. Автомобили 4WD/AWD сегодня

Audi и *Subaru* продолжают успешно завоевывать рынок со своими полноприводными моделями и активно участвуют в автоспортивных состязаниях, подтверждая правильность выбранного пути. В прошлогодней серии чемпионата кузовных автомобилей *Audi A4 quattro* добились больших успехов по сравнению с автомобилями с приводом на одну ось даже несмотря на весовые штрафы. В чемпионате мира по ралли успешно выступает *Subaru Impreza Turbo*. *Mitsubishi Eclipse GSX* не достигла большого успеха на рынке из-за того, что подавляющее большинство покупателей предпочли переднеприводную версию. Фанаты *Porsche* наоборот предпочитают полноприводной заднеприводную версию *911*.

Благодаря успеху автомобилей для активного отдыха рынок полноприводных автомобилей с высокими техническими характеристиками будет оставаться небольшим. Можно только надеяться, что конкуренция все-таки заставит производителей автомобилей для активного отдыха выйти на новый уровень технологии постоянного полного привода. Эта тенденция уже проявляется, правда не так быстро, как хотелось бы.

Новостью, взволновавшей всех любителей *Audi* стало то, что последняя модификация *VW Passat* базируется на механике *Audi A4*. Поскольку для *Passat* используется удлиненная платформа *A4* экономически более выгодным стало использование системы *quattro* для полноприводной версии *VW* вместо разработки оригинальной платформы с использованием системы *Syncro*. Таким образом *Syncro* из отдельной системы превращается просто в термин, выделяющий полноприводный *VW Passat* из ряда его собратьев с приводом на одну ось. Впрочем это не первый случай в истории двух фирм, когда *VW* использует механику *quattro*. В середине восьмидесятых в США продавался *VW Quantum Syncro*, который не только базировался на платформе *Audi 4000 CS quattro*, но и был оборудован специфичным для *Audi* пятицилиндровым двигателем, установленным продольно перед передней осью.

Для моделей 1999 модельного года *VW* изменил систему полного привода. Вместо *VM* в ней теперь будет использоваться управляемая компьютером муфта, разработанная шведской компанией *Haldex*. Одним из преимуществ такой системы будет ее упрощение, поскольку исчезает необходимость в дополнительном механизме, отключающем полный привод при торможении. Также становится возможным более точное распределение момента и больший диапазон распределения момента между передней и задней осями. "Братья" полноприводного *VW Golf IV* (получившего новое имя "*Golf 4Motion*") по платформе - *Audi TT* и *Audi A3 quattro* будут оборудованы такой же системой, которая, тем не менее, остается системой полного привода с автоматическим подключением. Таким образом название *quattro*, которое долгое время имело специфическое значение теперь размывается в угоду маркетинговой целесообразности, что приведет к серьезной путанице в терминологии.

Усугубляя эту путаницу *Subaru* в течение долгого времени оборудует диаметрально различными системами одну и ту же модель в зависимости от типа трансмиссии. В моделях *Legacy* и *Impreza* с ручной КПП используется система постоянного полного привода с разделением тяги между осями 50-50 и *VM*. В некоторых моделях с АКПП используется автоматически подключаемая система с микропроцессорным управлением, а в ряде случаев и система постоянного полного привода с неравным распределением момента и микропроцессорным управлением блокировкой.

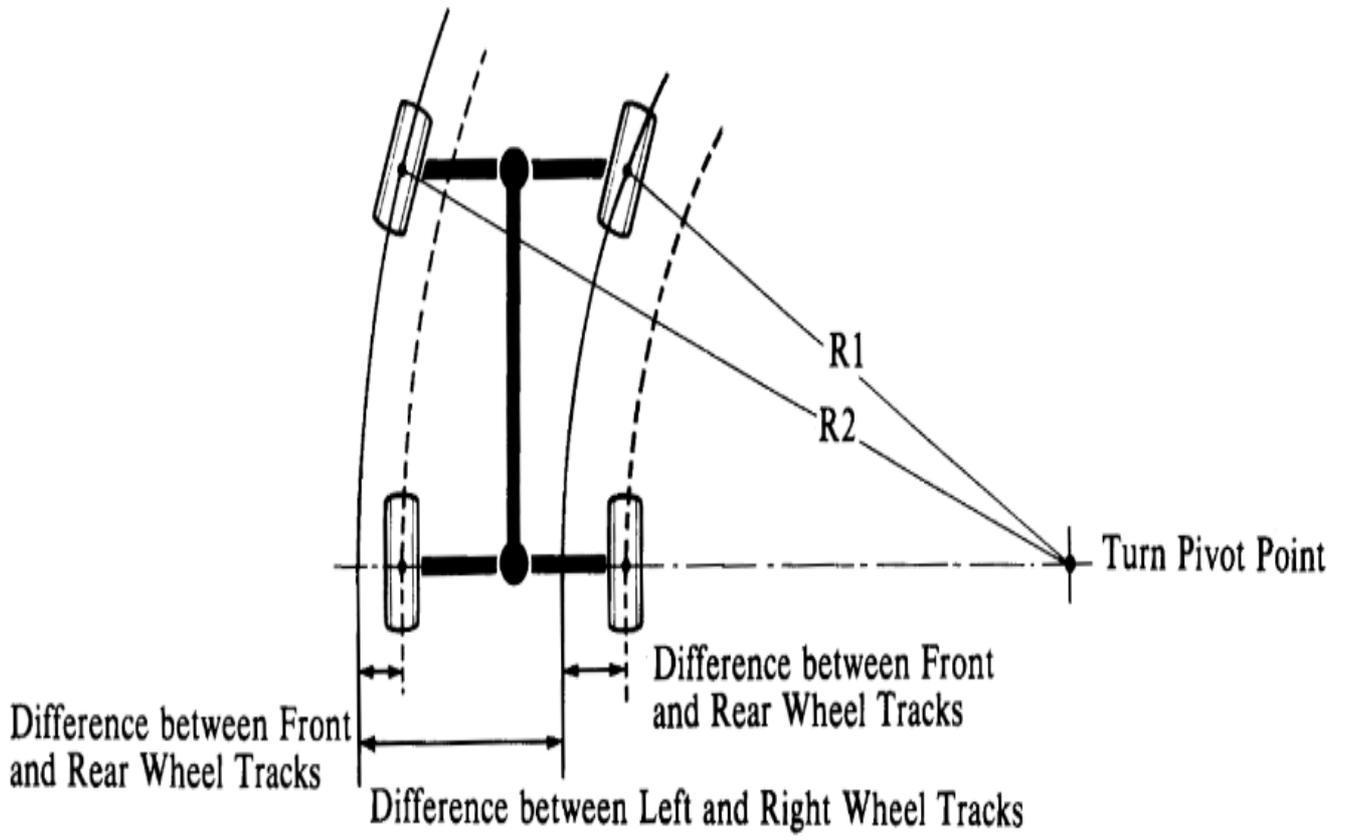
Mitsubishi продолжает продавать свою полноприводную модель *GSX* с дифференциалом ограниченного трения в задней оси и, одновременно, АБС, даже несмотря на то, что относительно низкие объемы продаж означают, что эта модель далека от прибыльности. Вообще новые технологии в системах АБС привели к тому, что появилась возможность их мирного сосуществования с *VM*. К примеру *Porsche* имеет разные спецификации АБС в зависимости от того какой привод имеет автомобиль.

