

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**А.В. БРУСЕНКОВ, П.П. БЕСПАЛЬКО,
С.М. УЛЬЯНОВ, Д.Н. КОНОВАЛОВ**

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТРАНСМИССИИ

Рекомендовано Учёным советом университета
в качестве практикума
по выполнению лабораторных работ
для студентов 3 и 4 курсов дневного и заочного отделений
специальностей 110301, 110304 и 190601



Тамбов
Издательство ТГТУ
2010

УДК 62-235(075)
ББК 033-042.24я73
А224

Рецензенты:
Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник ВИИТиН
Г.Н. Ерохин

Кандидат педагогических наук, доцент ТГТУ
А.И. Попов

Брусенков, А.В.
А224 Автоматические трансмиссии : практикум / А.В. Брусенков,
П.П. Беспалько, С.М. Ульянов, Д.Н. Коновалов. – Тамбов : Изд-во
Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 136 с. – 120 экз.
ISBN 978-5-8265-0901-2.

Рассмотрено устройство и принцип работы автоматической коробки передач современных автомобилей, а также большое внимание уделено системам управления АКПП.

Предназначен для студентов 3 и 4 курсов дневного и заочного отделений специальностей 110301, 110304 и 190601, преподавателей, инженерно-технических работников и лиц, интересующихся устройством, техническим обслуживанием и диагностикой электрооборудования автомобилей.

УДК 62-235(075)
ББК 033-042.24я73

ISBN 978-5-8265-0901-2 © ГОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет» (ТГТУ), 2010

ВВЕДЕНИЕ

Для облегчения работы водителя на автобусах и на дорогах легковых автомобилях применяются коробки передач, в которых передачи включаются автоматически без участия водителя. Автоматические коробки передач (АКПП) активно вытесняют трансмиссии с механическими коробками передач. Это особенно заметно на примере таких стран, как США, Канада и Япония, где более 90% легковых автомобилей оборудованы именно автоматическими коробками передач. Даже в нашей стране, отличающейся настороженным отношением к АКПП, наметилась тенденция к увеличению объёма продаж автомобилей с трансмиссиями, в состав которых входит АКПП.

Раньше применялось только гидравлическое управление переключением передач. В автоматических трансмиссиях первого поколения системы управления были целиком гидравлическими. В них формировались сигналы, пропорциональные скорости движения автомобиля (давление скоростного регулятора) и загрузки двигателя (давление клапана-дресселя). В зависимости от соотношения этих двух сигналов в коробке передач и происходили соответствующие переключения. В дальнейшем гидравлику стали использовать только в качестве исполнительской части системы управления. Все остальные функции на современных автомобилях переданы компьютерному блоку управления, который получает сигналы от многочисленных датчиков, обрабатывает и анализирует полученную информацию и принимает решение о переключении передачи, обеспечивая при этом и соответствующее качество переключения. Кроме того, электронный блок управления постоянно контролирует исправность системы, записывая в свою память коды неисправностей тех элементов, в которых происходили сбои в процессе работы. Эту функцию блока управления называют функцией самодиагностики.

Трансмиссии с АКПП используются как на автомобилях с приводом на задние колёса, так и на автомобилях с приводом на передние колёса, причём принцип работы трансмиссий в обоих случаях одинаков, несмотря на некоторые различия в их конструкции.

Дальнейшее развитие автоматических коробок передач, вплоть до начала 80-х гг. XX в., шло по пути совершенствования технологии производства и повышения качества и надёжности механической части АКПП. Каких-либо принципиально новых решений здесь не использовалось.

На сегодняшний день можно выделить две тенденции развития трансмиссий с АКПП.

Одна из них характеризуется постоянным увеличением числа передач. В начале 80-х гг. XX столетия в автоматических коробках передач появилась четвёртая (повышающая) передача, что было вызвано потребностью значительно улучшить топливно-экономические показатели автомобилей. Одновременно для достижения той же цели стала использоваться блокировка гидротрансформатора. Затем в начале 90-х гг. того же столетия с целью улучшения динамических характеристик автомобилей были разработаны пятискоростные АКПП (появилась ещё одна понижающая передача). В начале 2001 г. немецкая фирма BMW стала устанавливать на свои автомобили шестискоростную автоматическую коробку передач фирмы ZF – 6HP26. Здесь, в отличие от пятискоростных АКПП, появилась вторая повышающая передача. И наконец, в последнее время такие фирмы, как Honda, Audi, Nissan и другие, стали активно использовать трансмиссии с бесступенчатым изменением передаточного отношения (CVT).

В соответствии со второй тенденцией развития трансмиссий с АКПП происходит совершенствование электронного блока управления и его программного обеспечения. Поначалу это были простые системы, в задачу которых входило определение моментов переключения передач и обеспечение требуемого качества этих переключений. Затем появились программы, которые анализировали манеру управления водителем и самостоятельно принимали решение по выбору алгоритма переключения передач (спортивного или экономичного). В дальнейшем была добавлена функция ручного управления, позволившая водителю самостоятельно определять моменты переключения передач, как это происходит при наличии механической КПП. Кроме того, параллельно с расширением возможностей по управлению АКПП происходило и совершенствование программы самодиагностики.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСМИССИЙ С АКПП И ИХ ДИАГНОСТИКА

Несмотря на то что в АКПП переключение передач происходит автоматически, водителю всё-таки предоставлена возможность вмешиваться в работу системы управления и выбирать тот режим движения, который необходим для данных внешних условий движения автомобиля. Для этого в системе управления предусмотрен ряд специальных режимов, которые водитель может выбирать при определённых условиях движения. Эти режимы практически для всех автомобилей одинаковы, но при этом каждая модель имеет некоторые особенности.

Диапазоны работы АКПП. Для управления автоматической трансмиссией в салоне установлен рычаг выбора диапазона работы коробки передач, который может быть установлен в полу между креслами водителя и пассажира или на рулевой колонке. Этот рычаг, как правило, тросом соединён с клапанной коробкой, и с его помощью водитель имеет возможность изменять кинематический диапазон работы АКПП.

Помимо рычага выбора диапазона в салоне для задания специальных режимов работы коробки передач имеется один или несколько переключателей. Как правило, информация о режиме работы трансмиссии отображается с помощью световых индикаторов.

Рычаг выбора диапазона работы коробки передач имеет несколько положений, которые в зависимости от марки автомобиля могут иметь буквенное или цифровое обозначения. Количество этих положений может быть также различным, но на всех автомобилях обязательно имеются положения «Р», «R» и «N».

Позиция «Р» предназначена для установки в неё рычага выбора диапазона для случая длительной стоянки автомобиля. В этом положении в коробке выключены все элементы управления, а её выходной вал заблокирован, поэтому движение автомобиля невозможно. Переводить рычаг в эту позицию допустимо только при полной остановке. Перевод рычага в позицию «Р» во время движения категорически запрещён, поскольку может привести к поломке коробки передач.

Позиция рычага выбора диапазона «R» предназначена для включения передачи заднего хода. Установка рычага выбора диапазона в эту позицию допустима только при полностью остановленном автомобиле, в противном случае в трансмиссии возникнут значительные перегрузки деталей, и она выйдет из строя.

Позиция «N» соответствует нейтрали. При этом в АКПП выключены либо все элементы управления, либо включён только один, что не обеспечивает жёсткую кинематическую связь между её ведущим и

ведомым валами. Механизм блокировки выходного вала в этом случае выключен, т.е. автомобиль может свободно перемещаться.

Для автомобилей, оборудованных четырёхскоростными коробками передач, рычаг выбора диапазона имеет, как правило, четыре положения для движения вперёд: «D», «3», «2» и «1». В некоторых моделях автомобилей диапазон «1» обозначается латинской буквой «L».

На диапазоне «D» обеспечивается автоматическое переключение с первой по четвёртую передачу. При нормальных условиях движения рекомендуется использовать именно этот диапазон. Для большинства автомобилей включение диапазона «D» не предполагает использование режима торможения двигателем.

При установке рычага выбора диапазона «3» разрешено движение на первых трёх передачах, т.е. включение четвёртой (повышающей) передачи запрещено. Этот режим рекомендуется использовать при движении в городских условиях и по холмистой дороге.

На диапазоне «2» в АКПП разрешено включение первой и второй передач. Его использование рекомендуется при движении по горным дорогам, когда движение с большой скоростью не рекомендуется из соображений безопасности. Кроме того, этот режим следует использовать во время буксировки прицепа или другого автомобиля. Для большинства автомобилей на этом диапазоне обеспечивается режим торможения двигателем.

Установка рычага выбора диапазона в положение «1», как правило, запрещает производить в коробке передач какие-либо переключения, т.е. движение возможно только на первой передаче. На этом диапазоне также реализуется режим торможения двигателем. Диапазон «1» рекомендован для движения по крутым спускам.

На некоторых моделях автомобилей разрешение использования повышающей передачи осуществляется с помощью специальной кнопки «OD». Если она находится в утопленном состоянии и рычаг выбора диапазона установлен в положение «D», то переключение на повышающую передачу разрешено. В противном случае включение этой передачи запрещено. Состояние системы управления в этом случае отражается с помощью индикатора «O/D OFF». В случае разрешения использования повышающей передачи индикатор не горит, а при запрете загорается.

Для всех автомобилей с АКПП существует одно правило: двигатель можно заводить только при условии установки рычага выбора диапазона в положение «P» или «N». Во всех остальных случаях двигатель заводится не должен. Если это происходит, то, значит, в системе управления возникла какая-то неисправность, и дальнейшая эксплуатация автомобиля небезопасна.

Перед началом движения необходимо выжать педаль тормоза, перевести рычаг выбора диапазона в нужную позицию, не нажимая при этом на педаль управления дроссельной заслонкой. После лёгкого толчка можно начать движение.

При случайном переключении во время движения рычага выбора диапазона в положение «N», прежде чем вернуть его в нужное положение, следует сбросить газ и дождаться снижения оборотов двигателя до оборотов холостого хода.

При кратковременных остановках, например у светофоров, переводить рычаг выбора диапазона в положение «N» не рекомендуется. Необходимо удерживать автомобиль на месте с помощью ножного тормоза, отпустив при этом педаль управления дроссельной заслонкой. Перевод рычага из положения движения в «N» и обратно при каждой остановке приводит к лишнему включению и выключению фрикционных элементов, что отрицательно сказывается на их долговечности.

При остановке на длительное время на горизонтальном участке достаточно перевести рычаг выбора диапазона в положение «P», хотя для страховки можно использовать и ручной тормоз. Если дорога имеет уклон, то сначала следует затянуть ручной тормоз, а затем уже перевести рычаг выбора диапазона в положение «P». Благодаря этому уменьшается нагрузка на механизм блокировки выходного вала коробки передач.

Принудительное понижение передачи (Kick-down). Для получения высокого значения ускорения, что бывает полезным, например, во время обгона, водитель должен нажать на педаль управления дроссельной заслонкой до упора. В этом случае в АКПП произойдёт переключение на одну или две передачи вниз. После того как водитель отпустит педаль управления дроссельной заслонкой, система управления АКПП перейдёт в штатный режим работы.

Следует иметь в виду, что на скользкой дороге во время принудительного понижения передачи может возникнуть юз ведущих колёс, и автомобиль войдёт в неуправляемый занос.

Буксировка автомобиля с целью запуска двигателя. Поскольку насос АКПП приводится от коленчатого вала двигателя, то запуск двигателя путём буксировки практически для всех автомобилей с автоматической коробкой передач невозможен, так как в этом случае в системе управления отсутствует давление и все фрикционные элементы управления, независимо от положения рычага выбора диапазона, находятся в выключенном состоянии. Завести двигатель с буксира возможно только в том случае, если в АКПП имеется дополнительный насос, привод которого осуществляется от ведущих колёс автомобиля. Таким дополнительным насосом оборудованы трансмиссии некоторых

моделей автомобилей Mercedes. Но начиная с 1996 г. эта фирма полностью отказалась от использования дополнительного насоса.

В случае разрядки аккумулятора рекомендуется заводить двигатель путём использования аккумулятора другого автомобиля.

Диагностика трансмиссий с АКПП. Прежде чем принимать решение о капитальном ремонте трансмиссии с АКПП, необходимо хотя бы ориентировочно выяснить причину неудовлетворительной работы коробки передач. Часто такой причиной служит неисправность одного из многочисленных датчиков или нарушение одного из регулировочных параметров системы управления, поэтому простая замена датчика или восстановление регулировочного значения параметра может привести к нормализации работы АКПП. Таким образом, квалифицированная диагностика АКПП и системы её управления может во многих случаях избавить владельца автомобиля от дорогостоящего ремонта.

Диагностика трансмиссии с АКПП представляет собой процесс последовательного исключения из числа подозреваемых исправных элементов исследуемой системы, в результате чего остаются только те, которые могут быть связаны с возникшей неисправностью. Редко когда удаётся сразу определить неисправный элемент.

Выход из строя трансмиссии с АКПП обычно происходит в результате возникновения одной или комбинации следующих неисправностей:

- в гидравлической части системы управления;
- в электрической части системы управления;
- одного или нескольких фрикционных элементов управления АКПП;
- механической части АКПП;
- гидротрансформатора;
- электронного блока управления;
- нарушения регулировок.

Поскольку принцип работы всех трансмиссий с АКПП практически одинаков, то для автомобиля любой марки или модели можно предложить общий алгоритм выявления причины неисправности:

1. Разговор с владельцем автомобиля.
2. Проверка уровня масла и его состояния.
3. Проверка работы двигателя в режиме холостого хода, мест соединений электропроводки, троса привода управления коробкой передач.
4. Проверка наличия в памяти блока управления кодов неисправности (в случае электрогидравлической системы с электронным блоком управления).

5. Проверка давлений в гидравлической части системы управления.
6. Проверка на полностью заторможенном автомобиле (Stall test).
7. Проверка в движении (Road test).

Лабораторная работа 1

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСМИССИЕЙ

Цель работы: изучить устройство и работу трансмиссии.

Оборудование: механизмы трансмиссии в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности управления трансмиссией.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Трансмиссия включает в себя все механизмы, установленные между маховиком двигателя и ведущими колёсами (рис. 1).

Эти механизмы призваны обеспечивать передачу мощности от двигателя к ведущим колёсам, выполняя при этом следующие основные функции:

- изменение тягового усилия и скорости движения в зависимости от внешних условий движения;
- обеспечение движения задним ходом;
- торможение автомобиля и его удержание на подъёме или спуске;



Рис. 1

– обеспечение пуска двигателя и остановки автомобиля с работающим двигателем.

Обычно трансмиссия с автоматической коробкой передач включает гидродинамическую передачу, коробку передач, ШРУСы (шарниры равных угловых скоростей) или карданную передачу, главную передачу, дифференциал, полуоси.

Расположение агрегатов трансмиссии в автомобиле во многом определяется тем, к каким колёсам осуществляется подвод мощности двигателя. В настоящее время используются три схемы подвода мощности к ведущим колёсам автомобиля:

– подвод мощности к передним колёсам (переднеприводные автомобили); в этом случае все агрегаты трансмиссии компонуются в едином картере, который жёстко крепится к двигателю (рис. 2); в практике проектирования таких автомобилей встречаются два варианта расположения двигателя и трансмиссии (моторно-трансмиссионного блока) по отношению к продольной оси автомобиля: продольное и поперечное;

– подвод мощности к задним колёсам (заднеприводные автомобили); в этом случае, как правило, гидротрансформатор и коробка передач расположены в передней части автомобиля и жёстко крепятся к картеру двигателя; с другими агрегатами трансмиссии, находящимися в заднем мосту, они соединяются с помощью карданного вала (рис. 3);

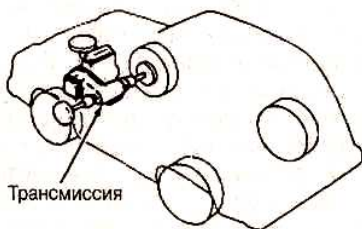


Рис. 2

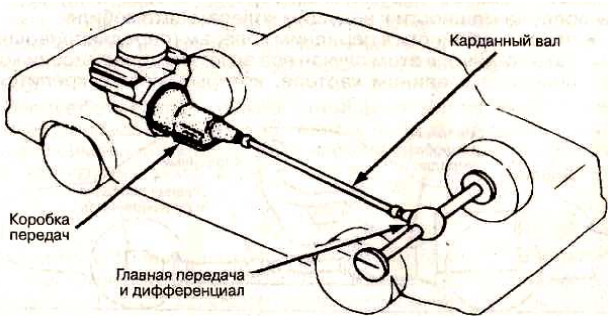


Рис. 3

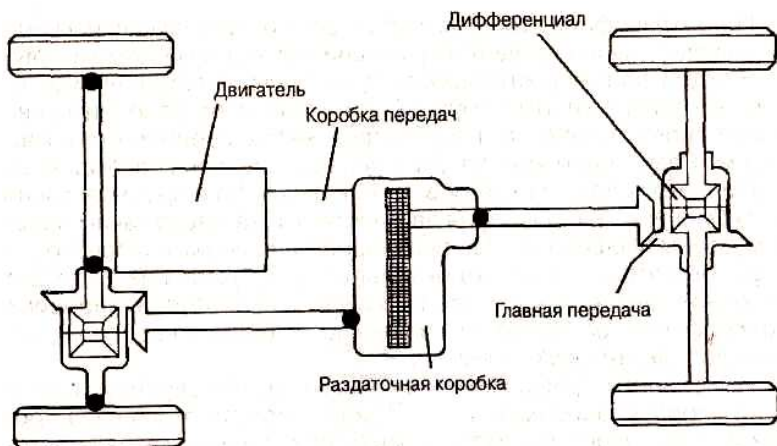


Рис. 4

– подвод мощности ко всем колёсам (полноприводные автомобили); в этом случае в состав трансмиссии вводится дополнительный агрегат – раздаточная коробка (рис. 4).

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

Гидродинамические передачи – это гидравлические устройства вращательного движения, в которых крутящий момент передаётся от ведущего к ведомому валу вследствие изменения момента количества масла, проходящего через лопастные колёса.

Гидродинамические передачи, используемые в транспортных машинах, разделяются на гидромуфты, гидротрансформаторы и комплексные передачи. Комплексные передачи обладают на одних режимах работы свойствами гидротрансформатора, а на других – гидромуфты.

Основное различие между гидромуфтой и гидротрансформатором состоит в том, что первая позволяет плавно изменять угловую скорость ведомого вала и передавать крутящий момент без его трансформации, а второй при изменении частоты вращения ведомого вала автоматически изменяет крутящий момент в зависимости от приложенного к ведомому валу сопротивления.

Гидромуфта состоит из насосного и турбинного колёс, расположенных в заполненном маслом общем кожухе (рис. 5). Насосное колесо крепится к валу двигателя, а турбинное – к ведомому валу гидромуфты. Между двумя этими колёсами жёсткая кинематическая связь

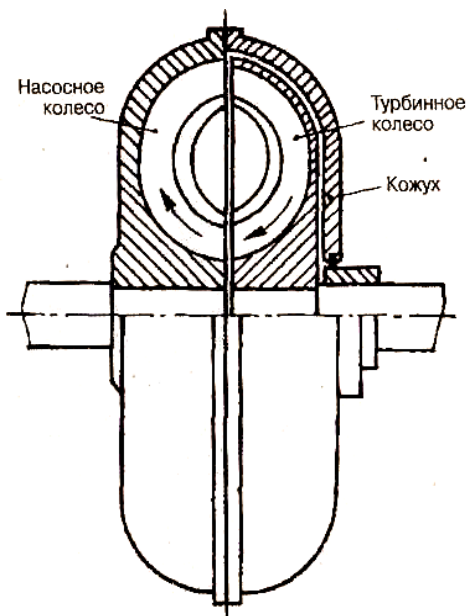


Рис. 5

полностью отсутствует, а мощность передаётся с помощью масла, которое циркулирует между насосным и турбинным колёсами.

Гидротрансформаторы автоматически и непрерывно изменяют в значительных пределах крутящий момент на ведомом валу.

В гидротрансформаторах между насосным и турбинным колёсами, в отличие от гидромуфты, устанавливают дополнительно реакторное колесо (рис. 6), которое жёстко соединяется с картером. Реакторное колесо устанавливается между выходом из турбинного колёса и входом в насосное колёсо и предназначено для изменения направления движения потока масла таким образом, чтобы оно совпало с направлением вращения насосного колёса. При этом неизрасходованная энергия масла не тормозит насосное колёсо, как это происходит в гидромуфте, а, наоборот, помогает его вращению, что позволяет сообщать насосному колёсу дополнительную энергию.

Изменение крутящего момента на ведомом валу гидротрансформатора в зависимости от угловой скорости этого вала происходит по закону, близкому к характеристике двигателя постоянной мощности. При этом режим работы двигателя изменяется незначительно. В результате более полно используется мощность двигателя и обеспечивается стабильность его работы при изменениях в широких пределах внешнего сопротивления движению автомобиля.

Комплексная гидротрансмиссия объединяет в одном агрегате гидромфуфу и гидротрансформатор (рис. 7).

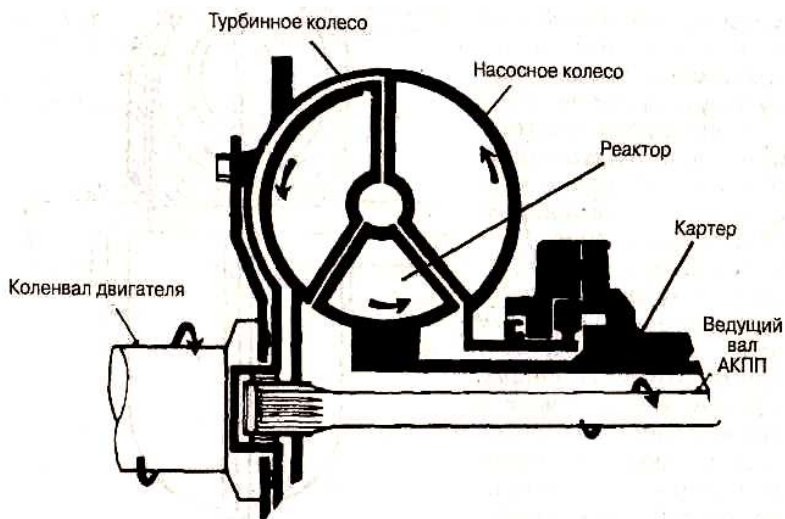


Рис. 6

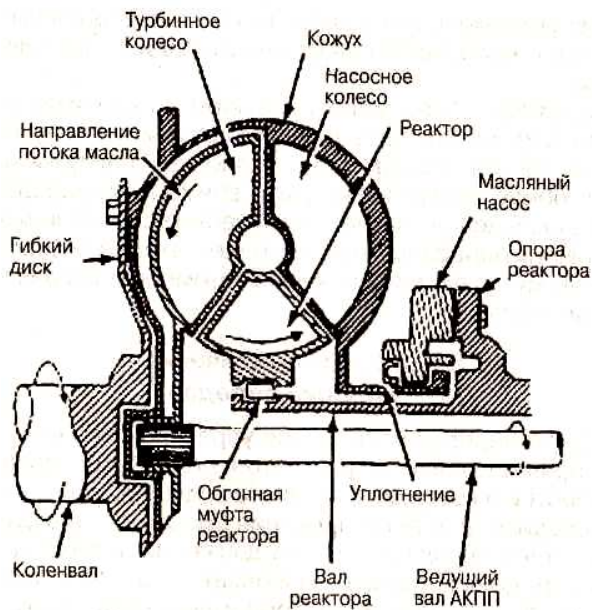


Рис. 7

Она состоит из насосного, турбинного и реакторного колёс. Однако реакторное колесо, в отличие от гидротрансформатора, соединяется с картером не жёстко, а через обгонную муфту. Такое решение обеспечивает автоматический переход гидродинамической передачи с режима гидротрансформатора на режим гидромуфты и обратно.

Отсутствие жёсткой кинематической связи между валом двигателя и ведущими колёсами машины обеспечивает пуск двигателя и остановку машины без выключения передачи в коробке передач. Наличие такой связи устраняет вероятность того, что заглохнет двигатель как по неопытности водителя, так и вследствие внезапного возрастания внешнего сопротивления, при котором может произойти полная остановка автомобиля.

Плавность передачи тягового усилия в случае использования гидропередачи повышает проходимость автомобиля при движении по грунтам с плохими сцепными свойствами.

Поскольку гидродинамические передачи не пропускают крутильные колебания от двигателя в трансмиссию, то повышается надёжность и долговечность агрегатов моторно-трансмиссионной установки автомобиля. Лопастные колёса гидропередачи (насосное, турбинное, реакторное) практически не изнашиваются.

Гидромеханические трансмиссии по сравнению с обычной механической трансмиссией имеют несколько меньший КПД. Значительные внутренние потери энергии в гидродинамических передачах вызывают необходимость установки радиаторов для охлаждения масла.

Несмотря на то, что гидротрансформатор и комплексная гидропередача изменяют передаваемый от двигателя крутящий момент в соответствии с изменением внешней нагрузки, трансмиссия автомобиля должна включать в себя коробку передач. К сожалению, применяемые гидродинамические передачи могут изменять величину передаваемого крутящего момента лишь в 2–3 раза, что недостаточно для движения автомобилей в различных дорожных условиях.

Автоматическая коробка передач

Коробкой передач называется управляемая часть трансмиссии, которая позволяет ступенчато изменять соотношение угловых скоростей и крутящего момента ведущего и ведомого валов, что необходимо для регулирования силы тяги на ведущих колёсах и, соответственно, скорости движения автомобиля в более широких пределах, чем это позволяет характеристика совместной работы гидротрансформатора и двигателя. Кроме того, коробка передач должна обеспечивать движение машины задним ходом, пуск двигателя и его работу без нагрузки (холостой ход).

По способу управления коробки передач разделяются на механические и автоматические.

В случае механического привода управления коробкой передач трансмиссия обязательно должна иметь в своём составе сцепление, устанавливаемое между двигателем и коробкой. Без использования этого механизма практически невозможно осуществлять безударные переключения передач. В этом случае водитель должен одновременно управлять тремя агрегатами: двигателем, сцеплением и коробкой передач. Это обстоятельство значительно осложняет процесс управления автомобилем и делает его, особенно в городских условиях, достаточно утомительным.

В случае автоматической коробки участие водителя в управлении переключением передач сведено к минимуму. Его задача сводится только к выбору на начальном этапе движения режима работы коробки передач. В дальнейшем водитель может уже не отвлекаться на переключение передач и полностью сосредоточиться на управлении автомобилем.

Существующие коробки передач (как механические, так и автоматические) по конструктивным признакам принято подразделять на две группы:

- коробки передач с неподвижными осями (вальные) (рис. 8);
- планетарные коробки передач.

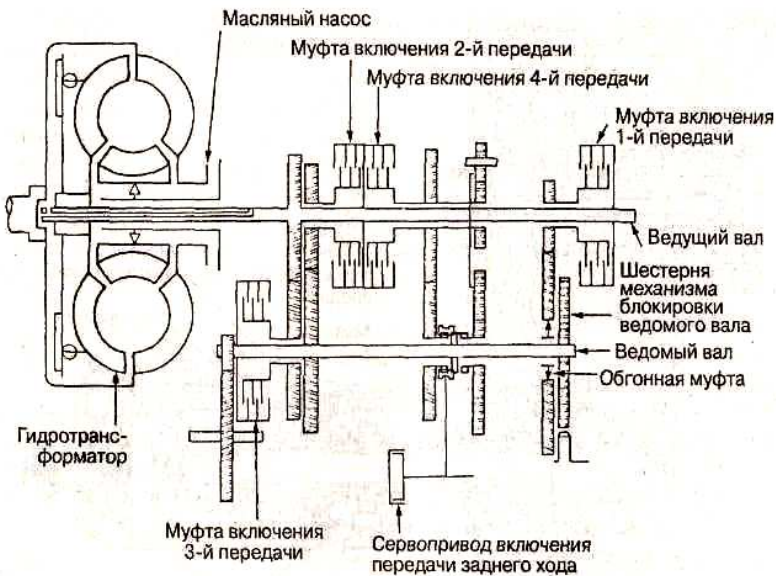


Рис. 8

Вальные коробки передач используются, как правило, на автомобилях с механическим приводом управления.

В качестве одного из параметров коробки передач, характеризующих её свойства, используется такая величина, как кинематический диапазон. Кинематический диапазон коробки передач представляет собой отношение максимального передаточного отношения к минимальному значению передаточного отношения коробки передач.

Чем больше эта величина, тем рациональнее используется мощность двигателя и его тяговые свойства.

Автоматическая коробка передач представляет собой весьма сложный механизм, в котором можно выделить три основных элемента: механическую часть, систему управления и насос.

Механическая часть. Подавляющее большинство автоматических коробок передач автомобилей являются планетарными (рис. 9), и только фирма Honda выпускает автоматические коробки передач с неподвижными осями (рис. 8). Как правило, в состав планетарных коробок передач современных автомобилей входят два или три планетарных ряда.

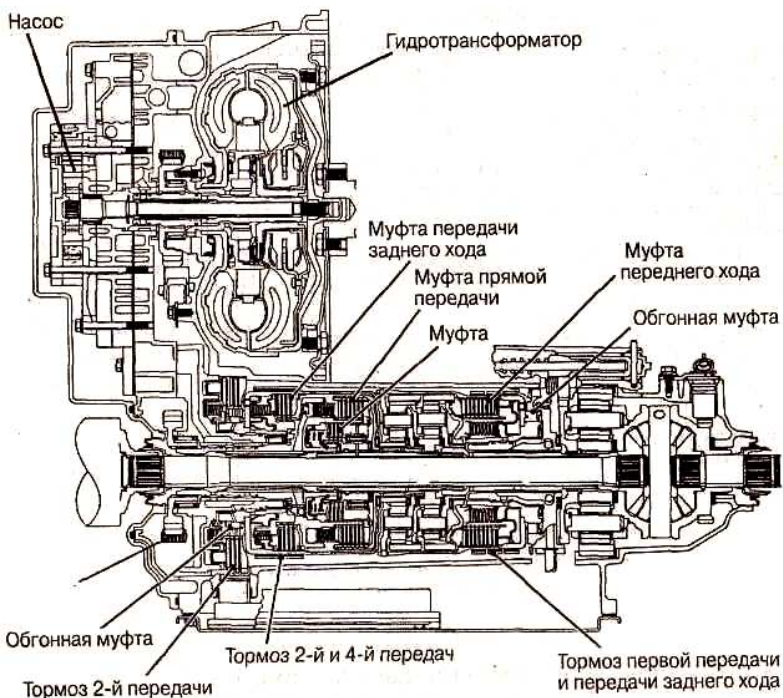


Рис. 9

Планетарными называют передачи, в которых одно или несколько зубчатых колёс кроме относительного вращения вокруг своих осей имеют ещё и переносное вращение вместе с осями. По сравнению с непланетарными передачами, в которых оси всех зубчатых колёс неподвижны, планетарные передачи благодаря применению нескольких промежуточных звеньев (сателлитов) обеспечивают:

- меньшую напряжённость зубьев;
- разгруженность центральных валов и подшипниковых опор от радиальных усилий;
- при правильном выборе кинематической схемы высокий КПД;
- большее количество передач при меньших габаритах.

Применение планетарных коробок передач на транспортных машинах позволяет сократить время, затрачиваемое на переключение передач, существенно упрощает задачу автоматизации процесса управления, избавляет от необходимости устанавливать между двигателем и трансмиссией сцепление, поскольку его функции выполняют тормоза и блокировочные муфты, предназначенные для включения передач в коробке.

Для управления переключениями в планетарной коробке передач используются фрикционные элементы управления (рис. 10), действие которых основано на использовании сил трения, возникающих при взаимодействии двух или нескольких трущихся поверхностей.

В зависимости от назначения фрикционные элементы управления планетарных коробок передач можно разделить на два вида: блокировочные дисковые муфты (или просто муфты) и тормоза. Кроме того, фрикционные элементы управления можно разделить на управляемые (обгонные муфты) и управляемые (дисковые и ленточные тормоза и дисковые муфты).

Современные автоматические коробки передач имеют четыре передачи переднего хода и одну передачу заднего хода и называются четырёхскоростными. Следует отметить, что в настоящее время наметилась тенденция оснащать новые автомобили пятискоростными автоматическими коробками передач. Более того, немецкая фирма ZF приступила к серийному производству трансмиссий с шестискоростными АКПП.