11. Советы желающим приобрести автомобиль 4WD/AWD

Рекомендации автора.

- Избегайте автомобилей с системами полного привода, подключаемыми вручную вне зависимости от отсутствия или наличия любых "упрощающих" устройств.
- Избегайте гибридных систем с ручным переключением режимов постоянный/подключаемый полный привод.
- Автор рекомендует системы с постоянным или автоматически подключаемым полным приводом, которые превосходят все остальные с инженерной точки зрения.
- Большим плюсом является наличие дифференциала ограниченного трения в заднем приводе или системы управления тягой на 4-х колесах.

(рис.1)



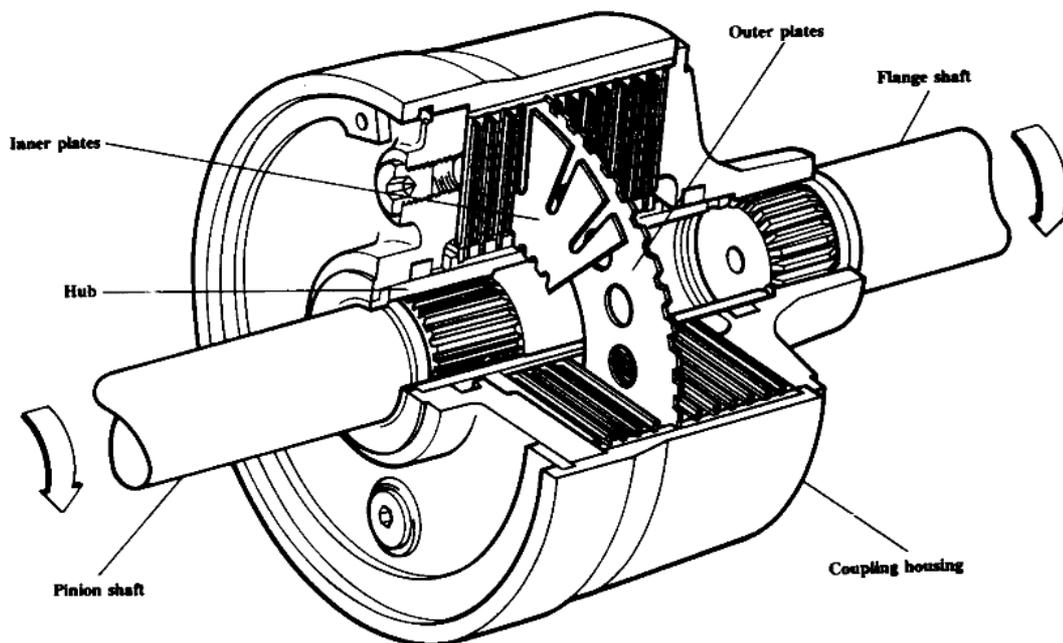


Рис.3

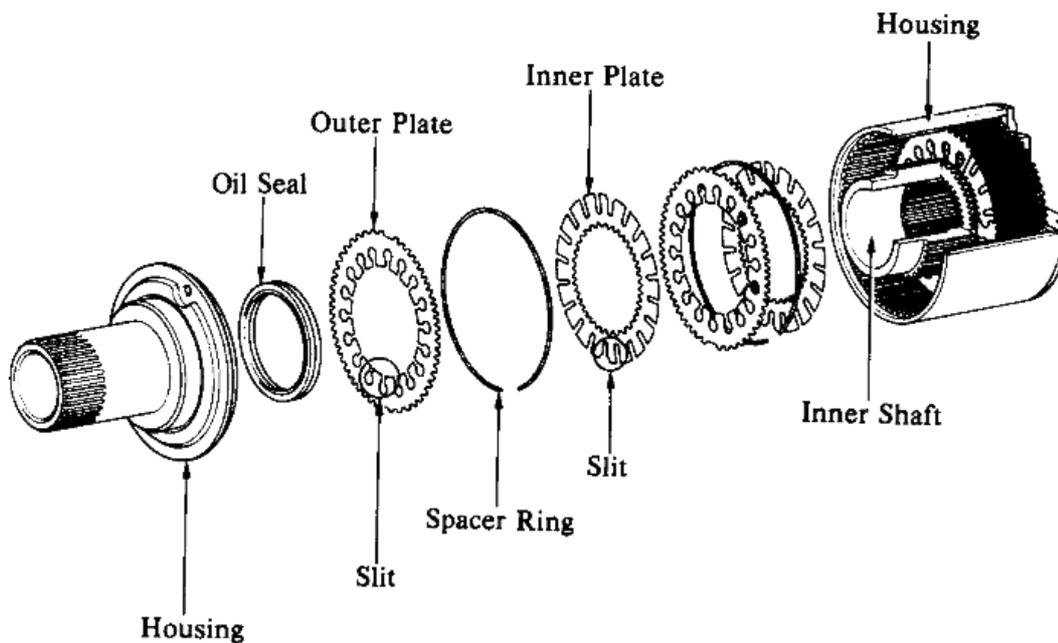


Рис.4

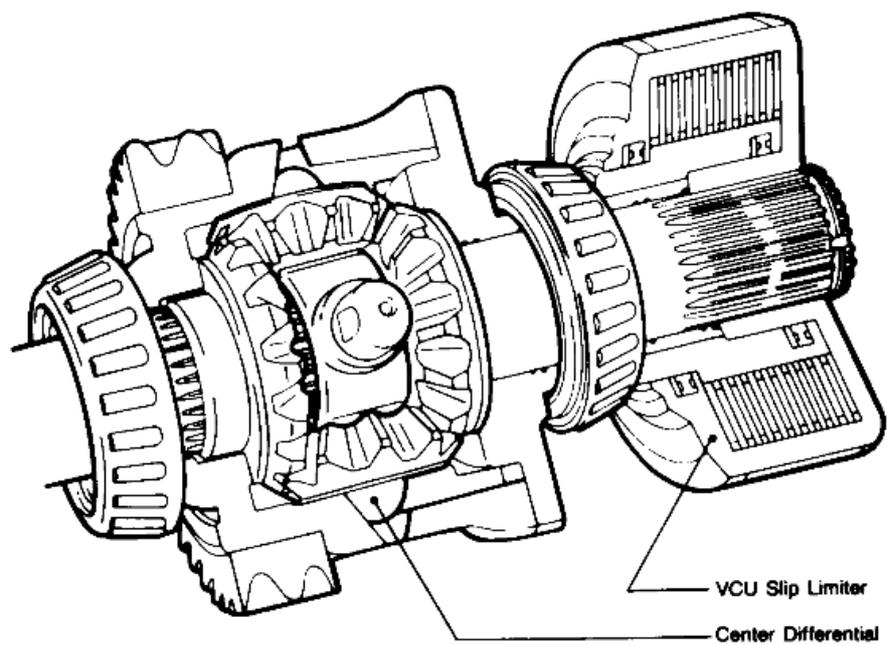
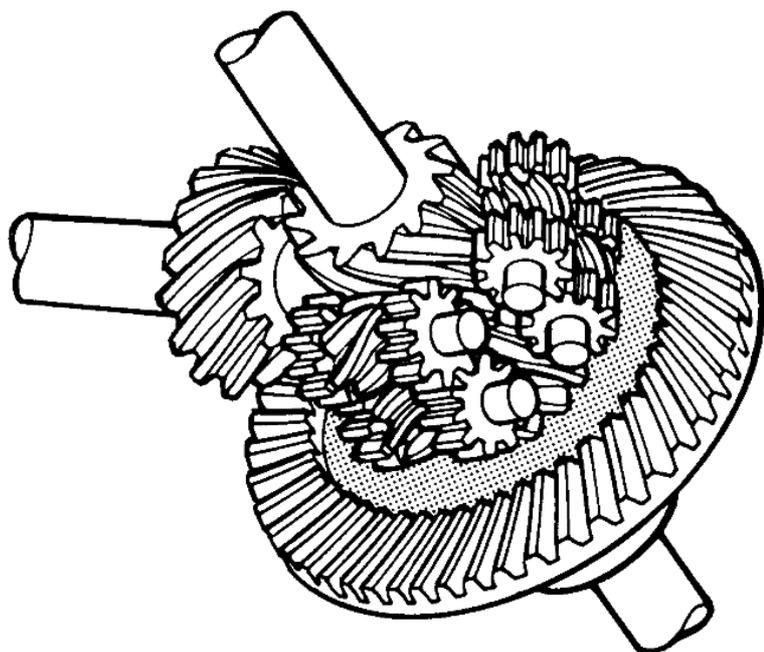


рис.5



Особенности полного привода

Начнем с "4WD"

Известно, что первые автомобили этого направления имели подключаемый полный привод, на некоторых был даже двойной ряд коробки передач. Но развитие направления "4WD спорт" стимулировало применение полноприводных машин на твердых дорогах. При этом спортсменов явно не устраивала жесткая связь между осями, что, с одной стороны, не позволяло использовать полноприводники на асфальте. С другой стороны, дифференциальный полный привод (с дифференциалом между осями) не обеспечивал при скоростной езде надежной тяги на скользких дорогах - ведь при прохождении поворотов на высокой скорости разгруженное внутреннее переднее колесо пробуксовывало и тяга прерывалась.

Все это стимулировало применение дифференциалов повышенного трения и вязкостных муфт - в первую очередь на спортивных модификациях. Они как бы перераспределяли крутящий момент на ту ось (колесо), которая находилась в условиях лучшего сцепления с дорогой. И почти мгновенно, благодаря успехам, достигнутым спортсменами и под натиском девиза "полный привод без дополнительных операционных действий водителя!", эти достижения распространились на все направление "4WD". Автомобили направления "4WD" целиком и полностью ушли от дополнительных рычагов трансмиссии, предоставив управление приводом автоматике.

Здесь стоит отметить, что такие автомобили имеют как симметричный привод (50 процентов крутящего момента передается на переднюю ось и столько же на заднюю - например, Nissan Prairie 4WD), так и несимметричный (крутящий момент распределяется между осями неравномерно). Несимметричное распределение момента может быть как в пользу передней оси (например, Volkswagen Golf Syncro - 70% на 30), так и задней (например, Ford Scorpio 4x4 - 30% на 70).

Сегодня соотношение распределения крутящего момента между осями может не только "закладываться" на стадии конструирования. Опять спортсмены впереди, на лихом коне! Ведь именно у них получили распространение системы, позволяющие осуществлять перераспределение соотношения моментов с места водителя. Началось это с возможности "персональной" настройки привода под индивидуальные требования спортсмена. А сегодня это уже возможно на ходу с места водителя. И с успехом используется не только при изменении дорожных условий, а даже в зависимости от настроения пилота. Но это тема отдельного разговора.

А теперь перейдем к "4x4"

Внедорожники, за очень редким исключением, имеют два варианта конструкции - подключаемый полный привод и постоянный полный привод.

Суть ПОДКЛЮЧАЕМОГО полного привода в том, что трансмиссия имеет два возможных варианта работы. Первый - режим "моно"- привода, когда крутящий момент реализуется одной осью, как правило задней (исключение составляет ЛуАЗ-1302, который в "моно" режиме становится переднеприводным). Второй - режим полного привода, когда момент передается на обе оси, причем они жестко связаны между собой. При ПОСТОЯННОМ полном приводе крутящий момент постоянно подводится к обеим осям. Для возможности движения по дорогам с высоким коэффициентом сцепления, чтобы предупредить закручивание трансмиссии и повышенный износ шин, между осями ставят дифференциал, который называют центральным. В труднопроходимых условиях дифференциал блокируется - вводится жесткая связь между осями. Получается такая же схема, как в режиме полного привода для подключаемого варианта. Такой режим называется режимом блокировки дифференциала. Включается, как правило, специальным рычагом, (например, на Ниве) - такая блокировка называется принудительной, или автоматическим устройством (вязкостная муфта или дифференциал повышенного трения, например, Range Rover и Grand Cherokee), которое по устройству абсолютно идентично аналогичному, описанному в разделе "4WD". Для срабатывания такого устройства, говоря математическим языком, необходимо и достаточно наличие разницы в скорости вращения колес одной оси относительно другой (то есть буксования).

Нюансы подключаемого полного привода

Этот вариант привода предусматривает возможность движения в двух режимах - "4x2" и "4x4"

Вроде бы простая конструкция. Правда, есть одно маленькое но. Давайте присмотримся к этим двум режимам поближе.

Итак, режим "моно". Дорога твердая, полный привод ни к чему. Дополнительная ось отключена, но колеса ее при движении вращаются и поэтому крутятся и весь механизм привода - полуоси, редуктор и карданный вал. Все это вызывает трение, которое выливается в неоправданный износ, шум, и повышенный расход топлива. Со временем в ступицах передних колес появились муфты, разъединяющие колеса с полуосями. В итоге исключено вращение пока ненужных деталей, это позволило несколько снизить трансмиссионные шумы и расходы топлива. Но вот конструкция муфт.

Сначала их прятали под герметичным колпачком. Например, на легендарном УАЗ-469 для введения или выведения муфты из зацепления требовалось специальным ключом сделать не менее 15-ти оборотов! Это не говоря об отворачивании - заворачивании защитного колпачка, для которого тоже требовался специальный ключ.