Система управления АКПП. Управление фрикционными элементами АКПП осуществляется с помощью гидравлических сервоприводов, которые преобразовывают давление масла в механическую силу, необходимую для включения блокировочных муфт и ленточных тормозов. Определение моментов переключения и формирование требуемых законов управления осуществляет система управления. До начала 80-х гг. прошлого столетия эти системы были полностью гид-

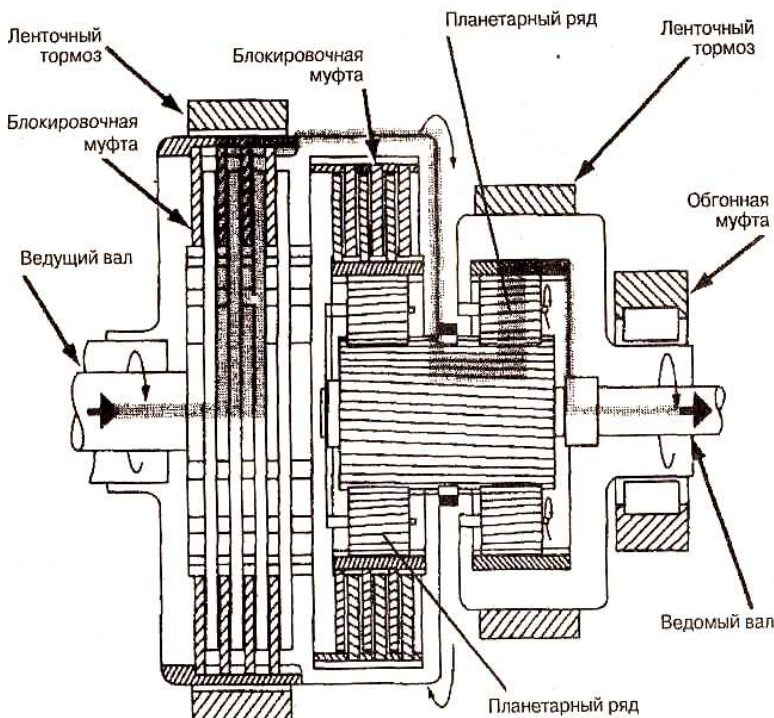


Рис. 10

равлическими, причём все их элементы были расположены, как правило, в едином корпусе, который назывался клапанной коробкой либо гидравлическим блоком управления. Клапанная коробка располагается в картере самой коробки передач (рис. 11).

Начиная с 1983 г., в трансмиссиях с АКПП используются электрогидравлические системы управления, в состав которых входит электронный блок (специализированный компьютер). При этом часть функций, за которые раньше отвечала гидравлическая система управления, была передана этому блоку. Появление электронного блока управления значительно расширило возможности по разработке более рациональных алгоритмов управления коробкой передач.

Вне зависимости от того, какая система используется для управления АКПП, полностью гидравлическая или электрогидравлическая, её можно разделить на три функциональные части:

- измерительную;
- анализирующую;
- исполнительную.

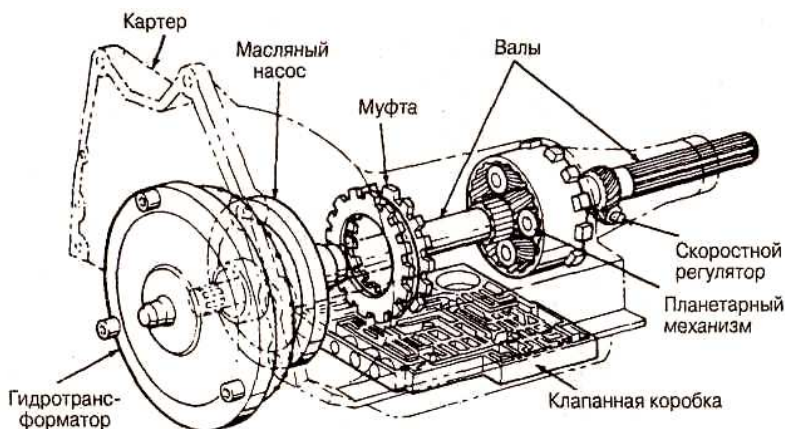


Рис. 11

В полностью гидравлических системах управления к измерительной части можно отнести два клапана:

- скоростной регулятор (рис. 11), формирующий давление, пропорциональное скорости движения автомобиля;
- клапан-дрессель или модулятор, которые обеспечивают давление, пропорциональное степени открытия дроссельной заслонки (TV-давление).

В электрогидравлических системах управления в измерительную часть входят всевозможные электрические датчики: оборотов, положения дроссельной заслонки, температуры масла и т.п.

В АКПП без электронного блока управления анализирующей частью можно считать клапаны переключения. К ним подводится давление скоростного регулятора и TV-давление. В зависимости от соотношения этих двух давлений на каждом из указанных клапанов в коробке передач происходят соответствующие переключения.

В электрогидравлических системах анализирующей частью является электронный блок управления, к которому поступают сигналы от многочисленных датчиков. На основании анализа этих сигналов вырабатываются соответствующие команды для исполнительных органов.

При переходе от полностью гидравлической системы управления к электрогидравлической исполнительная часть претерпела наименьшие изменения. К исполнительной части системы управления относятся бустеры и сервоприводы, которые преобразовывают гидравлическое давление в усилие сжатия пакетов фрикционных дисков или натяжения тормозных лент. Отличительной особенностью электрогидравлических систем управления в этой части является наличие электромаг-

нитных клапанов (соленоидов), преобразующих электрические сигналы в перемещение плунжера гидравлического клапана.

Масляный насос. Сердцем всей системы управления, несомненно, является масляный насос. Он обеспечивает давление в системе управления коробкой передач и в системах её смазки и охлаждения. Масляный насос располагается, как правило, между гидротрансформатором и коробкой передач (рис. 11). Привод насоса осуществляется непосредственно от коленчатого вала двигателя.

В существующих трансмиссиях используются два типа насосов:

- постоянной производительности;
- переменной производительности.

Главная передача и дифференциал

Главная передача и дифференциал обычно komponуются в едином картере, и хотя их функции различны, они работают вместе, как один механизм. Назначение главной передачи заключается в увеличении крутящего момента, подводимого к ведущим колёсам. В отличие от коробки передач главная передача имеет только одно передаточное отношение.

В заднеприводных легковых автомобилях с продольным расположением двигателя в главной передаче используется, как правило, гипоидная передача, которая позволяет повернуть силовой поток на 90° и привести в соответствие направление вращения коленчатого вала двигателя и ведущих колёс. Особенностью гипоидных передач является то, что ось ведущей шестерни располагается ниже оси зубчатого колеса (рис. 12). Это позволяет уменьшить глубину туннеля для установки карданного вала, что весьма благоприятно для компоновки пассажирского салона.

В трансмиссиях переднеприводных автомобилей с продольным расположением двигателя в главной передаче используются конические шестерни со спиральными зубьями (рис. 13).

Дифференциал (рис. 14) предназначен для обеспечения рассогласования угловых скоростей ведущих колёс в режимах криволинейного движения, что необходимо для предотвращения износа шин и заноса автомобиля.

В прямолинейном движении силы тяги на колёсах равны, а моменты на центральных колёсах одинаковы как по величине, так и по направлению (рис. 15), в результате чего сателлиты находятся в равновесном состоянии. Это приводит к тому, что все элементы дифференциала вращаются с одинаковой угловой скоростью.

В повороте колёса имеют различные угловые скорости, поэтому дифференциал начинает работать. Полуось, связанная с отстающим колесом, замедляется, что приводит к вращению сателлитов относи-

тельно своих осей и увеличению скорости вращения второй полуоси. Причём сумма угловых скоростей полуосей обязательно должна быть равна удвоенному значению угловой скорости водила.

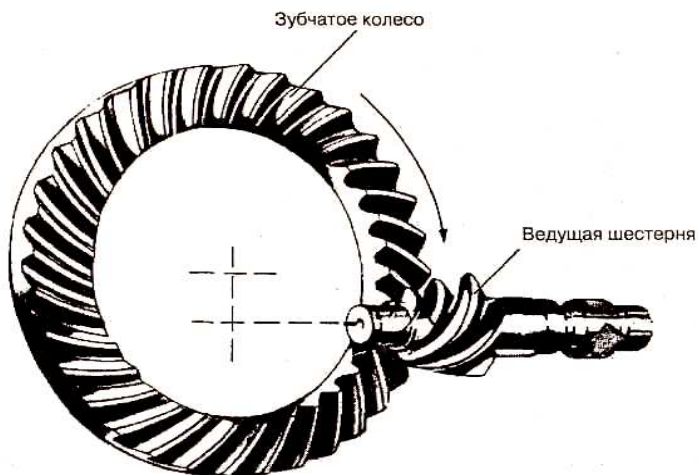


Рис. 12

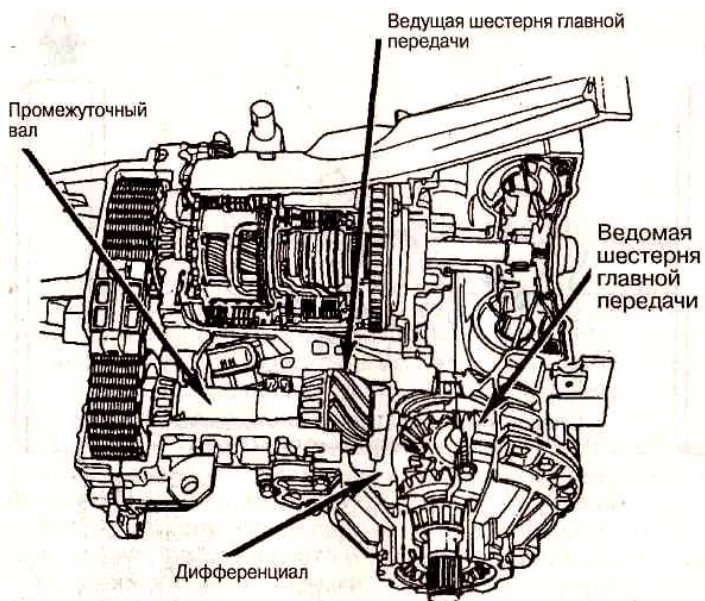


Рис. 13

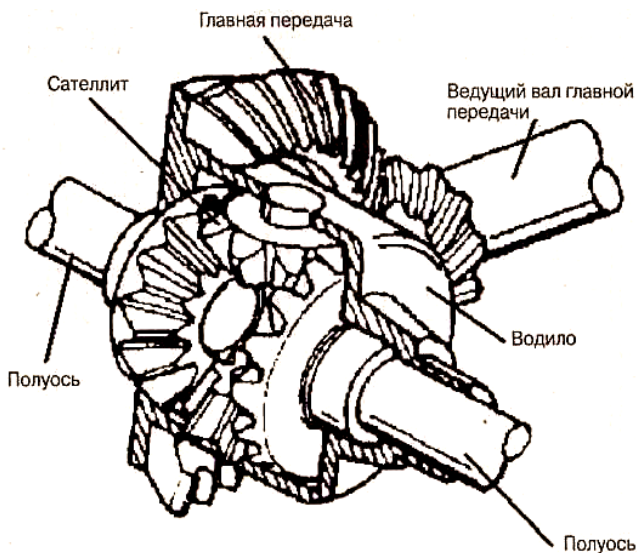


Рис. 14

Одним из недостатков дифференциала является то, что он в любом случае делит крутящий момент, подводимый от главной передачи, поровну между его двумя выходными полуосями. Это обстоятельство значительно снижает устойчивость движения и проходимость автомобилей.

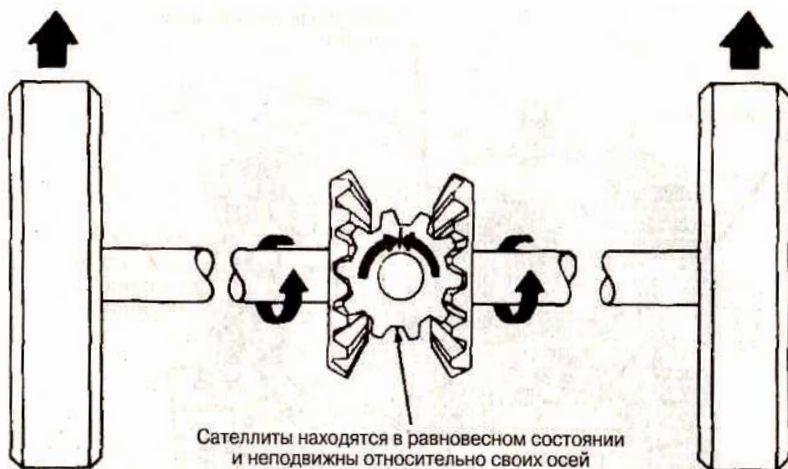


Рис. 15

Комплексная гидropередача

Как уже отмечалось, для расширения зоны высоких значений КПД гидротрансформатора предлагались конструкции и с несколькими турбинными колёсами, и несколькими реакторами, но все они, в конце концов оказывались либо очень сложными, либо ненадёжными. В конечном счёте фирмой Ford был разработан достаточно простой проект гидropередачи с тремя элементами, который и стал в дальнейшем типовым.

Разработчики в одном агрегате объединили две гидropередачи – гидротрансформатор и гидромufту. Такие совмещённые агрегаты стали называться комплексной гидropередачей. При этом её конструкция мало чем отличается от гидротрансформатора. Единственное изменение заключается в том, что реактор комплексной гидropередачи соединён с картером не жёстко, а через обгонную мufту (рис. 16). Автоматическое отключение этого реактора от картера при $K = 1$, обеспечиваемое обгонной мufтой, при выключении которой происходит переход комплексной гидropередачи из режима работы гидротрансформатора в режим работы гидромufты.

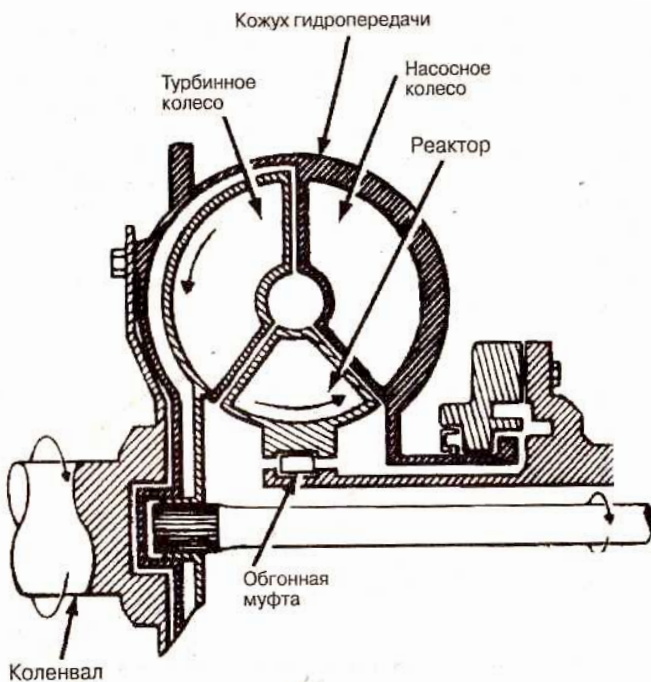


Рис. 16

Реактор, установленный между выходом из турбины и входом в насосное колесо и удерживаемый обгонной муфтой (рис. 16), направляет поток масла, исходящего из турбинного колеса, таким образом, чтобы его скорость совпала со скоростью вращения насосного колеса. При этом неизрасходованная в турбинном колесе энергия масла используется для увеличения частоты вращения насосного колеса, что соответствующим образом увеличивает кинетическую энергию масла. Следствием этого является увеличение крутящего момента на валу турбинного колеса по сравнению с моментом, который подводится к насосному колесу от двигателя. На этом этапе работы комплексной гидропередачи относительная скорость потока масла, выходящего из турбинного колеса, достаточно высока, и поэтому вектор абсолютной скорости потока направлен так, что стремится вращать реактор в таком направлении, при котором обгонная муфта не позволяет это делать, замыкая его на картер.

Затем в процессе увеличения передаточного отношения и, следовательно, частоты вращения турбинного колеса происходит уменьшение относительной скорости потока масла, выходящего из турбинного колеса. В момент, когда вектор абсолютной скорости потока масла перейдет через условную горизонтальную линию и будет направлен вниз, произойдет автоматическое отключение реактора от картера, поскольку при таком направлении действия потока масла обгонная муфта больше не сможет удерживать реактор неподвижным. В результате реактор начинает свободно вращаться вместе с потоком масла, никоим образом не воздействуя на него. Это происходит для разных гидродинамических передач, приблизительно при одном и том же значении передаточного отношения $i = 0,85$. Такое измельчение режима работы реактора приводит к тому, что комплексная гидропередача начинает работать в режиме гидромуфты, коэффициент трансформации момента которой $K = 1$.