Следующим шагом в этом направлении было создание герметичных муфт - защитный колпачок уже не требовался. Да и муфту "научили" срабатывать при повороте на 120-180 градусов. Это значительно упростило дело. Но ведь для такой операции все равно необходимо выходить из машины. И вскоре появилось следующее достижение - автоматические муфты, не требующие участие водителя во включении-выключении. При выключении полного привода они отключаются сами, а вот включение...

Включаются муфты не тогда, когда вы подключаете полный привод, а лишь тогда, когда задние колеса провернутся. При этом провернутся и полуоси передней оси (ведь через карданные валы они связаны с задними колесами) относительно передних же колес. И только тогда муфты сработают - обеспечат сцепление

колес с полуосями и только тогда привод действительно станет полным.

Надо сказать, что среди настоящих джиперов автоматические муфты считаются игрушкой и не пользуются успехом. Предпочтение отдается надежным муфтам, включаемым вручную и придающим уверенность.

Итак, подключаем полный привод. Но сразу натываемся на проблему. Ведь подключаемый полный привод подразумевает жесткую связь между осями. А жесткая связь несет ограничения. Ее нельзя употреблять на сухих твердых дорогах. И поскольку пониженный ряд раздаточной коробки можно включать только при полном приводе, то это означает, что на сухой твердой дороге им нельзя воспользоваться.

Значит использовать максимальную тягу на асфальте невозможно? С одной стороны, обмануть автомобиль невозможно, так как любой вариант подключаемого полного привода имеет "дуракоустойчивую" защиту. Это либо блокировка пониженного ряда РК - пока не включится полный привод, вы не сможете включить пониженный ряд. Либо вообще "однорычажная" система управления дополнительными возможностями трансмиссии, а сегодня на нее перешли практически все джипы. Здесь положение рычага, соответствующее режиму пониженной передачи, вообще расположено "за" режимом включения полного привода.

С другой стороны, любой водитель может наплевать на все эти предостережения и врубить пониженную вместе с полным приводом на асфальте, чтобы стронуть с места тяжелый прицеп. Но это допустимо только на прямых участках дороги.

Кто не верит, может провести маленький эксперимент. Поставьте свой полноприводник на ровную асфальтовую площадку и выверните руль в любую сторону до отказа. Теперь попробуйте прокатить его сначала в режиме "4x2", а затем в "4x4". Для владельцев Нив и других джипов с постоянным полным приводом задача чуть изменится - режим без блокировки и с блокировкой, последний равнозначен подключенному полному приводу. И если в режиме "4x2" или "без блокировки" (для Нивы) вы легко прокатите машину по кругу, то навряд ли у вас хватит сил протолкать ее хотя бы половину круга в варианте "полный привод" или "блокировка". Ведь трансмиссия "заворачивается", а шины проскользнут по асфальту не могут. Ну, убедились, что предостережение о невозможности пользования полным приводом на "сухих твердых дорогах" не является голословным?

К сожалению, в подключаемом полном приводе это ограничение автоматически распространяется и на пониженный ряд раздатки.

Есть и еще один недостаток у подключаемого привода - значительно отличающиеся характеристики управляемости автомобиля в варианте полного привода и в "моно" варианте.

Постоянный полный привод

Этот вариант привода, впервые примененный на английских Range Rover, впоследствии перекочевавший на все вездеходы Land Rover, а затем и на внедорожники других марок, способен вызвать различные ассоциации. Ведь его часто называют "перманентным" (от английского слова "непрерывный"), что наводит на воспоминания о перманентной женской прическе или "химии", которая позволяла иметь завитушки на голове не менее, чем полгода после одной завивки.

Но смысл его и его преимущества перед подключаемым полным приводом остаются неизменными. В отличие от подключаемого варианта здесь крутящий момент передается на обе оси постоянно. Циркуляцию мощности между осями предупреждает дифференциал, расположенный, как правило, в раздаточной коробке, между карданными валами. Режим жесткой связи между осями, необходимый для достижения максимального тягового усилия, обеспечивается блокировкой дифференциала.

А вот и преимущества постоянного полного привода - стабильные характеристики управляемости автомобиля, возможность использования нижнего ряда РК без блокировки, а следовательно, на любых дорогах без ограничения по сцеплению.

К тому же такой автомобиль всегда находится в состоянии "повышенной боевой готовности". А блокировка может использоваться, как дополнительное средство повышения проходимости в случае возникновения проблем на бездорожье. Кстати, некоторые водители используют такой прием - двигаются по бездорожью, не включая блокировку, а в случае застревания выбирают назад, включив ее. Но это спорный случай применения блокировки.

В актив постоянного полного привода можно записать и возможность применения автоматической блокировки межосевого дифференциала (вязкостные муфты, дифференциалы повышенного трения). Однако автоматика - "игрушка" для недостаточно опытных водителей. Максимальная тяга на бездорожье может быть получена только принудительной блокировкой, так как любая автоматика предполагает пробуксовку колес (если пробуксовки нет, то блокировка не работает), а буксование означает потерю тяги. Проходимость и управляемость автомобиля в значительной степени зависят от характеристики самоблокирующегося дифференциала или вязкостной муфты. "Жесткая" (крутая) характеристика улучшает проходимость, ухудшая управляемость, а "мягкая" (пологая) не ухудшает управляемость, но и не улучшает проходимость.

Не лишен постоянный полный привод и недостатков. Ведь такому автомобилю приходится проворачивать все карданные валы и полуоси. В итоге на асфальте его трансмиссия также шумна, как и подключаемый полный привод с включенными колесными муфтами, и также обеспечивает "полноприводную" прибавку к расходу топлива.

Тем не менее постоянный полный привод обеспечивает все же больше положительных моментов, чем отрицательных, особенно для действительно внедорожных автомобилей. Доказательством тому может послужить список полноприводников, которые в течение десяти-пятнадцати лет "освоили" постоянный полный привод.

Итак, первым легковым автомобилем с таким вариантом привода был Range Rover (1970 год), затем Нива (1976) и все Land Rover (1983). Далее "кран открылся" - Mercedes G 463 (1989), Toyota Land Cruiser 80

(1990), Hummer (1991) и далее Daihatsu Feroza Full Time 4WD, Grand Cherokee (трансмиссия Quadra Trac) и Toyota Fun Cruiser RAV4.

Дотошный читатель заметит, что в списке не хватает еще двух автомобилей - Jeep Cherokee с вариантом трансмиссии Selec Trac и Mitsubishi Pajero с трансмиссией Super Select 4WD. Но мы позволим себе выделить эти автомобили в отдельный "класс" полноприводных трансмиссий - универсальный или комплексный, кому как нравится. К тому же, особого внимания - заслуживает (очень оригинальный, если не сказать эксклюзивный) один из вариантов полноприводной трансмиссии малышки Toyota RAV4.