Поскольку на автомобилях с автоматическими коробками передач практически стопроцентно используются комплексные гидропередачи, то в дальнейшем для простоты будем называть их просто *гидротрансформаторами*, тем более что в зарубежной литературе комплексные передачи именно так и называются.

Контрольные вопросы

1. Что называется трансмиссией и какие механизмы она в себя включает?
2. Перечислите основные схемы подвода мощности к ведущим колёсам автомобиля.
3. Объясните назначение гидродинамической передачи.

4. Каково различие между гидромуфтой и гидротрансформатором?
5. Объясните устройство гидромуфты и гидротрансформатора.
6. Объясните назначение автоматической коробки передач.
7. На какие группы подразделяются коробки передач по конструктивным признакам?
8. Назовите основные элементы автоматической коробки передач и объясните их устройство.
9. Объясните назначение главной передачи и её отличие от коробки передач.
10. Что называется комплексной гидропередачей и что она собой представляет?

Лабораторная работа 2

ФРИКЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП

Цель работы: изучить устройство и работу фрикционных элементов управления АКПП.

Оборудование: фрикционные элементы управления АКПП в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности фрикционных элементов управления АКПП.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для получения жёсткой кинематической связи между ведущим и ведомым валом в таких механизмах необходимо включить определённые комбинации элементов управления, в качестве которых в автоматических коробках передач используются фрикционные элементы: ленточные, дисковые или обгонные муфты.

Обгонные муфты относятся к автоматическим элементам управления и поэтому не требуют никаких приводов управления ими.

Управление ленточными и дисковыми элементами управления в АКПП осуществляется с помощью сервоприводов. Сервопривод представляет собой устройство, состоящее из насоса, одного или нескольких клапанов и гидроцилиндра или бустера (гидропривода), и предназначен для управления фрикционными элементами АКПП.

Ленточные тормоза. Ленточный тормоз, как уже отмечалось, используется для остановки одного из звеньев АКПП и состоит из тормозной ленты и тормозного барабана (рис. 17). Тормозная лента практически полностью охватывает тормозной барабан; один её конец жёстко прикреплен к картеру АКПП, а второй соединён либо с помощью штока, либо через рычажный механизм с поршнем гидропривода.

В выключенном состоянии между лентой и барабаном должен быть некоторый зазор (рис. 18, а), в результате чего тормозная лента не воздействует на барабан и он может беспрепятственно вращаться. Для включения тормоза в цилиндр сервопривода подаётся давление, и шток, жёстко соединённый с поршнем гидроцилиндра, перемещает конец тормозной ленты так, чтобы зазор между лентой и барабаном уменьшился до нулевого значения (рис. 18, б).

При соприкосновении ленты с барабаном за счёт силы трения создаётся момент торможения. В результате барабан останавливается и удерживается лентой в неподвижном состоянии до тех пор, пока давление в гидроцилиндре не будет сброшено.

Величина момента силы трения ленточного тормоза определяется радиусом тормозного барабана, материалами контактирующих поверхностей, условием работы пары трения (всухую или в масле), шириной тормозной ленты и создаваемой давлением в гидроцилиндре силой натяжения тормозной ленты.

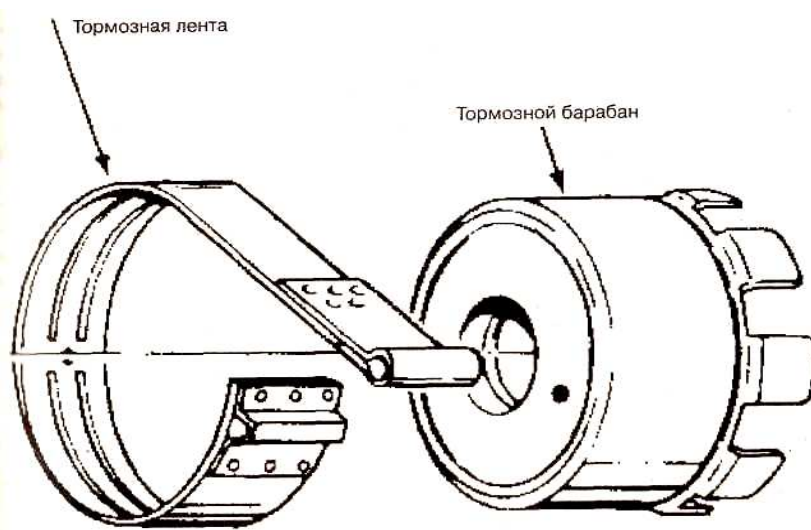


Рис. 17

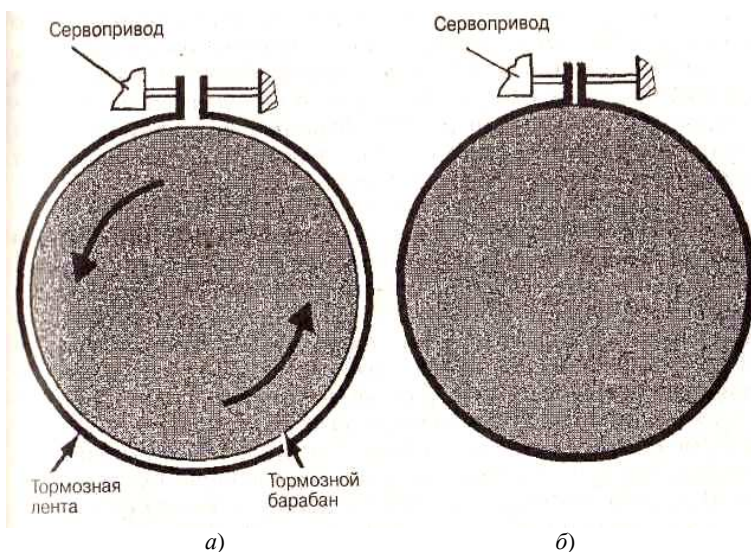


Рис. 18

Тормозные ленты, как правило, изготавливаются из листовой стали. В некоторых случаях тормозные ленты делают из чугуна. Но независимо от того, из какого материала изготовлена тормозная лента, для увеличения коэффициента трения между тормозной лентой и барабаном и стабилизации его значения в процессе скольжения к внутренней поверхности тормозной ленты прикрепляется специальная фрикционная накладка. Эта накладка может быть изготовлена из бумаги, асбеста или металлокерамики и закрепляется на тормозной ленте с помощью заклёпок или специального термостойкого клея.

Металлокерамические накладки способны выдерживать большие удельные давления, что важно с точки зрения величины тормозного момента, развиваемого силой трения. Однако использование металлокерамических накладок вызывает повышенный износ тормозного барабана. Кроме того, продукты износа попадают в клапанную коробку и вызывают засорение жиклёров и «залипание» плунжеров клапанов, что в конечном счёте приводит к полному выходу из строя всей АКПП. Поэтому металлокерамические накладки используются только в коробках передач, предназначенных для работы с мощными двигателями, когда фрикционные элементы должны обеспечивать большие тормозные моменты.

В АКПП современных легковых автомобилей используются фрикционные накладки, изготовленные на бумажно-целлюлозной основе. Такие накладки сами обладают, как это ни парадоксально, высо-

кими износостойкими свойствами и не вызывают большого износа поверхности тормозного барабана.

Ленточные тормоза, используемые в АКПП, работают в масле, т.е. используется пара трения «бумага-металл», работающая в масле. Работа фрикционной пары трения в масле позволяет значительно увеличить, по сравнению с такой же парой, но работающей всухую, долговечность ленточного тормоза, обеспечить более стабильное значение коэффициента трения и реализовать большие удельные напряжения, возникающие во фрикционном материале во время работы тормоза.

При высокой температуре масло быстро испаряется с поверхности бумажной накладки, и кажется, что трение должно происходить всухую, что чревато быстрым обугливанием бумаги и выходом из строя тормоза. Однако под действием силы трения бумага сжимается и масло из её внутренних микрочаёчек выжимается на поверхность трения, обеспечивая тем самым тонкую масляную плёнку между фрикционной накладкой и тормозным барабаном, снижая при этом и температуру в зоне их контакта.

Кроме того, для обеспечения нормальной работы пары трения на поверхности трения накладок выполняют кольцевые канавки, из которых масло постепенно затягивается в зону контакта накладки с тормозным барабаном. Тем самым обеспечивается граничное трение между контактируемыми поверхностями в процессе включения ленточного тормоза.

Допускаемая скорость скольжения на поверхности барабана для ленточных тормозов – 30,5 м/с, а максимальная температура не должна превышать 316...42°С.

Конструкции тормозных лент. В зависимости от величины тормозного момента, который должен обеспечить ленточный тормоз, тормозные ленты различаются как по размерам, так и конструктивно. По конструкции ленточные тормоза классифицируются на два типа:

- простой;
- двойной.

Простой ленточный тормоз имеет сплошную неразрезанную металлическую ленту, к которой прикреплена фрикционная накладка (рис. 19, *а*). Лента двойного ленточного тормоза имеет два продольных разреза (рис. 19, *б*).

Двойной ленточный тормоз более эластичен в поперечном направлении. Это весьма важное обстоятельство, поскольку любой тормозной барабан за счёт неточности изготовления и неравномерного износа далёк от идеальной цилиндрической формы. Поэтому в случае жёсткой в поперечном направлении ленты, какой является лента простого тормоза, отклонение поверхности барабана от цилиндрической формы приведёт к появлению участков ленты, которые не будут плот-

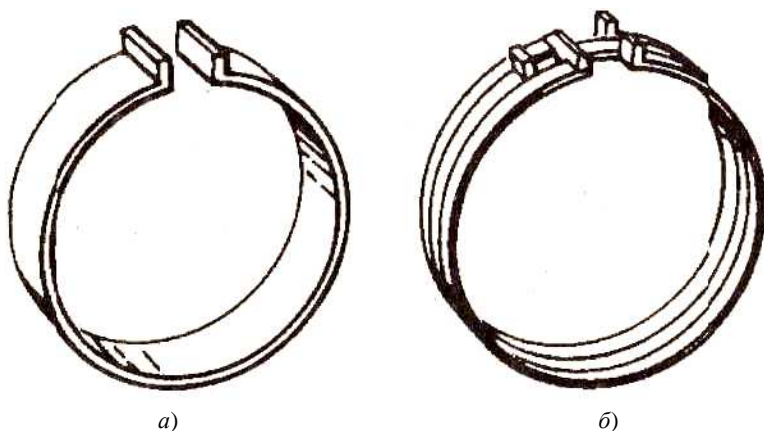


Рис. 19

но прижиматься к барабану. Это обстоятельство снижает величину момента трения, создаваемого ленточным тормозом. Продольные разрезы тормозной ленты, которые имеют двойной тормоз, делают ленту более эластичной в поперечном направлении, что позволяет снизить процент поверхности трения ленты, неплотно контактирующей с поверхностью барабана. В результате увеличивается величина момента трения, создаваемого двойным ленточным тормозом. Поэтому в случае использования двойного ленточного тормоза создаётся несколько больший тормозной момент и процесс остановки тормозного барабана происходит гораздо мягче в сравнении с простым ленточным тормозом.

Однако стоимость изготовления ленты простого тормоза заметно ниже, чем стоимость изготовления тормозной ленты двойного тормоза. В результате простой ленточный тормоз используется в АКПП легковых автомобилей гораздо чаще, чем двойной.

Эффективность работы ленточного тормоза во многом определяется способом закрепления концов его ленты. При закреплении концов тормозной ленты необходимо учитывать направление вращения тормозного барабана.

Большое влияние на качество включения ленточного тормоза оказывает величина зазора между тормозной лентой и тормозным барабаном в выключенном состоянии. В процессе эксплуатации в результате износа фрикционной накладки этот зазор постоянно увеличивается. Слишком большой зазор приводит к ухудшению качества переключения передачи. Поэтому в АКПП ранних годов выпуска требовалась периодическая регулировка зазоров ленточных тормозов. В конструкциях АКПП более поздних разработок таких регулировок производить не требуется, поскольку это происходит автоматически.

Гидроцилиндры сервоприводов ленточных тормозов. Для управления ленточным тормозом, как уже отмечалось, используется сервопривод, одним из элементов которого является гидроцилиндр (рис. 20, *а*). К поршню гидроцилиндра жёстко прикреплѐн шток, с помощью которого и осуществляется воздействие на один из концов тормозной ленты.

Пружина предназначена для предотвращения произвольного перемещения поршня, когда ленточный тормоз находится в выключенном состоянии, и возвращения поршня в исходное состояние при выключении ленточного тормоза.

Для включения ленточного тормоза масло под давлением подаѐтся в цилиндр, где оно действует на поршень (рис. 20, *б*). Под действием этой силы поршень начинает перемещаться, сжимая при этом пружину, и шток, который либо непосредственно, либо через систему рычагов прижимает тормозную ленту к барабану.

Выключение ленточного тормоза можно осуществить несколькими способами. В самом простом варианте полость гидроцилиндра, куда подаѐтся масло для включения тормоза, отключается от напорной магистрали и соединяется со сливной магистралью (рис. 20, *в*). В результате давление в цилиндре резко уменьшается и поршень под действием силы пружины возвращается в исходное состояние, включая при этом ленточный тормоз.

Недостатком такого способа выключения является то, что пружина одна не может обеспечить требуемый зазор между тормозной лентой и барабаном. Это обстоятельство увеличивает вероятность их контакта в выключенном состоянии. Выделяющееся при этом тепло может вызвать перегрев масла и подгорание фрикционной накладки, результатом чего будет выход из строя всего ленточного тормоза, а впоследствии и всей АКПП.

Поэтому для выключения ленточного тормоза в АКПП используется помимо пружины ещё и давление масла, которое подаѐтся в ту полость цилиндра, в которой расположена пружина (рис. 20, *г*). Как только полость цилиндра, в которой давление действует на поршень в сторону включения ленточного тормоза, соединяется со сливной магистралью, так сразу же в противоположную полость цилиндра подаѐтся давление, которое создаѐт на поверхности поршня силу, направленную в ту же сторону, что и сила пружины. Под действием этих двух сил поршень возвращается в исходное положение. Причѐм давление масла в полости цилиндра, где расположена пружина, поддерживается во многих случаях до тех пор, пока не возникнет необходимость нового включения ленточного тормоза. Таким способом осуществляется предотвращение возможности произвольного соприкосновения тормозной ленты с барабаном.

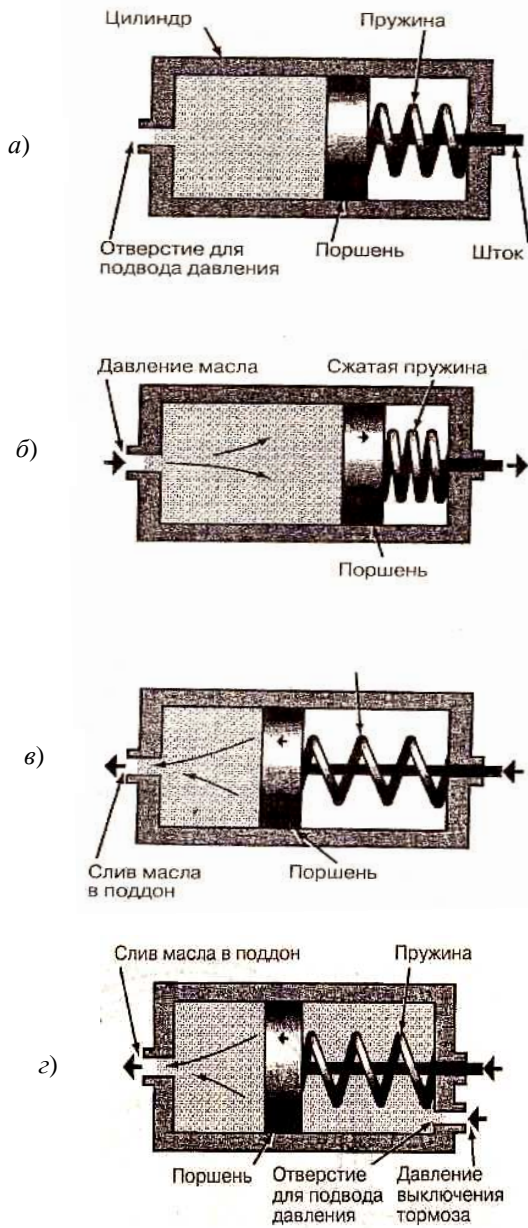


Рис. 20

Способы воздействия гидроцилиндра на ленточный тормоз.

Воздействие гидроцилиндра на ленточный тормоз может быть осуществлено тремя способами:

- напрямую;
- с помощью системы рычагов;
- консольно.

В первом способе шток гидроцилиндра непосредственно воздействует на свободный конец тормозной ленты (рис. 21). В этом случае, для того чтобы развить требуемый момент торможения, гидроцилиндр должен иметь сравнительно большой диаметр. Поэтому прямой способ воздействия на ленточный тормоз используется в тех случаях, когда конструкция АКПП позволяет размещать в её картере гидроцилиндр большого диаметра.

Такой способ воздействия сервопривода на ленточный тормоз использовался в АКПП ранних конструкций.

Способ, в котором воздействие на ленточный тормоз осуществляется с помощью системы рычагов (рис. 22), используется в тех случаях, когда по конструктивным соображениям гидроцилиндр невозможно разместить таким образом, чтобы он напрямую мог воздействовать на тормозную ленту.

Способ воздействия на ленточный тормоз с помощью системы рычагов позволяет путём соответствующего подбора плеч рычагов увеличивать силу, развиваемую сервоприводом. Чем больше плечо

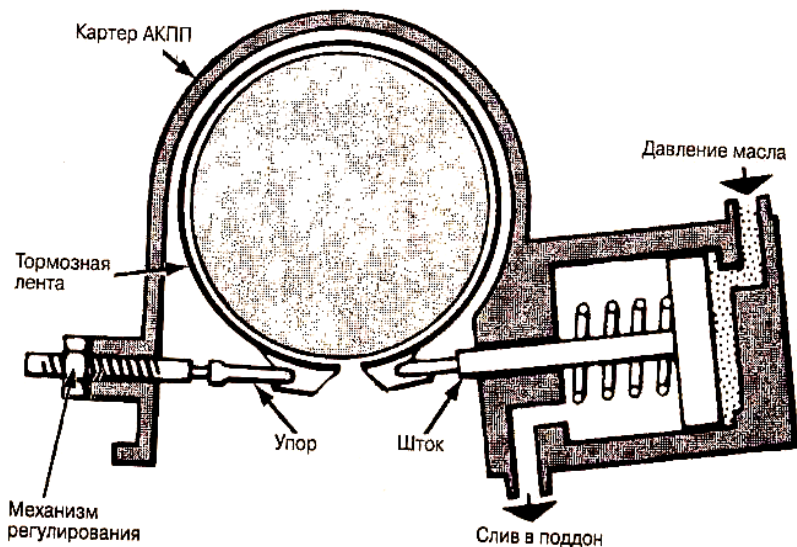


Рис. 21

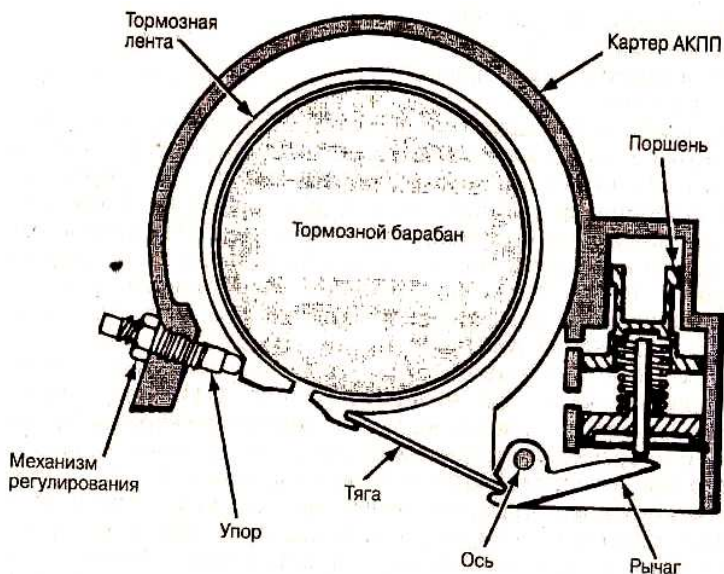


Рис. 22

рычага, на который воздействует шток гидроцилиндра, тем больше усилие затяжки ленточного тормоза. В этом случае появляется возможность уменьшения диаметра гидроцилиндра, а для обеспечения требуемого усилия затяжки тормоза необходимо подобрать соответствующие плечи системы рычагов.

В случае консольного воздействия сервопривода на ленточный тормоз используется рычаг, который одновременно действует на оба конца тормозной ленты (рис. 23).

В отличие от двух предыдущих вариантов здесь оба конца тормозной ленты свободны, т.е. ни один из концов не прикреплён жёстко к картеру АКПП. При включении тормоза шток гидроцилиндра поворачивает рычаг, который другим своим плечом через тягу воздействует на один из двух концов тормозной ленты. Одновременно с этим консоль перемещает другой конец тормозной ленты в сторону оси качания рычага. В результате оба конца тормозной ленты сближаются, и она начинает взаимодействовать с тормозным барабаном. Поскольку ни один из концов тормозной ленты жёстко не прикреплён к картеру АКПП, то тормозная лента в этом случае имеет возможность самоустанавливаться относительно тормозного барабана. В результате этого лента более равномерно обхватывает тормозной барабан, что приводит к меньшему износу фрикционных накладок и созданию большего тормозного момента.

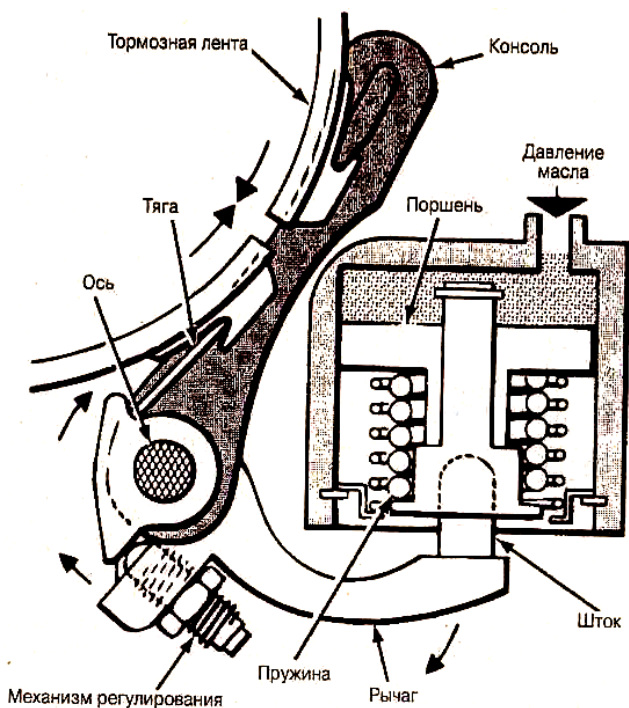


Рис. 23

Регулирование зазора в ленточном тормозе. Как уже отмечалось, для нормальной работы ленточного тормоза необходимо периодически производить регулировку зазора между тормозной лентой и тормозным барабаном. Для этого в сервоприводах с прямым воздействием на ленту и воздействием с помощью системы рычагов используется специальный регулировочный винт. Этот винт позволяет изменять положение упора, с помощью которого один конец тормозной ленты жёстко соединяется с картером АКПП (см. рис. 21, 22 и 23). В некоторых моделях АКПП регулировочный винт расположен в картере АКПП (рис. 24), что позволяет производить регулировку ленточного тормоза.

В других моделях АКПП регулировочные винты расположены внутри картера, и для регулировки ленточного тормоза необходимо снимать масляный поддон АКПП.

В некоторых образцах АКПП более позднего выпуска для регулировки зазора в ленточном тормозе используются штоки гидроцилиндров различной длины. Регулировка зазора производится во время

сборки АКПП путём подбора штока соответствующей длины (рис. 25). В этом случае штоки выпускаются различной длины, которая изменяется с определённым шагом.

Обычно во время замены масла, которая также требует удаления поддона, рекомендуется параллельно производить и регулировку ленточных тормозов.

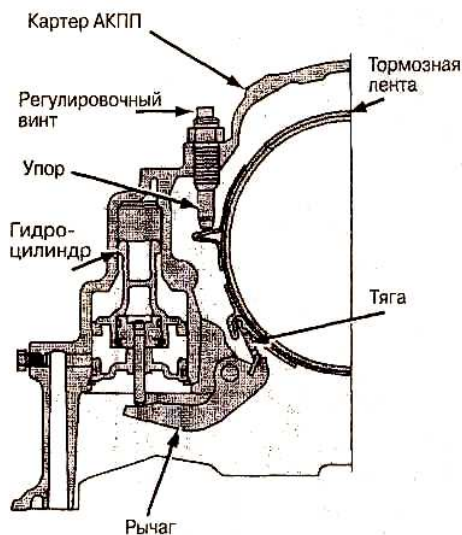


Рис. 24

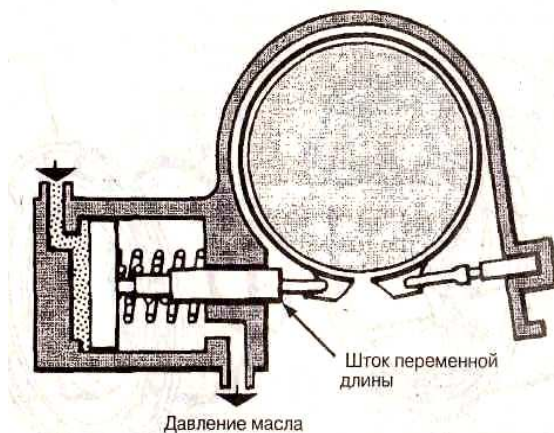


Рис. 25

Дисковые тормоза и муфты. Наиболее часто используемыми фрикционными элементами управления в АКПП являются дисковые тормоза и блокировочные муфты. Это объясняется прежде всего тем, что дисковые фрикционные элементы управления позволяют формировать большие площади поверхности трения, чем это, например, возможно в случае ленточного тормоза. А как известно, чем больше поверхность трения фрикционного элемента, тем больший момент он может создавать.

Принцип работы дискового тормоза ничем не отличается от принципа работы блокировочной муфты. Разница заключается только лишь в том, что дисковый тормоз соединяет какое-либо звено коробки передач с картером, а блокировочная муфта соединяет между собой два звена АКПП.

Дисковый фрикционный элемент состоит из следующих основных элементов (рис. 26):

- дисков с фрикционными накладками (как правило, с внутренними шлицами);
- дисков без накладок (со шлицами на наружном диаметре);
- нажимного диска;
- упорного диска;
- поршня;
- одной или нескольких отжимных пружин;
- барабана, в котором размещаются диски и поршень.

Рассмотрим принцип работы фрикционного дискового элемента управления на примере блокировочной муфты (рис. 27). Поршень расположен в задней части барабана и удерживается в этом состоянии возвратными пружинами. Так обеспечивается необходимый зазор между фрикционными дисками муфты.

Для включения муфты масло под давлением подаётся в пространство, называемое бустером муфты (рис. 27, а). Под действием силы давления масла поршень начинает перемещаться, сжимая при этом возвратные пружины.

Включение любого дискового элемента управления можно разделить на два этапа. На первом – в результате перемещения поршня муфты происходит выборка зазоров между фрикционными дисками. После того как все зазоры между фрикционными дисками будут полностью выбраны, наступает второй этап включения блокировочной муфты, а именно – начинается процесс сжатия пакета фрикционных дисков. На втором этапе перемещение поршня незначительно и обуславливается в основном деформацией фрикционных накладок.

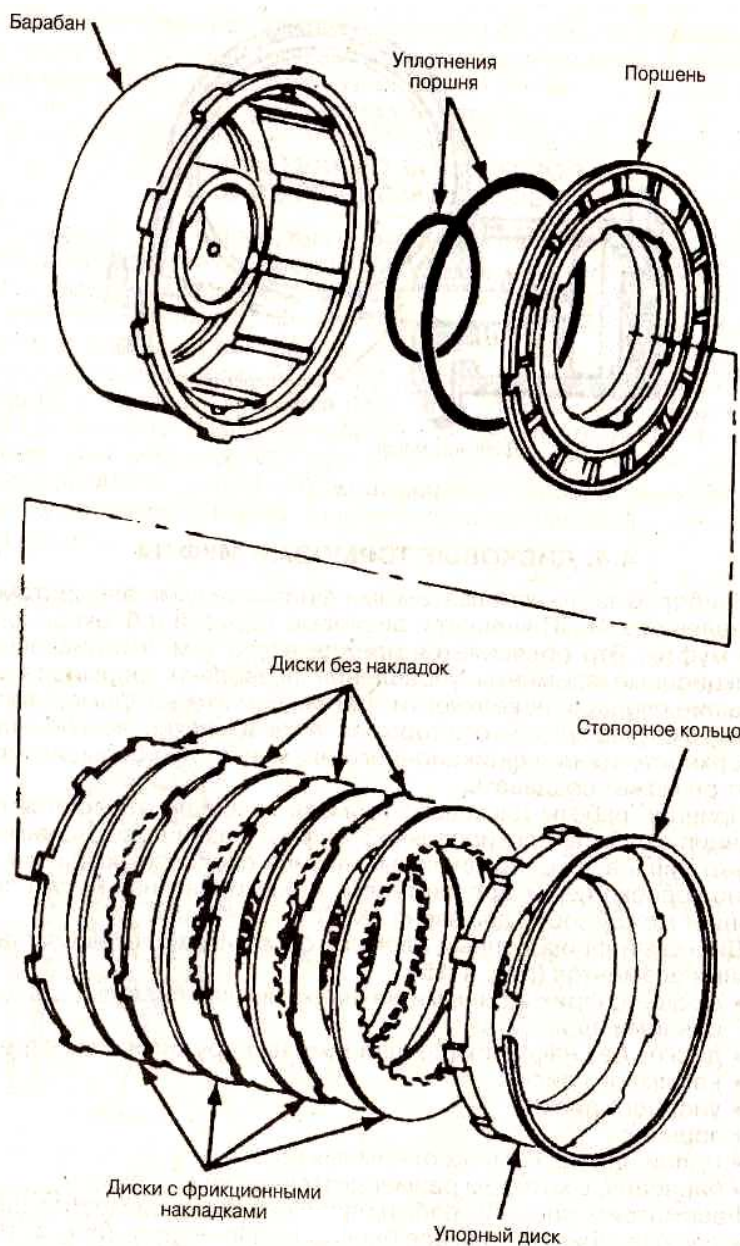


Рис. 26

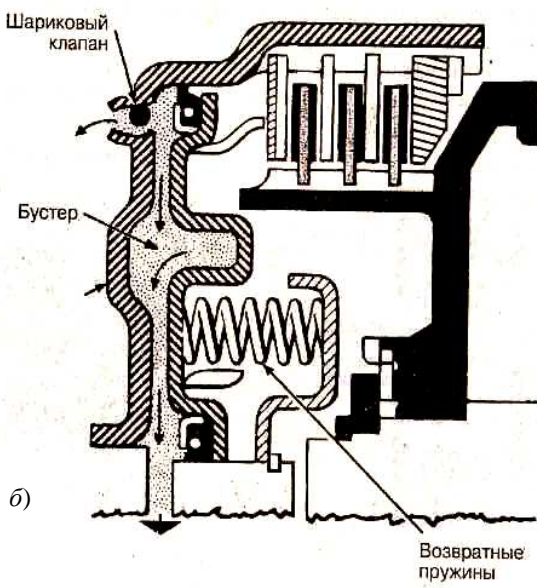
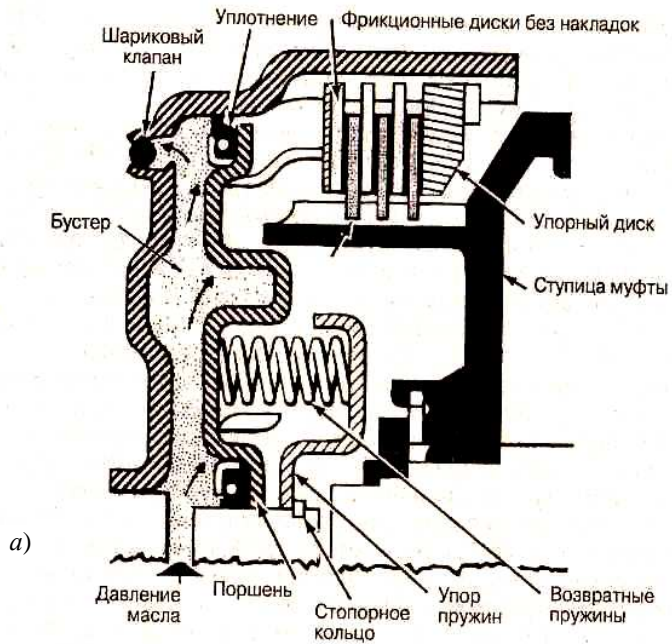


Рис. 27

Сжатие дисков приводит к возникновению момента сил трения, который препятствует относительному скольжению дисков. При достижении момента трения определённой величины относительное скольжение дисков становится равным нулю, и два звена коробки передач, соединяемых этой блокировочной муфтой, начинают вращаться как одно целое.