"Комплексный" полный привод

Это еще что такое? - может спросить любой, мало-мальски соображающий в полноприводниках. Каюсь, сам придумал этот термин. Придумал для того, чтобы выделить два автомобиля, а точнее два варианта трансмиссий из общепринятой классификации. Так как, с одной стороны, их можно отнести и к тому, и к другому варианту полного привода. И в то же время нельзя это сделать однозначно.

Итак, на Jeep Cherokee в 1987 году был впервые представлен полноприводный вариант трансмиссии с отключаемой передней осью - Selec Trac. А в 1991 году на японском Mitsubishi Pajero появилось нечто похожее - Super Select 4WD.

Начнем в хронологическом порядке - с американцев. Наряду с подключаемым полным приводом Command Trac на Jeep Cherokee с 1987 года может быть установлена и трансмиссия Selec Trac. Это вроде бы почти обычный постоянный полный привод с дифференциалом между осями и возможностью его принудительной блокировки. Но есть еще и "третий" вариант - переднюю ось можно отключить. Это позволяет экономить до 5% топлива на автострадах. Непонятно почему, но американцы этот вариант трансмиссии не ставят на экспортные машины, а пользуются им только сами, внутри страны.

Японцы пошли чуть дальше, они сделали почти то же самое, но слегка посложнее. Здесь тоже предусмотрена возможность движения в "моно" режиме, следующий режим - полный привод с центральным дифференциалом со встроенной вискомуфтой, и режим жесткой связи между осями. При переходе на пониженный ряд РК центральный дифференциал принудительно блокируется.

Вроде бы обе схемы позволили уйти от недостатка постоянного полного привода - повышенные шум и расход топлива. Но появились недостатки подключаемого полного привода. Пониженной передачей можно пользоваться только при включенной блокировке центрального дифференциала, что не подходит для сухих твердых дорог.

Да, трансмиссия стала более универсальной и предлагает больший выбор вариантов. Но, как мы уже увидели выше, бесплатных пряников не бывает. К тому же, такая трансмиссия "родила" и новую проблему - сложность выбора. Теперь надо правильно выбрать один режим из трех.

Ведь и в подключаемом, и в постоянном полном приводе на выбор водителю представляется два режима привода. Так что выбор усложнился и, соответственно, возросла вероятность ошибки.

Что такое ДИФФЕРЕНЦИАЛ?

Дифференциал - это неотъемлемая часть любого, в том числе полноприводного автомобиля, но многие ли знают, как он работает?

При повороте автомобиля его внешние и внутренние колёса за один и тот же отрезок времени проходят разные пути. Колесо, катящееся по внутренней кривой, проходит меньший путь, чем колесо, катящееся по внешней кривой. Следовательно, внешнее колесо автомобиля должно вращаться несколько быстрее внутреннего. Для неведущих колёс это - не проблема. Они вращаются индивидуально. Но если оба колеса жёстко привязаны к мосту, они будут стараться вращаться с одинаковой скоростью. Таким образом, ось будет вращаться до тех пор, пока одно из колес не проскользнет и не ослабит напряжение. Если этого не произойдет, ось переломится.

Кроме того, из-за того, что ведущие колеса стараются пройти одинаковое расстояние, автомобиль выталкивается на прямую траекторию, что приводит к недостаточному поворачиванию.

Далеко не каждый производитель машин заботится об этом! В 20-е гг. в Великобритании выпускался автомобиль под названием Троян, оснащенный жесткой ведущей осью. На задних колёсах автомобиля стояла износоустойчивая резина, что позволяло колёсам прокручиваться при повороте без ущерба для автомобиля. Срок службы автомобиля увеличивался также благодаря тому, что предельная его скорость была лишь 40 км/час, да и она достигалась достаточно редко.

Дифференциал

Дифференциал пропорционально распределяет крутящий момент между ведущими колёсами, а также автоматически компенсирует разницу в их скорости вращения.

Идея дифференциала стара. Хотя его изобретение обычно приписывают де Диону (конец XIX века), фактически разработка механизма дифференциала, соответствующая современному его устройству, была предложена Леонардо да Винчи за четыре столетия до создания средств передвижения, которым необходим дифференциал.

Но, как это часто бывает в случае внедрения новых технологий, решая одни проблемы, дифференциал создает другие. Его основной недостаток состоит в следующем: дифференциал передает большую часть крутящего момента на то колесо, у которого в данный момент хуже сцепление с дорогой; если колесо полностью теряет сцепление, на него передается весь крутящий момент.

Это не имеет смысла. Если одно из колес пробуксовывает в грязи или находится в подвешенном состоянии, другое колесо не вращается вовсе, даже несмотря на то, что его сцепление с дорогой увеличено за счет перенесения на него массы всей машины.

Дифференциал и полноприводный автомобиль

Четыре ведущих колеса - лишь частичное решение проблемы. И в этом случае каждый мост имеет собственный дифференциал, соединенный с "раздаткой", которая и распределяет на мосты крутящий момент. Но так как каждый из дифференциалов распределяет большую часть крутящего момента на колесо, имеющее меньшее сцепление с дорогой, полноприводный автомобиль в грязи может остаться совсем "без колес", если пробуксовывают начинают одновременно одно переднее и одно заднее колесо, или хотя бы одно колесо при разблокированном межосевом дифференциале.

Но это - не единственный минус. В полноприводных автомобилях раздаточная коробка равномерно распределяет крутящий момент на все колеса, до тех пор пока они имеют нормальное сцепление с дорогой. На не слишком грязной или ухабистой дороге особых проблем не возникает, так как шины надолго не отрываются от земли и пробуксовка колес не велика. Но если вы любитель острых ощущений и "серьезного бездорожья", есть риск, что вы попадете в канаву и произойдет вывешивание колеса. В этом случае разница во вращении колес становится опасной, так как может вывести дифференциал из строя. Большинство производителей внедорожников признают этот минус, предупреждая в руководстве по эксплуатации об опасности вывешивания колеса.

Внедорожники с постоянным приводом на 4 колеса имеют третий (межосевой) дифференциал, чтобы сбалансировать разницу вращения передних и задних колес. Это, однако, чревато другими сложностями, которые будут описаны ниже.

Единственно возможный выход (не считая трицикла, ведомого одним задним колесом) - это, с одной стороны, обеспечить колесам, находящимся на одной оси, возможность вращения при необходимости с разной скоростью, а с другой стороны, обеспечить вращение колеса, имеющего сцепление с дорогой, даже в том случае, когда другое колесо пробуксовывает.

Одним из способов добиться этого является использование ручного тормоза для того, чтобы дать нагрузку пробуксовывающему колесу. Делать это, однако, надо осторожно, чтобы не сдерживать вращение второго колеса. Этот способ достаточно эффективен и ничего не стоит. Он используется давно, но может быть, вы узнали о нем впервые.

Хорошим выходом может быть также использование отдельных рычагов ручного тормоза для каждого из ведущих колес. Дешево и эффективно. Этот способ часто применяют любители внедорожной езды. Он также используется на некоторых видах специально сконструированных внедорожников.