Для выключения муфты её бустер соединяют со сливной магистралью (рис. 27, б), и поршень под действием возвратных пружин возвращается в исходное положение. Усилие, сжимающее пакет фрикционных дисков, уменьшается до нуля, и муфта выключается.

В зависимости от конструктивных особенностей АКПП и усилия, которое должно развивать отжимное устройство при отводе поршня от пакета фрикционных элементов, существует три способа установки отжимных пружин:

- одна центральная цилиндрическая пружина (рис. 28 и 29);
- одна центральная тарельчатая пружина (рис. 28 и 30);
- несколько цилиндрических пружин, расположенных на периферии (рис. 27 и 31).

Отличительная особенность любой блокировочной муфты заключается в том, что её бустер располагается во вращающейся детали (рис. 32, а), в то время как бустер тормоза всегда расположен в картере АКПП (рис. 32, б).

Следует отметить, что в любом бустере в выключенном состоянии всегда всегда находится масло. При выключении дискового элемента управления сбрасывается давление, но некоторая часть масла остаётся в бустере. Если бустер неподвижен, что характерно для дисковых тормозов, то ничего страшного в этом нет.

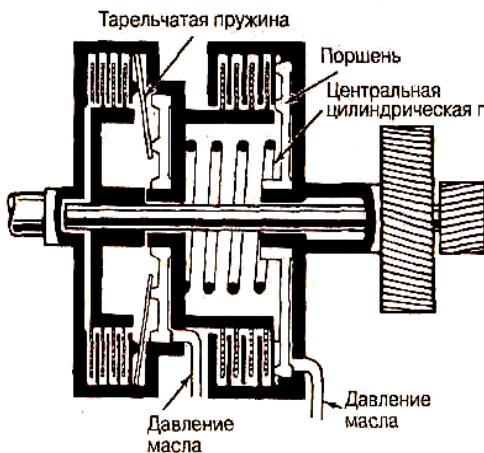


Рис. 28

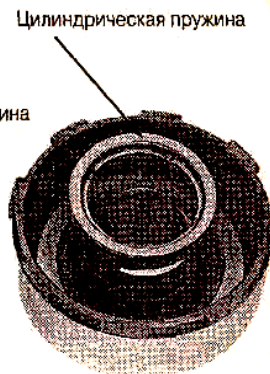


Рис. 29



Рис. 30

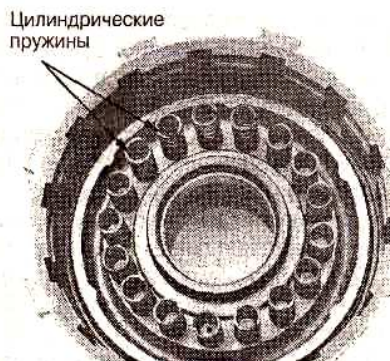
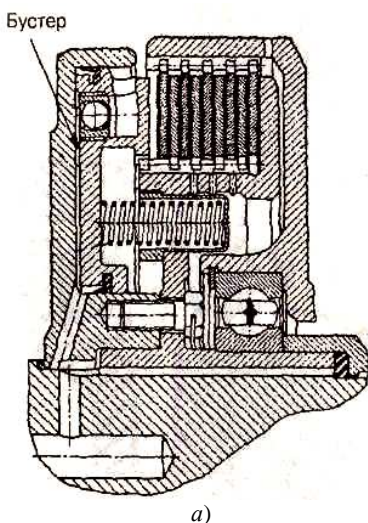
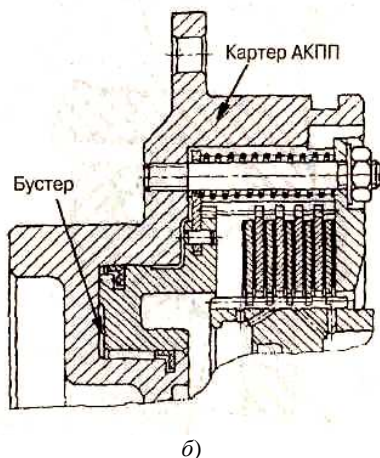


Рис. 31



а)



б)

Рис. 32

Но для вращающихся бустеров блокировочных муфт это обстоятельство весьма важно, поскольку под действием центробежных сил в масле, находящемся в бустере, возникает давление, величина которого вполне сопоставима с давлением, подводимым в бустер при включении муфты. Поэтому для предотвращения самопроизвольного включения блокировочной муфты необходимо предусматривать некоторые конструктивные меры, позволяющие полностью опустошить вращающийся бустер.

Для этого, как правило, используют специальные шариковые клапаны, которые располагают в максимально удалённой от оси вращения части бустера (рис. 33).

Если в бустер подаётся давление, то под его воздействием шарик прижимается к седлу клапана, тем самым его закрывая (рис. 33, *а*). В случае выключения блокировочной муфты давление в бустере уменьшается, и под воздействием центробежной силы шарик выкатывается в специально спрофилированный канал, открывая при этом сливное отверстие (рис. 33, *б*). Таким образом бустер полностью опустошается.

Скорость нарастания давления в бустере дискового элемента управления во многом определяет качество переключения передач, поэтому для формирования требуемого закона нарастания давления в гидросистемах АКПП широко используют такие известные приёмы, как установка в каналах подвода давления в бустер фрикционного элемента управления жиклёров и гидроаккумуляторов. В дополнение к жиклёрам и гидроаккумуляторам в АКПП современных автомобилей в формировании требуемого закона нарастания давления участвует и электронный блок управления, который с помощью соленоида соответствующим образом изменяет давление в основной магистрали.

В АКПП с тремя степенями свободы один и тот же фрикционный элемент управления может использоваться при включении нескольких передач. Естественно, что моменты, воспринимаемые им на различных передачах, не одинаковы, поэтому нет необходимости сжимать пакет

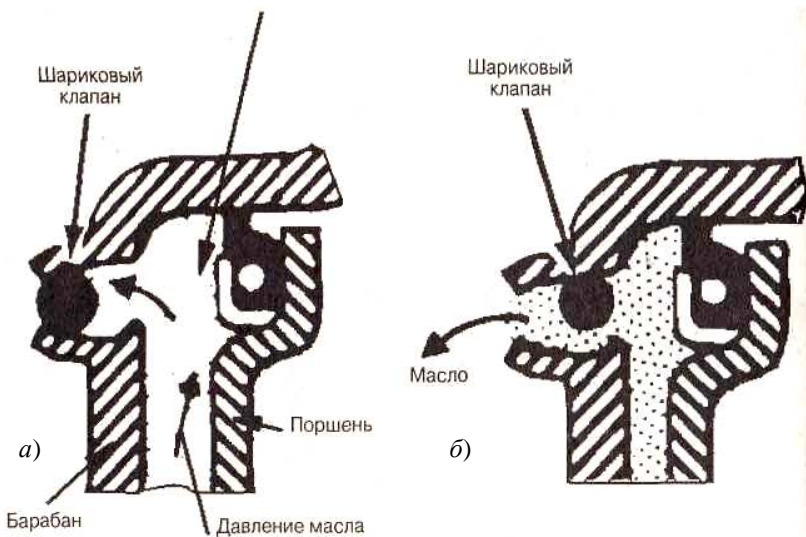


Рис. 33

фрикционных дисков с силой большей, чем это требуется для формирования требуемого момента трения. В связи с этим во многих системах управления сжатие одного и того же пакета фрикционных дисков осуществляется с различной силой. Для этого используют поршень ступенчатой формы, и каждая ступень имеет свой бустер для подвода управляющего давления (рис. 34). В случае, если сила сжатия пакета фрикционных дисков должна быть небольшой, то управляющее давление подводится только к одной ступени поршня (рис. 34, а). Если требуется сжать диски большим усилием, то давление подаётся и ко второй ступени (рис. 34, б).

Фрикционные диски. Как уже отмечалось, во фрикционных дисковых элементах управления используются два типа фрикционных дисков. Часть дисков имеют фрикционные накладки, а другая – без фрикционных накладок, причём эта пара трения работает в масле.

Диск с накладками состоит из стального диска и приклеенных к нему, как правило, с двух сторон фрикционных накладок. В настоящее время наибольшее распространение нашли бумажные и металлокерамические накладки.

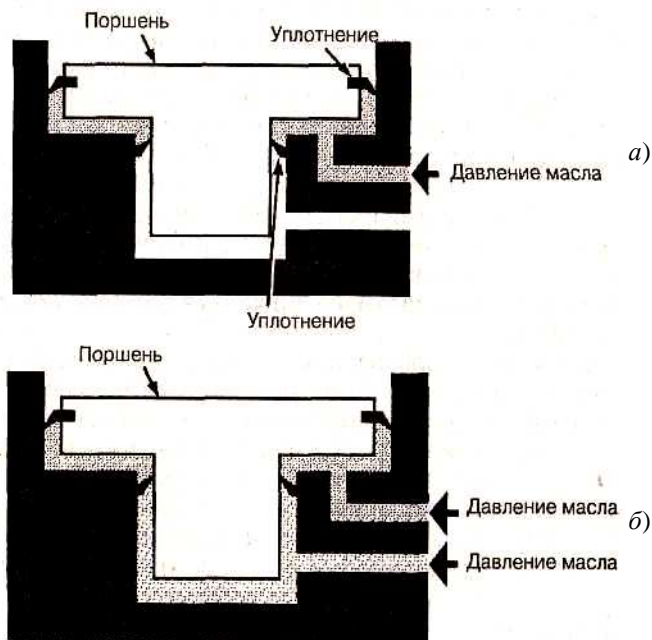


Рис. 34

Металлокерамические накладки обычно изготавливают из медного порошка, смешанного с порошками свинца, асбеста и связывающей смолы.

Бумажные фрикционные накладки представляют собой целлюлозное волокно, которое обработано связывающей органической смолой. Для увеличения коэффициента трения и долговечности иногда при изготовлении бумажных накладок добавляют ещё и керамические или графитовые порошки.

С точки зрения стоимости изготовления, долговечности и ряда других параметров наиболее приемлемы для использования в АКПП легковых автомобилей бумажные накладки. Способность бумаги впитывать масло гарантирует этим накладкам в процессе эксплуатации хорошее охлаждение, долговечность и незначительный износ. Кроме того, бумажные накладки хорошо притираются и обеспечивают стабильность коэффициента трения в широком диапазоне скоростей скольжения.

Если АКПП предназначена для тяжёлых транспортных средств, то в этом случае рекомендуется использовать металлокерамические накладки. Диски с такими накладками обладают такими же достоинствами, что и диски с бумажными накладками, но стоимость их изготовления гораздо выше.

Для улучшения охлаждения фрикционных дисков и стабилизации коэффициента трения на поверхностях накладок делают специальные канавки, которые бывают двух типов – радиальные и спиральные.

В случае использования только радиальных канавок (рис. 35, *a*) масло свободно поступает на поверхность диска, обеспечивая тем самым высокую износоустойчивость поверхностей трения и хорошее охлаждение дисков. Коэффициент трения при использовании таких канавок из-за «расклинивающего» действия движущегося к периферии масла невелик. Для создания необходимого момента трения требуется значительное усилие сжатия фрикционных дисков. Диски с радиальными канавками рекомендуется использовать во фрикционных устройствах, работающих в условиях длительного буксования.

Спиральные канавки (рис. 35, *б*) затрудняют движение масла в радиальном направлении. Поэтому коэффициент трения для дисков с такими канавками из-за отсутствия расклинивающего действия потока масла несколько выше, чем у дисков с радиальными канавками, но в этом случае уменьшается отвод тепла с поверхностей трения и повышается износ дисков. Диски со спиральными канавками целесообразно использовать во фрикционных устройствах, работающих при незначительном буксовании. В противном случае будет происходить перегрев поверхностей трения до температур, при которых, несмотря на постоянные значения давления и скорости скольжения, нарушается стабильность коэффициента трения и резко возрастает износ накладок.

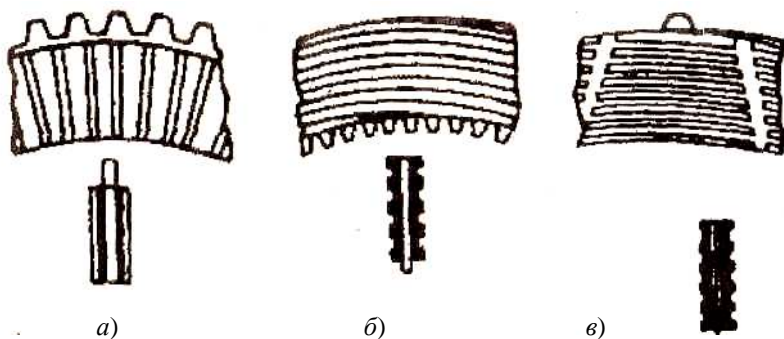


Рис. 35

В некоторых случаях, особенно в тяжело нагруженных передачах, используются фрикционные накладки со спирально-радиальными канавками (рис. 35, в). При использовании дисков с такими канавками повышается коэффициент трения, хорошо отводится тепло и уменьшается износ, так как вследствие наличия небольшого участка спирали, заключенного между радиальными канавками, сокращается путь движения масла от внутренней к внешней части диска.

Диски без фрикционных накладок изготавливают методом вырубki из листовой углеродистой стали. На заключительном этапе изготовления диски подвергаются дробеструйной обработке, в результате которой обеспечивается более высокий коэффициент трения с дисками, имеющими фрикционные накладки.

Основным показателем фрикционных материалов является коэффициент трения μ . Как показывают экспериментальные исследования, величина коэффициента трения является функцией двух переменных: давления и скорости скольжения.

Обгонные муфты. Кроме ленточных тормозов и дисковых элементов управления практически во всех АКПП используются обгонные муфты или муфты свободного хода (их ещё иногда называют автологами). Обгонная муфта – это элемент, который в отличие от вышерассмотренных фрикционных элементов не требует никаких приводов управления им. Этот элемент автоматически и практически мгновенно сам включается и также автоматически выключается. Обгонные муфты используются как в качестве тормозов, так и в качестве блокировочных муфт.

В настоящее время широкое распространение нашли обгонные муфты двух типов: роликовые и с сухариками.

Обгонные муфты роликового типа. Обгонная муфта роликового типа состоит из внешнего кольца, роликов, пружин и внутреннего кольца (рис. 36). Внутреннее кольцо представляет собой обычный цилиндр, а внешнее кольцо имеет специального профиля канавки, в которых располагаются ролики. Профиль каждой канавки выполнен так, что она совместно с внутренним кольцом обгонной муфты образует клин. Причём в его широкой части ролик может располагаться свободно, а в её другую, более узкую часть попасть не может. Ролик удерживается в более широкой части клина пружиной (рис. 36).

Если при неподвижном внешнем кольце внутреннее кольцо вращается по часовой стрелке, то под воздействием пружин и сил трения ролики закатываются в более широкую часть клина и не оказывают никакого воздействия на оба кольца обгонной муфты. При изменении направления вращения внутреннего кольца ролики под действием сил трения устремляются в более узкую часть клина и за счёт сил трения, возникающих между поверхностями роликов и внутреннего и внешнего колец, заклиниваются, не давая при этом вращаться внутреннему кольцу. Так обгонная муфта замыкает соединённое с её внутренним кольцом звено на картер АКПП.

Принцип работы обгонной муфты в качестве блокировочной муфты аналогичен тому, что был описан выше, с той лишь разницей, что включение и выключение обгонной муфты определяется относительной угловой скоростью внешнего и внутреннего колец.



Рис. 36

Обгонные муфты с сухариками. Обгонные муфты с сухариками также состоят из внутреннего и внешнего колец, но вместо роликов в них используются специальной формы сухарики (рис. 37). Кроме того, в отличие от роликовых обгонных муфт поверхности внешнего и внутреннего колец имеют цилиндрическую форму без каких-либо специальных канавок.