Самоблокирующиеся дифференциалы повышенного трения с частичной блокировкой

Принцип работы дифференциала повышенного трения ясен из его названия. В зависимости от дорожных условий и замысла производителя, работа дифференциала ограничена. Такие дифференциалы призваны обеспечивать равномерное распределение крутящего момента на оба колеса в зависимости от уровня сцепления шин с дорогой. Однако, как и в случае применения обычного дифференциала, если одно из колес вывешивается (т.е. возникает значительная разница в сопротивлении колес), практически вся мощность передается на него, и второе колесо становится бесполезным.

К сожалению, в определенной мере автомобили, оснащенные таким дифференциалом, копируют поведение пресловутого Трояна. Так как при вхождении в поворот дифференциал стремится крутить ведущие колеса с одинаковой скоростью (к счастью, в данном случае блокировка дифференциала ограничена), то автомобиль норовит поехать прямо, несмотря на то что вы поворачиваете руль.

Таким образом, принцип работы дифференциала повышенного трения, неизбежно приводит к дилемме - либо хорошее сцепление с дорогой, либо управляемость. Этот дифференциал не может полностью предотвратить пробуксовку колес без серьезного и непредсказуемого влияния на управление.

Конечно существуют свои плюсы. Такой дифференциал недорог и его легко установить. Он улучшает сцепление с дорогой и не требует от водителя дополнительных действий (кроме повышенного внимания при маневрировании). К тому же он не может передать весь крутящий момент на одно колесо, что снижает вероятность поломки полуосей неопытным водителем, что может произойти при использовании дифференциала с полной блокировкой.

Дифференциалы с полной блокировкой

Суть работы такого дифференциала также достаточно хорошо передается его названием. В случае применения подобных конструкций дифференциал может быть заблокирован, если это необходимо, обеспечивая работу обоих колес, даже если одно колесо имеет плохое сцепление с дорожным покрытием,

или полноценную работу одного колеса, если сцепление другого с дорогой полностью потеряно. Существуют несколько видов таких дифференциалов.

Дифференциал с автоматической блокировкой

Такой дифференциал передает крутящий момент через фрикционы (диски сцепления), которые автоматически прекращают передачу на то колесо, которое начинает крутиться быстрее. Если одно из колес потеряло сцепление с дорогой или начинает крутиться быстрее при повороте, крутящий момент автоматически направляется на другое колесо.

Оборотной стороной является то, что работа фрикционов лишена плавности и мягкости. Это выражается в том, что в моменты прекращения и начала передачи крутящего момента (во время поворота или при выходе из него) существует вероятность внезапного изменения предполагаемой траектории движения автомобиля, что к тому же может сопровождаться (по крайней мере такое происходит порой со столь популярным блокиратором Detroit Locker) звуками, напоминающими пальбу из пистолета с близкого расстояния! Помимо того, нужно постоянно помнить о том, что автоматически блокирующийся дифференциал может передать весь крутящий момент на одну полуось. В данной ситуации существует возможность повреждений или даже серьезной поломки этой полуоси, особенно на первой пониженной передаче.

Плюс данных дифференциалов в том, что они обеспечивают максимально хорошее сцепление с дорогой, и при этом они не баснословно дороги.

Дифференциал распределенной нагрузки.

В дифференциалах распределенной нагрузки (самый известный из подобных дифференциалов - Truetrac) такой недостаток как возможность внезапной потери управляемости, являющийся основным для автоматических дифференциалов, решается путем контроля со стороны водителя. В этом случае от человека, сидящего за рулем, требуется выполнение определенных действий.

Такая конструкция предусматривает перераспределение крутящего момента на колесо, которое сохраняет сцепление с дорогой, но не полностью и не автоматически. Если одно из колес начинает проскальзывать водитель должен слегка нажать на тормоз, чтобы нагрузить это колесо, что обеспечит передачу крутящего момента на колесо, сохраняющее сцепление с дорогой. В сущности это автоматизированная, усовершенствованная конструкция, разработанная на основе идеи отдельных рычагов ручного тормоза. И точно также как и отдельные рычаги, такой дифференциал не оказывает отрицательного влияния на управляемость.

Дифференциалы с ручной блокировкой.

Наиболее популярными на сегодняшний день являются дифференциалы с пневмоблокираторами фирмы ARB. В обычном режиме дифференциал полностью выполняет свои функции, а при включении пневмоблокиратора происходит полная блокировка. В зависимости от производителя механизм может быть электрическим, вакуумным или пневматическим. Он приводится в действие вмонтированной в приборную панель кнопкой. Дифференциалы с ручной блокировкой не оказывают отрицательного влияния на управляемость автомобиля в обычном режиме, и в то же время обеспечивают максимально эффективную работу колес при блокировке. Многие водители отдают предпочтение таким дифференциалам, так как считают их оптимальным решением. Хотя некоторые журналисты, освещающие проблемы езды по бездорожью, придерживаются мнения, что подобные дифференциалы не следует устанавливать на передний мост, так как они влияют на управление в заблокированном режиме, совершенно очевидно, что если вы застряли в болоте, четкость управления не играет для вас первостепенной роли. Просто всегда нужно помнить о том, что дифференциал активизирован и соблюдать соответствующие меры безопасности.

Постоянный полный привод.

Полный привод окружают удивительные легенды - порой люди ожидают от него чуда, но результатом такой безоговорочной веры иногда становятся лишь "разбитые надежды". Постоянный полный привод на все 4 колеса (4 Wheel Drive или 4WD) не всегда помогает, так как он имеет смысл только в том случае, когда сцепление всех колес с дорожным покрытием в норме. Но иногда он становится неуместным, то есть просто напросто не решает проблемы, а создает их.

Проблема состоит в следующем. Для равномерного распределения крутящего момента на передний и на задний мост в различных ситуациях, оси должны иногда вращаться с разной скоростью (например, при вхождении в поворот).

Чтобы обеспечить это на автомобиль устанавливается третий - межосевой дифференциал. Но так как дифференциал не перестает быть дифференциалом, то и здесь остается верной поговорка "где найдешь - там потеряешь". Крутящий момент передается на те колеса, у которых хуже сцепление с дорогой, и если одно из 4 колес полностью теряет сцепление, то 4WD немедленно превращается в 0WD, то есть вся его хваленая "суперпроходимость" и гроша ломаного не стоит в такой ситуации.

Ликвидировать этот недостаток можно частичной или полной блокировкой межосевого дифференциала, то есть принудительно заставляя оба полуосевых зубчатых колеса, вращаться с одинаковой скоростью, соединив их между собой или одно из них с корпусом дифференциала. Обычно это делается вручную, но на

многих "свежих" внедорожниках эта функция автоматизирована (с разной степенью успешности). Но даже если на вашем автомобиле присутствует блокировка межосевого дифференциала, вам не помешают блокировки на осях. Тогда ваш внедорожник наверняка не разочарует вас!

Вискомуфты.

Альтернативой вышеперечисленным способам блокировки дифференциалов является вискомуфта. Принцип ее действия основывается на необычном свойстве некоторых жидкостей (например, силикона) - их вязкость увеличивается или уменьшается в зависимости от скорости взбалтывания. Блокировка у этого устройства срабатывает от разности скоростей вращения валов.

Вискомуфта обеспечивает нормальную работу дифференциала в том случае, когда разница в скорости вращения колес невелика. При увеличении разницы вращения, функционирование дифференциала ограничивается. Такой механизм прост и надежен, но имеет тот же минус, что и традиционный дифференциал повышенного трения (ведущий к тому же результату, только другими средствами) - чем больше блокируется дифференциал, тем сложнее становится управлять автомобилем.

Вискомуфта, которая сейчас преподносится как новейшая разработка, была придумана Фергюсоном более 40 лет назад. Несколько автомобилей Jensen с приводом на 4 колеса по системе Фергюсона сохранились до наших дней. Из современных автомобилей можно выделить два: межосевой дифференциал с вискомуфтой устанавливается на последнюю модель Land Rover Defender, а на Cherokee все три дифференциала имеют гидравлические вискомуфты.

Отключаемый привод передних колес.

Некоторые внедорожники устроены таким образом, что передний дифференциал и соответствующие части трансмиссии вращаются передними колесами, независимо от того задействован ли полный привод или нет. Это повышает расход топлива и шум.

Отключаемый привод передних колес (отключаемая ступица) позволяет передним колесам вращаться свободно. При необходимости полный привод подключается вручную или автоматически.

Новейшие разработки.

В последнее время производители все чаще используют электронику, которая опираясь на показания различных датчиков, "следит" за сцеплением колес с дорожным покрытием, и соответственно блокирует и разблокирует дифференциал.

Применение такой электроники на внедорожниках не всегда оказывается удачным. Например, попытка использования ABS при спуске с крутого склона, приводит к плачевным результатам вследствие отсутствия необходимой пониженной передачи.

Пока эти нововведения редко оказываются лучше, чем привычный внедорожник с полным приводом, раздаточной коробкой с понижающими передачами и блокировкой на мостах.

О блокировках и их великой пользе для джипера

Практически каждый, кто когда-либо более или менее всерьез увлекался ездой по бездорожью, наверняка слышал о блокировках. Многие совершенно не представляют, как эти самые блокировки работают, но об их несомненной пользе в непролазной грязи знают все.

Мы уже подробно рассказывали о конструкции дифференциалов и принципах их работы, вскользь затрагивая и вопрос о их возможном блокировании. Сегодня мы хотим дать обзор всех применяющихся в настоящее время блокировок межколесных дифференциалов.

ARB AIR LOCKER

ARB Air Locker относится к принудительно включаемым блокировкам и в нормальном состоянии представляет из себя обычный классический дифференциал. При включении (блокировании) такого дифференциала полуоси блокируемого моста замыкаются между собой жестко - поэтому блокировки такого типа обычно называются жесткими, или 100%-ми блокировками. В такой комплект входят непосредственно сам дифференциал с механизмом блокирования, пневмомагистраль и воздушный компрессор, необходимый для создания рабочего давления (не менее 2-х атмосфер), которое и приводит в действие блокировку.

Совершенно очевидно, что система ARB имеет неоспоримое достоинство: обладая мягкостью работы обычного дифференциала на твердых поверхностях, тем не менее достигается полная блокировка в нужный момент.

Недостатками ARB являются высокая стоимость, во-первых, сложность монтажа, во-вторых, и необходимость умения ею пользоваться, в-третьих, - если забыть выключить блокировку на дороге с твердым покрытием,

можно поломать трансмиссию или потерять управление автомобилем (особенно при применении ARB на переднем мосту). Кроме того, жесткие блокировки вообще предъявляют к автомобилю более высокие требования - при установке на лифтованные машины колес увеличенного размера в определенных условиях могут рваться полуоси, карданные шарниры и другие детали трансмиссии.

Плюс к этому - ARB не самая простая по конструкции система. Она включает в себя очень много компонентов, что снижает надежность. Например, компрессор может сгореть, а при выходе из строя генератора аккумулятор долго не протянет, а следовательно, не будет функционировать мотор компрессора, вполне возможен обрыв электропровода или случайное повреждение пневмомагистрали.

Бездифференциальный мост

Строго говоря, блокировка такого типа - это вовсе и не блокировка, а просто устанавливаемый вместо коробки дифференциала барабан, на который монтируется ведомая шестерня главной передачи и вставляются полуоси, то есть правая и левая полуоси постоянно сцеплены между собой, дифференциал, таким образом, просто отсутствует. Не стоит даже и говорить о том, что такая система не имеет права на жизнь в переднем мосту - управлять автомобилем было бы невозможно, но на задних ведущих мостах ATV, например, такой механизм применяется даже чаще, чем обычный межколесный дифференциал. Кроме того, постоянно замкнутые задние мосты используются в гоночных американских внедорожниках и триальных машинах. Недостатки понятны - быстрый износ резины на дорогах с твердым покрытием, высокие нагрузки на трансмиссию, плохая управляемость. Достоинства - простота и надежность.

Существуют также блокировки других систем, в которых предусмотрено принудительное включение, например для автомобилей Toyota Land Cruiser американской фирмой Specter Off-Road производится дифференциал, блокируемый тросовым приводом. Фирма Powertrax планирует начать выпуск электроблокировок, Eaton обещает то же самое в недалеком будущем. Преимущество перед пневматикой не нуждается в объяснении - не нужен дорогой компрессор, да и восстановить оборванную проводку проще и быстрее.

DETROIT LOCKER

Возможно, это самый известный тип автоматической блокировки. Он устанавливается вместо заводского корпуса дифференциала (за исключением GM 12.5), что увеличивает прочность узла в целом. Для включения Detroit Locker не требуется ни проводов, ни пневмомагистралей, не нужно нажимать кнопки или включать рычаги - все происходит само собой. Минимальное количество внутренних деталей обуславливает высокую надежность узла. Существуют три версии Detroit Locker, исполняемых в зависимости от типа моста, для которого он предназначен.

Так называемый Detroit SoftLocker наиболее распространен в современных мостах. Эта конструкция имеет демпфирующие устройства со стороны каждой полуосевой шестерни, что поглощает часть рывков и шумов, неизбежно сопровождающих работу этого локера.

C-Locker представляет собой модификацию, предназначенную для мостов с полуразгруженными полуосями, у которых последние фиксируются C-образными стопорными шайбами. Работает такая блокировка с некоторым шумом и щелчками, так как в этой конструкции нет демпфирующих устройств, как в SoftLocker. В случае использования этого механизма нужно быть осторожным с установкой больших колес на лифтованные машины, а также с увеличением мощности и крутящего момента двигателя. Трансмиссия, не рассчитанная на подобные перегрузки, попросту не выдерживает и поэтому... Свернутые шлицы полуосей - нормальное явление (если, конечно, полуоси не были заменены на более мощные, чем заводские).