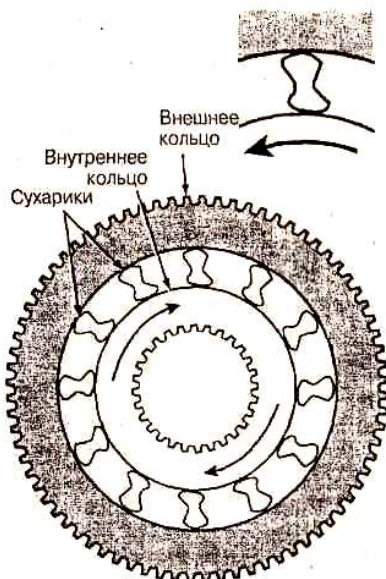


Рис. 37

Форма сухариков такова, что при остановленном внешнем кольце вращение внутреннего кольца по часовой стрелке позволяет сухарикам занимать такое положение, при котором внутреннее кольцо беспрепятственно вращается. При изменении направления вращения внутреннего кольца сухарики за счёт сил трения встают в распор между внешним и внутренним кольцом, в результате чего происходит заклинивание внутреннего кольца и оно останавливается.

Контрольные вопросы

1. Какие фрикционные элементы используются в автоматических коробках передач?
2. Объясните назначение и устройство ленточных тормозов.
3. Объясните назначение и устройство сервопривода.

4. Какие существуют способы воздействия гидроцилиндра на ленточный тормоз?
5. Как осуществляется регулирование зазора в ленточном тормозе?
6. Объясните устройство и принцип действия фрикционного дискового элемента.
7. Какие существуют способы установки отжимных пружин?
8. Объясните устройство фрикционных дисков.
9. Каково назначение обгонных муфт? Назовите их типы.

Лабораторная работа 3

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АКПП

Цель работы: изучить устройство и работу основных элементов гидравлических систем управления АКПП.

Оборудование: основные элементы гидравлических систем управления АКПП в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности основных элементов гидравлических систем управления АКПП.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гидросистемы автоматических коробок передач весьма схожи, поскольку все они состоят из одних и тех же элементов. Даже в самой современной АКПП с электронным блоком управления используется гидросистема, мало чем отличающаяся по составу элементов от АКПП с чисто гидравлической системой управления.

Любую гидравлическую систему управления АКПП упрощённо можно представить в виде системы, состоящей из масляного бака (поддона), насоса, клапанов, соединительных каналов (магистралей) и устройств, преобразующих гидравлическую энергию в механическую (гидропривод) (рис. 38).

Масляный бак. Для нормальной работы любой гидросистемы необходимо, чтобы в масляном баке постоянно находился определённый уровень масла. Функцию масляного бака в АКПП легковых авто-

мобилей, как правило, выполняет масляный поддон, который расположен в нижней части картера коробки передач.

Масляный поддон через трубку шупа для измерения уровня масла или сапун соединяется с атмосферой. Соединение с атмосферой необходимо для нормальной работы насоса и манжетных уплотнений. Во время работы насос создаёт во всасывающей магистрали разрежение, в результате чего масло из поддона под действием атмосферного давления поступает через фильтр во всасывающую магистраль насоса.

Насос. Создание непрерывного потока масла, а также давления в гидросистеме АКПП осуществляется с помощью насоса. Однако следует отметить, что насос непосредственно не формирует давление. Давление возникает только в том случае, если в гидросистеме имеется сопротивление потоку масла. Первоначально масло свободно заполняет систему управления АКПП. Только после полного заполнения в гидросистеме из-за наличия тупиковых каналов начинает формироваться давление.

Большинство масляных насосов расположено между гидротрансформатором и коробкой передач и приводится через кожух гидротрансформатора и приводную втулку (рис. 39) непосредственно от коленчатого вала двигателя. Таким образом, если двигатель не работает, то насос не может создавать давление в гидросистеме управления АКПП.

В настоящее время в трансмиссиях с автоматическими коробками передач используются три типа масляных насосов:

- шестерёнчатые;
- кулачковые;
- лопастные.

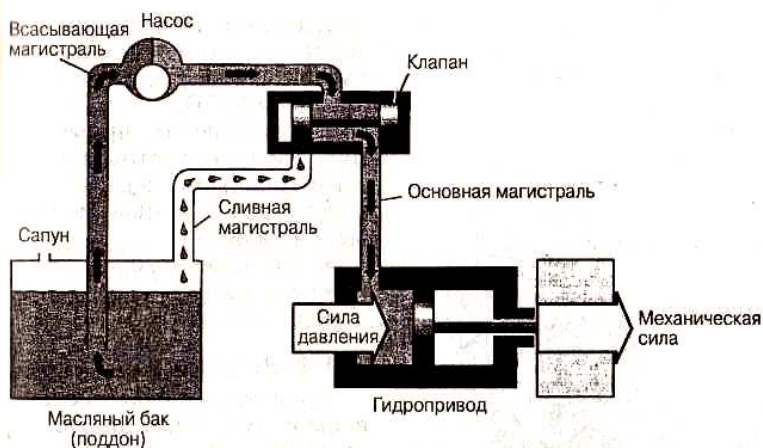


Рис. 38



Рис. 39

Регулятор давления. Среднее давление, создаваемое масляным насосом, несколько выше, чем это требуется для нормальной работы гидросистемы, что вполне естественно, поскольку режим работы двигателя в процессе движения автомобиля непрерывно изменяется от минимальных оборотов до максимальных. Поэтому масляные насосы рассчитывают таким образом, чтобы они обеспечивали нормальное давление в гидросистеме при минимальных оборотах двигателя. В связи с этим в системе управления каждой АКПП, в том числе и с электронным блоком управления, обязательно используются клапаны, назначение которых – поддерживать соответствующую величину давления в гидросистеме. Эти клапаны устанавливаются сразу же после насоса и называются регуляторами давления. Давление, формируемое регулятором давления, называют давлением основной магистрали.

Кроме регулятора давления в гидросистеме могут использоваться и другие клапаны, формирующие всякого рода вспомогательные давления, с помощью которых осуществляется, например, определение моментов переключения передач, управление качеством переключения передач, подпитка гидротрансформатора и др. При этом следует отметить, что формирование всех этих вспомогательных давлений происходит на основе давления основной магистрали.

Клапаны. Каждая АКПП имеет клапанную коробку, в которой расположены всевозможные клапаны, выполняющие в составе гидравлической части системы управления различные функции. Все многочисленные клапаны можно разделить по их функциональному назначению на две группы:

- клапаны, регулирующие давление;
- клапаны, управляющие потоками масла.

В гидросистемах АКПП с электронным блоком управления активно используются электромагнитные клапаны (соленоиды), которые позволяют достаточно точно управлять фрикционными элементами управления, учитывая при этом разнообразные условия эксплуатации автомобиля. Кроме того, использование соленоидов значительно упрощает конструкцию клапанной коробки.

Принцип работы клапанов. Большинство клапанов, используемых в системах управления АКПП, представляют собой клапаны золотникового типа, плунжеры которых напоминают катушку (рис. 40). Плунжер любого клапана золотникового типа имеет как минимум два пояска, с помощью которых образуется кольцевая канавка.

Плунжер перемещается внутри отверстия втулки клапана. При этом пояски плунжера перекрывают то или иное отверстие во втулке клапана. Давление, действующее на торцы плунжера, совместно с пружиной определяет положение плунжера относительно отверстий. В клапанных коробках АКПП можно найти множество вариантов исполнения клапанов золотникового типа. Некоторые, наиболее простые, имеют только одну кольцевую канавку и управляют только одним отверстием, в то время как другие клапаны могут иметь четыре или пять кольцевых канавок и отверстий. Пружина чаще всего устанавливается только с одного торца плунжера клапана и при отсутствии давления смещает плунжер в одно из предельных положений.

Торцы поясков, образующих кольцевые канавки, не всегда имеют одинаковый диаметр. Разные диаметры торцевых поверхностей поясков позволяют формировать силы, действующие на плунжер различной величины, поскольку согласно основному закону гидравлики сила

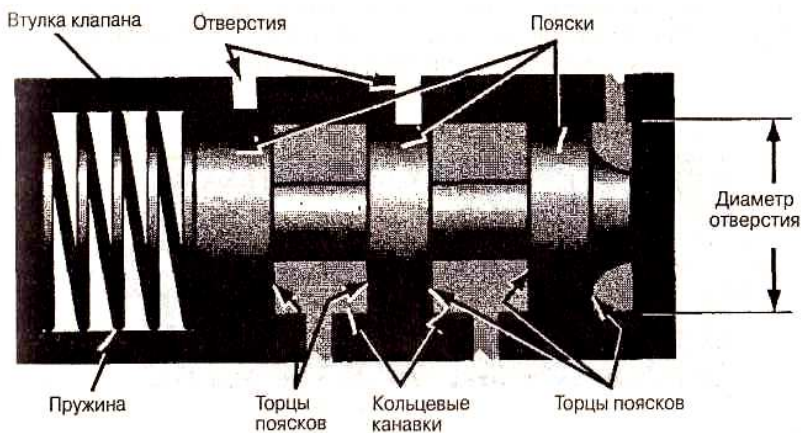


Рис. 40

давления, действующая на какую-либо поверхность, прямо пропорциональна площади этой поверхности. С помощью поясков различного диаметра также можно осуществлять управление положением плунжера относительно отверстий. При равном давлении плунжер будет перемещаться в сторону действия той силы, которая формируется на большей площади (рис. 41).

В клапанах часто используются пружины (рис. 40), обеспечивающие дополнительную силу, направление которой может совпадать или не совпадать с направлением суммарной силы давления масла на торцы плунжера. В большинстве случаев с помощью пружин осуществляется согласование работы клапанов с характеристиками автомобиля, на котором используется данная трансмиссия. Это позволяет использовать одну и ту же трансмиссию на различных автомобилях, отличающихся друг от друга как по массе, так и по мощности двигателя. Для каждого клапана подбирается пружина вполне определённой жёсткости и длины.

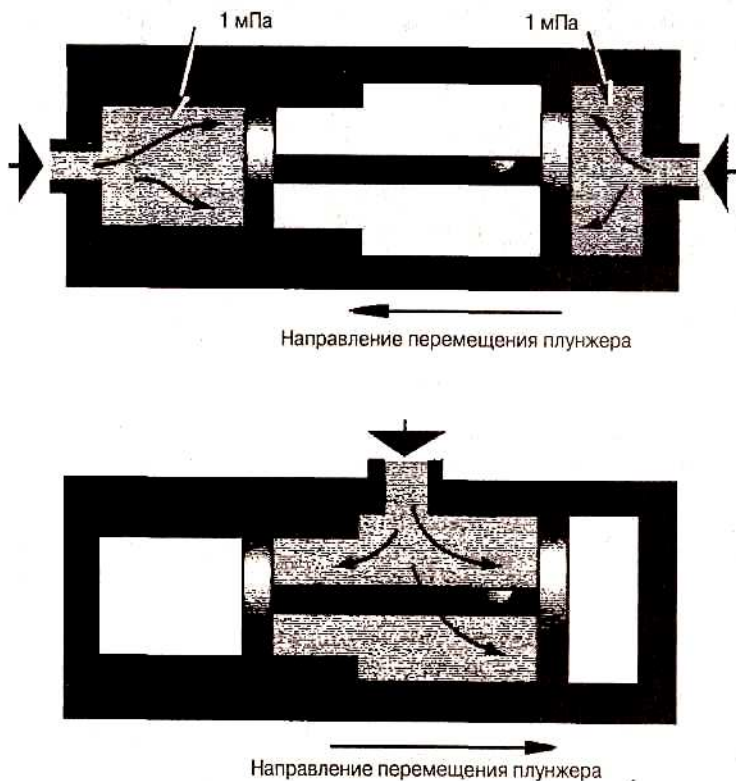


Рис. 41

Клапаны, регулирующие давление. Клапаны, регулирующие давление, предназначены для формирования в гидросистеме давления, пропорционального тому или иному параметру состояния автомобиля (скорости автомобиля, углу открытия дроссельной заслонки и др.), или для поддержания давления в пределах заданной величины. В автоматических коробках передач используется два типа таких клапанов: регуляторы давления и предохранительные клапана.

Регулятор давления. Регулятор давления, или его ещё называют редукционным клапаном, представляет собой комбинацию клапана золотникового типа и пружины. Подбирая соответствующим образом характеристики пружины, можно задавать величину давления, формируемого данным клапаном. Если регулятор давления установлен в магистрали сразу же после насоса, то, как уже отмечалось выше, формируемое им давление называется давлением основной магистрали или рабочим давлением.

Принцип работы регулятора давления достаточно прост. На один торец плунжера клапана действует пружина, а к другому подводится давление (рис. 42).

В начальный момент плунжер под действием пружины находится в крайнем правом положении. В таком положении он открывает входное отверстие и перекрывает своим левым пояском выходное отверстие. При поступлении в клапан масла в кольцевой канавке и в левой полости клапана начинает формироваться давление, которое создаёт на левом торце плунжера силу, пропорциональную величине формируемого давления и площади торца. Как только сила давления достигнет величины, способной деформировать пружину, плунжер начнёт перемещаться вправо, открывая при этом выходное отверстие и перекрывая входное отверстие. В результате масло устремится в выходное

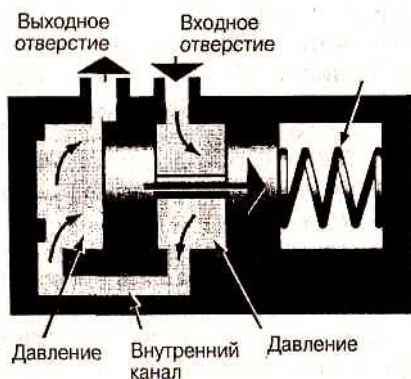


Рис. 42

отверстие и давление в клапане начнёт уменьшаться. Сила давления на левый торец плунжера уменьшается, и плунжер под действием пружины начнёт перемещаться влево. Выходное отверстие перекрывается, а входное вновь откроется. Давление в клапане опять возрастёт, и процесс повторится вновь. Результатом такой работы клапана будет определённое устойчивое давление в выходной магистрали. Величина этого давления определяется прежде всего жёсткостью пружины. Чем жёстче пружина, тем выше давление в выходной магистрали.

В некоторых регуляторах давления к плунжеру со стороны пружины подводится дополнительное давление, например пропорциональное углу открытия дроссельной заслонки, что позволяет получать на выходе давление основной магистрали, зависящее уже и от режима работы двигателя. Бывают и более сложные схемы регулирования давления в основной магистрали, но на этом мы остановимся несколько позже.

Предохранительный клапан. Назначение предохранительного клапана заключается в предохранении магистрали, в которой он установлен, от чрезмерно высокого давления. В случае, когда давление превысит определённую величину, сила давления, действующая на клапан, сжимает его пружину, и клапан открывается, соединяя при этом магистраль со сливом в поддон (рис. 43). Давление в магистрали и, следовательно, сила давления быстро уменьшаются, и пружина вновь закроет клапан.

Отсутствие предохранительного клапана может приводить к нежелательным последствиям, как, например, разрушению уплотнений, появлению утечек и т.п. Поэтому в гидросистеме управления АКПП, как правило, используется несколько предохранительных клапанов.

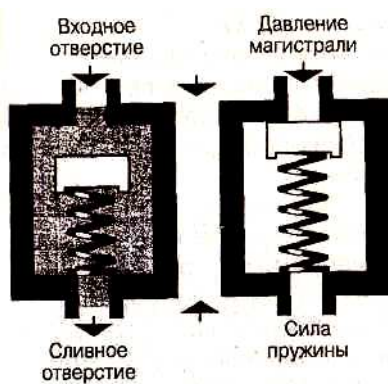


Рис. 43

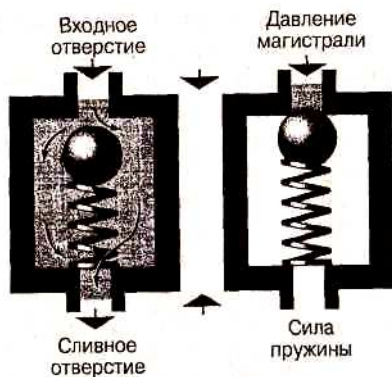


Рис. 44

Предохранительные клапаны бывают двух типов: тарельчатые (рис. 43) и шариковые (рис. 44).