NoSpin - оборудование для тяжелой техники, такой, как пикапы General Motors, укомплектованные мостами типа GM-14 bolt или Rockwell 12.5'. Специальных демпферов нет и в этой модификации, но благодаря тяжести машин, в которых применяется это устройство, ударов и посторонних звуков при включении не ощущается.

Так как корпуса дифференциалов в таких мостах очень прочные и в них установлено по 4 сателлита, NoSpin заменяет только заводские шестерни внутри корпуса дифференциала.

Все модификации Detroit Locker представляют собой, по сути, кулачковую блокировку, весьма напоминающую конструкцию, устанавливаемую на "ГАЗе-66" и БТР. Отличается простотой, надежностью в применении и весьма посредственными характеристиками на твердых покрытиях, что сказывается на управляемости, особенно при применении на переднем мосту, что ускоряет износ резины. Определенный дискомфорт вызывают щелчки и металлические удары, слышимые при работе Detroit Locker.

GOV-LOCK

Gov-Lock представляет из себя автоматически включаемый дифференциал повышенного трения. Специально разработан для государственной и военной техники США. Как опция предлагается практически для всех пикапов и внедорожников GM. В нормальном состоянии представляет собой классический разомкнутый дифференциал. Как только скорость вращения одного колеса оси относительно другого достигает определенной величины - примерно 2 оборота в секунду, - центробежный замыкатель защелкивает кулачковую муфту, которая, в свою очередь, зажимает пакет фрикционных, причем тем сильнее, чем быстрее крутится буксующее колесо. Таким образом, Gov-Lock обладает прогрессивной характеристикой блокирования - от нуля до стопроцентной. Кроме того, в этом устройстве имеется приспособление, автоматически отключающее блокировку при достижении транспортным средством скорости 25 миль в час... Любят своих военных в Америке... Достоинства такой блокировки очевидны, но и недостатков куча: большое количество мелких деталей вызывает и высокую вероятность поломок, что часто и происходит на практике - ломается шестеренка замыкателя и блокировка перестает работать. Кроме этого, Gov-Lock отнюдь не всегда эффективно работает. Если машина застряла в мягком грунте, то данная блокировка может оказать медвежью услугу, ведь для ее включения нужно достаточно сильно раскрутить буксующие колеса, что неминуемо приведет к моментальному самозакапыванию джипа, а включившийся в конце концов локер только добавит масла в огонь, окончательно посадив автомобиль на мосты. И происходить все будет тем быстрее, чем тяжелее внедорожник. Но на управляемость автомобиля Gov-Lock практически не оказывает негативного влияния.

EZ TRACTECH И LOCK-RIGHT POWERTRAX

Автоматические блокировки EZ Tractech и Lock-Right Powertrax устанавливаются вовнутрь заводских корпусов дифференциалов, что очень удобно для джиперов, желающих сэкономить деньги на приобретении более дорогих блокировок, требующих выставления правильных зазоров в главных парах при их монтаже (ведь меняется корпус дифференциала). Недостаток очевиден - вся нагрузка при блокировании передается через единственную и не рассчитанную на это ось сателлитов. Кроме того, кулачковая конструкция издает посторонние звуки и шумы при работе.

Для установки в дифференциалы лифтованных машин, едущих на больших колесах, такие блокировки рекомендовать нельзя. Да и вообще, кулачковые блокирующие устройства дают очень малую свободу проворачивания одного колеса относительно другого - трансмиссия испытывает постоянные перегрузки и быстро изнашивается, не говоря уже об ухудшении управляемости и быстром износе шин.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЫ ПОВЫШЕННОГО ТРЕНИЯ (LSD)

Разделяются на два основных типа - с постоянными характеристиками и с прогрессивной характеристикой. Первые устанавливались, к примеру, в старые Grand Cherokee - простой набор фрикционных, поджатый пружинками, задавал определенное усилие проворачивания одного колеса оси относительно другого. На современных автомобилях марки Jeep устанавливается система Van-Lock, где роль пружины отведена героторному насосу, приводимому в действие шестерней полуоси, - как только появляется разница во вращении колес одного моста, героторный насос начинает перегонять масло из одного стакана в другой, тот давит на фрикционы и блокирует дифференциал, причем тем сильнее, чем быстрее происходит вращение буксующего колеса. Еще в современном автоспорте получили широкое распространение дифференциалы с косозубыми шестернями сателлитов - при проворачивании возникает сила, прижимающая их к корпусу дифференциала. Угол нарезки зубов на сателлитах задает характеристики блокирования.

Конечно, наиболее часто встречающийся тип дифференциала повышенного трения - это "дисковый". Такая блокировка применялась и до сих пор стоит на "вооружении" большинства мировых производителей внедорожников. Она обладает большой мягкостью срабатывания и практически не наносит вреда трансмиссии. Однако следует помнить, что устанавливаемые на серийные машины LSD имеют очень небольшой коэффициент блокирования (около 30%), а вследствие этого и недостаточно эффективны в тяжелых условиях. Такие блокировки не срабатывают, например, при вывешивании одного из колес, когда, в общем-то, помощь локера и требуется в первую очередь. Существуют пакеты фрикционных дисков, обеспечивающие больший коэффициент блокирования, но он все равно далеко не стопроцентен. Кроме того, с его увеличением, естественно, возрастают и нагрузки на трансмиссию при езде по твердому покрытию. Еще одним минусом LSD является их ограниченный ресурс. Фрикционные диски имеют тенденцию стираться, причем чем чаще буксуют колеса, тем сильнее изнашиваются диски. Если такой дифференциал установлен в заднем мосту автомобиля, не предназначенного для постоянного движения с полным приводом (только Part time в раздатке), то зимой в условиях города, где использование полного привода не оправдано, ему приходится работать очень много, так как задняя ось будет достаточно часто пробуксовывать. В целом ресурс LSD в зависимости от условий эксплуатации составляет от 50 до 150 тыс. км. Однако он не отказывает сразу, а "умирает" постепенно, все больше снижая коэффициент блокировки. Также нужно помнить, что дифференциалы повышенного трения требуют использования специальных присадок к маслу, залитому в такой дифференциал. Тип присадки фирма-изготовитель указывает в инструкции по эксплуатации.

ЧТО МОЖНО ПОСОВЕТОВАТЬ ДЖИПЕРУ

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что блокировки несут как пользу, так и вред и для каждого конкретного случая следует делать наиболее подходящий выбор: для стандартной машины, редко выезжающей за пределы города, нужно одно, для лифтованного монстра трофи-рейдов - другое, для гоночного джипа - третье, и так далее...

А еще блокировками нужно уметь правильно пользоваться, чтобы не уродовать машину. Но это - тема для отдельного разговора.