Электромагнитные клапаны (соленоиды) регулирования давления. В системах управления с электронным блоком управления для регулирования давления в основной магистрали используются соленоиды (рис. 45).

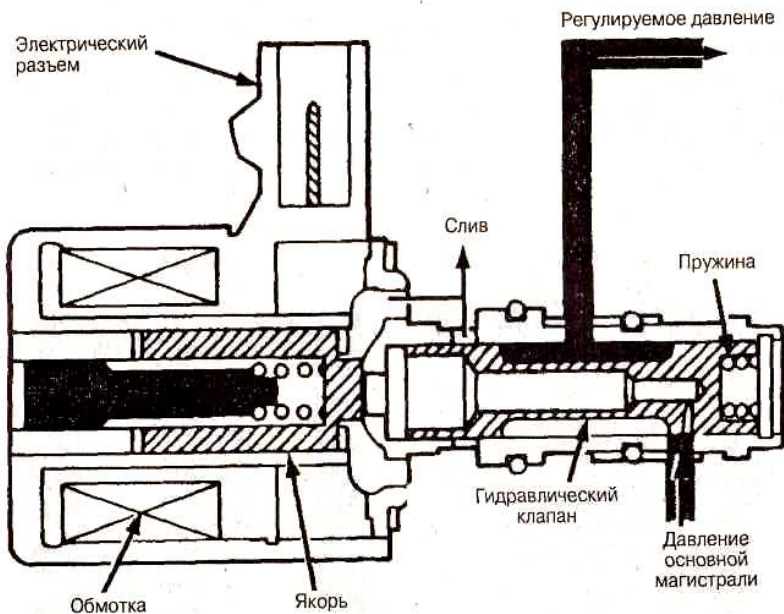


Рис. 45

Для управления такими соленоидами электронный блок непрерывно посылает сигналы. Длительность каждого сигнала и время между двумя соседними сигналами зависят от параметров движения автомобиля и потребностей АКПП. При этом шариковый клапан соленоида постоянно находится в циклическом режиме «Вкл» – «Выкл». Такой способ регулирования давления позволяет весьма точно формировать давление в системе управления в зависимости от параметров движения автомобиля.

Клапаны, управляющие потоками масла. Клапаны, управляющие потоками масла или клапаны переключения, направляют масло из одного канала в другой. Эти клапаны открывают или закрывают проходы в соответствующие магистрали. В автоматических коробках передач используется несколько типов клапанов переключения.

Одноходовые клапаны. Эти клапаны управляют потоком масла в одной магистрали (рис. 46). Одноходовой клапан очень похож на предохранительный клапан, но принцип его работы несколько иной. Пока давление не достигнет определённой величины, пружина подпирает шарик и не позволяет, таким образом, маслу перемещаться по магистрали, где установлен этот клапан. При определённом давлении, которое также определяется жёсткостью пружины, клапан открывается и масло попадает в магистраль (рис. 46, а). Движение масла через клапан будет происходить до тех пор, пока давление не станет меньше заданной пружинной величины.

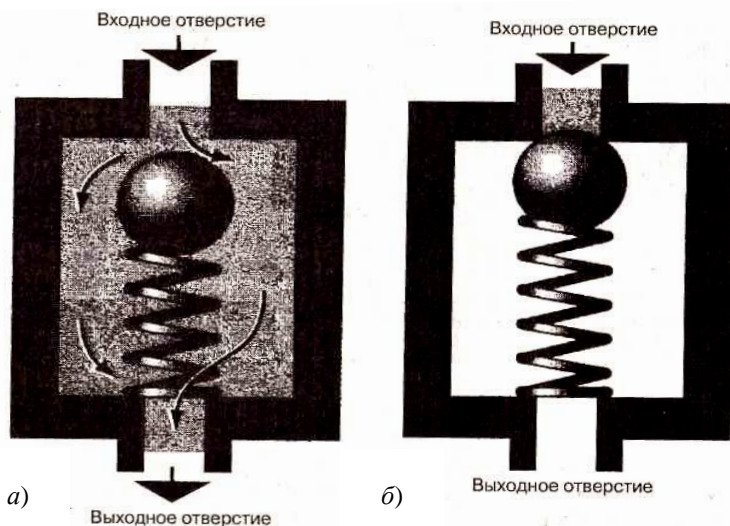


Рис. 46

Второй тип одноходового клапана – клапан, в котором сила пружины заменена силой тяжести. Принцип работы такого клапана точно такой же, как и одноходового клапана с пружиной, но, только сила пружины заменена силой тяжести самого шарика.

Двухходовые клапаны. Двухходовой клапан управляет потоками масла одновременно в двух магистралях, направляя поток масла в выходную магистраль либо из левой входной магистрали, либо из правой входной магистрали (рис. 47).

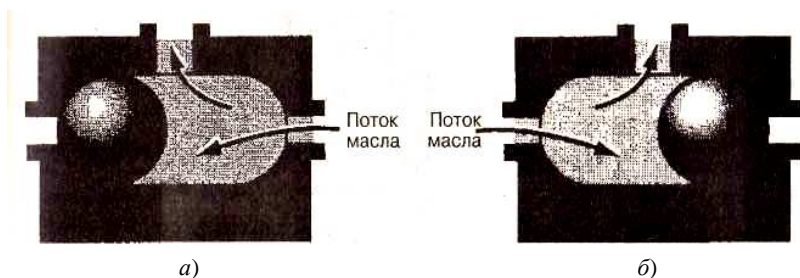


Рис. 47

При поступлении масла из правой входной магистрали шарик перекатывается и садится в левое седло клапана, перекрывая тем самым доступ масла в левую входную магистраль (рис. 47, а). Масло из правой входной магистрали через клапан направляется в выходную магистраль. В случае, если масло подводится к клапану через левую входную магистраль, шарик перекрывает правую входную магистраль (рис. 47, б), обеспечивая тем самым доступ масла из левой входной магистрали в выходную магистраль.

Шарики клапанов, управляющих потоками масла, обычно изготавливаются из стали, но в некоторых АКПП используются шарики, изготовленные из резины, нейлона или композитного материала. Стальные шарики обладают большей износостойкостью, но вызывают больший износ сёдел клапана. Шарики, изготовленные из других материалов, меньше изнашивают сёдла клапана.

Клапан выбора диапазона. Клапан выбора диапазона (рис. 48), является в гидравлической системе управления АКПП основным управляющим клапаном.

Этот клапан имеет механическую связь с рычагом выбора диапазона, установленного в салоне автомобиля. Водитель, перемещая рычаг из одного положения в другое, задаёт тем самым диапазон работы коробки передач. Перемещения рычага выбора диапазона через механическую связь передаётся клапану выбора диапазона, каждое положение которого фиксируется с помощью специального механизма.

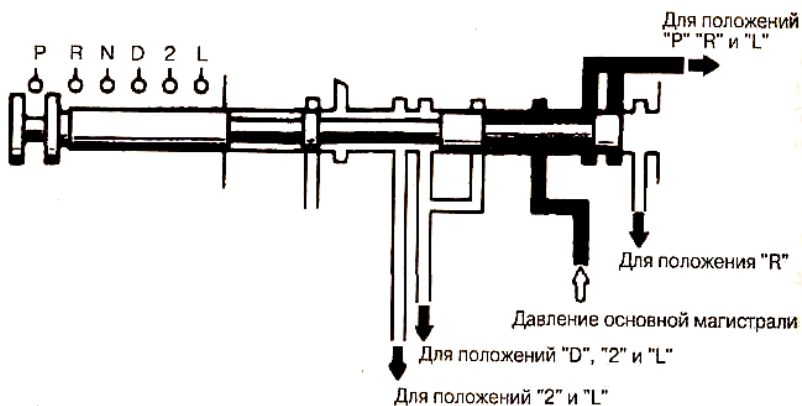


Рис. 48

К клапану выбора диапазона подводится давление основной магистрали, которое он распределяет в зависимости от своего положения в соответствующие каналы системы управления АКПП.

Клапаны, формирующие вспомогательное давление. Основными параметрами состояния автомобиля, по соотношению которых в АКПП определяются моменты переключения передач, являются скорость движения автомобиля и нагрузка двигателя, определяемая углом открытия дроссельной заслонки. В чисто гидравлических системах управления для определения этих двух параметров формируются соответствующие давления, для чего используется давление основной магистрали, которое подводится к соответствующему клапану, на выходе из которого, в зависимости от назначения клапана, формируется либо давление, пропорциональное скорости движения автомобиля, либо давление, пропорциональное степени открытия дроссельной заслонки.

Для получения давления, зависящего от нагрузки двигателя, используется клапан-дроссель, который чаще всего располагается в клапанной коробке. Управление этим клапаном на различных моделях АКПП осуществляется двумя различными способами. В соответствии с первым способом используется механическая связь между дроссельной заслонкой двигателя и клапаном-дросселем. В качестве механической связи может использоваться либо трос, либо система тяг и рычагов. Во втором способе для управления клапаном-дросселем используется вакуумный модулятор. Модулятор с помощью трубки соединён с впускным коллектором двигателя. Степень разрежения во впускном коллекторе и является задающим параметром для получения давления, пропорционального степени нагрузки двигателя. Чем выше за-

грузка двигателя, тем выше давление, которое формирует клапан-дроссель. Часто давление клапана-дросселя называют TV-давлением, что происходит от английского словосочетания «throttle valve pressure».

Для получения давления, пропорционального скорости движения автомобиля, используются скоростные регуляторы давления, принцип работы которых аналогичен принципу работы центробежного регулятора. Привод скоростного регулятора давления осуществляется механическим путём и весьма схож с механическим приводом спидометра. Устанавливается скоростной регулятор, как правило, на выходном валу коробки передач, и он устроен таким образом, что с увеличением частоты вращения выходного вала АКПП увеличивается и формируемое скоростным регулятором давление.

Давление клапана-дросселя и скоростного регулятора подводится к клапанам переключения передач. Соотношение этих давлений, действующих на торцы плунжеров клапанов переключения, и определяет моменты переключения передач в АКПП с чисто гидравлической системой управления.

В современных трансмиссиях с электронными блоками управления необходимость формирования TV-давления и давления скоростного регулятора отпала. Теперь для определения положения дроссельной заслонки двигателя и скорости автомобиля используются соответствующие электрические датчики. Сигналы этих датчиков поступают в электронный блок управления, где на основе анализа их сигналов, а также сигналов ряда других датчиков вырабатывается определённое решение и выдаётся сигнал на соответствующий соленоид.

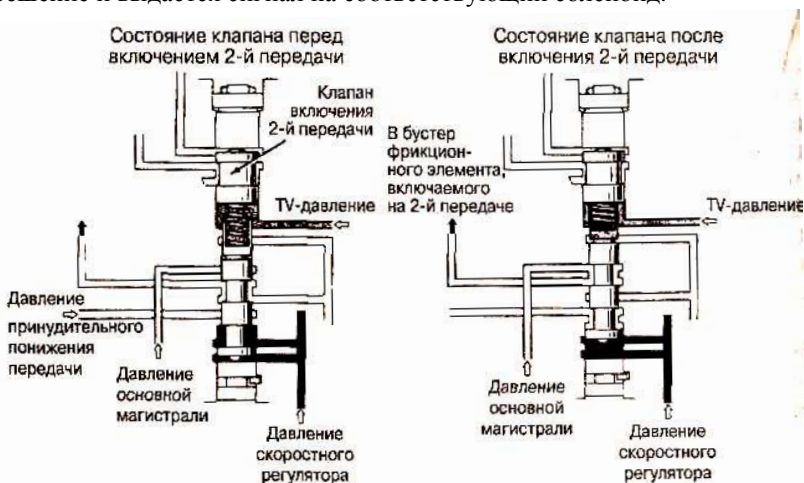


Рис. 49

Клапаны переключения. Клапан переключения – это клапан, представляющий собой комбинацию клапана золотникового типа и пружины. Клапаны переключения предназначены для управления переключением передач (рис. 49).

Как уже отмечалось, в чисто гидравлических системах управления моменты переключения определяются соотношением TV-давления и давления скоростного регулятора. Поэтому к одному торцу плунжера клапана подводится давление клапана-дресселя, а к другому – давление скоростного регулятора (рис. 49). В зависимости от соотношения этих давлений плунжер клапана может занимать крайнее нижнее положение (передача выключена) или крайнее верхнее положение (передача включена). С помощью пружины, действующей на торец плунжера со стороны подвода TV-давления, можно осуществлять корректировку моментов включения и выключения передачи. Кроме того, пружина при отсутствии в гидросистеме давления удерживает плунжер клапана переключения в положении, соответствующем выключению передачи.

Рассмотрим принцип работы клапана переключения несколько подробнее. В начальный момент суммарная сила пружины и давления клапана-дресселя, действующая на правый торец плунжера, больше силы давления скоростного регулятора, которая приложена к левому торцу плунжера (рис. 50, а). Это обстоятельство определяет крайнее левое положение плунжера. При этом плунжер своим правым пояском перекрывает отверстие подвода давления основной магистрали и не позволяет, таким образом, маслу пройти через клапан и попасть в гидротрибу фрикционного элемента управления АКПП.

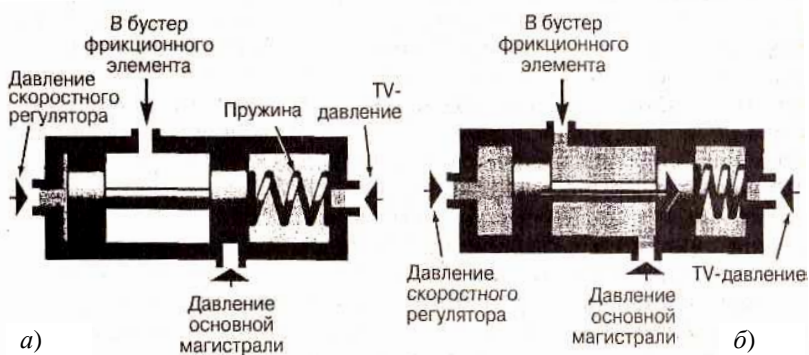


Рис. 50

Как только сила давления скоростного регулятора станет больше суммарной силы пружины и силы давления клапана-дросселя, так сразу же плунжер переместится в крайнее правое положение (рис. 50, б). При этом основная магистраль через клапан переключения соединяется с магистралью подвода давления в бустер фрикционного элемента управления, в результате чего начнётся процесс переключения передачи.

Клапанная коробка. Большая часть клапанов системы управления АКПП расположена в клапанной коробке (рис. 51). Корпус клапанной коробки чаще всего изготавливается из сплава алюминия, но иногда можно встретить АКПП, корпус клапанной коробки которой изготовлен из чугуна. Клапанная коробка с помощью болтов крепится к картеру АКПП.

В корпусе клапанной коробки имеются многочисленные каналы весьма причудливой формы. В некоторых таких каналах устанавливаются одноходовые шариковые клапана. Кроме того, на торцевых поверхностях имеются отверстия для установки в них деталей многочисленных клапанов. Большинство клапанных коробок состоит из двух или трёх частей, которые стягиваются между собой болтами, а между ними устанавливаются распределительные пластины с прокладками. Верхняя часть клапанной коробки, как правило, является частью картера АКПП. Распределительные пластины имеют большое количество калиброванных отверстий, через которые осуществляется сообщение между различными частями клапанной коробки.

Клапанные коробки АКПП современных автомобилей имеют в своём составе соленоиды (рис. 52), наличие которых обеспечивает более качественное управление процессами, протекающими в системе управления АКПП.

Масляные трубки и каналы (магистрали). Насос всасывает масло из поддона, которое затем, пройдя регулятор давления, попадает в клапанную коробку. В клапанной коробке происходит распределение потока масла к соответствующим сервоприводам, с помощью которых и осуществляется управление фрикционными муфтами и тормозами. Кроме того, часть масла из регулятора давления подаётся в систему подпитки и управления блокировочной муфтой гидротрансформатора. После гидротрансформатора масло попадает в систему охлаждения, затем используется в системе смазки АКПП и вновь попадает в масляный поддон.

Для обеспечения нормальной циркуляции масла в описанном контуре используются специальные трубки. В валах имеются каналы и отверстия для подвода масла в бустеры фрикционных элементов управления и к трущимся поверхностям для обеспечения их смазки.

Гидроцилиндр. Гидроцилиндр – это исполнительный механизм системы управления АКПП. Эти механизмы преобразовывают давление масла в механическую силу, обеспечивая тем самым включение и выключение фрикционных элементов управления.

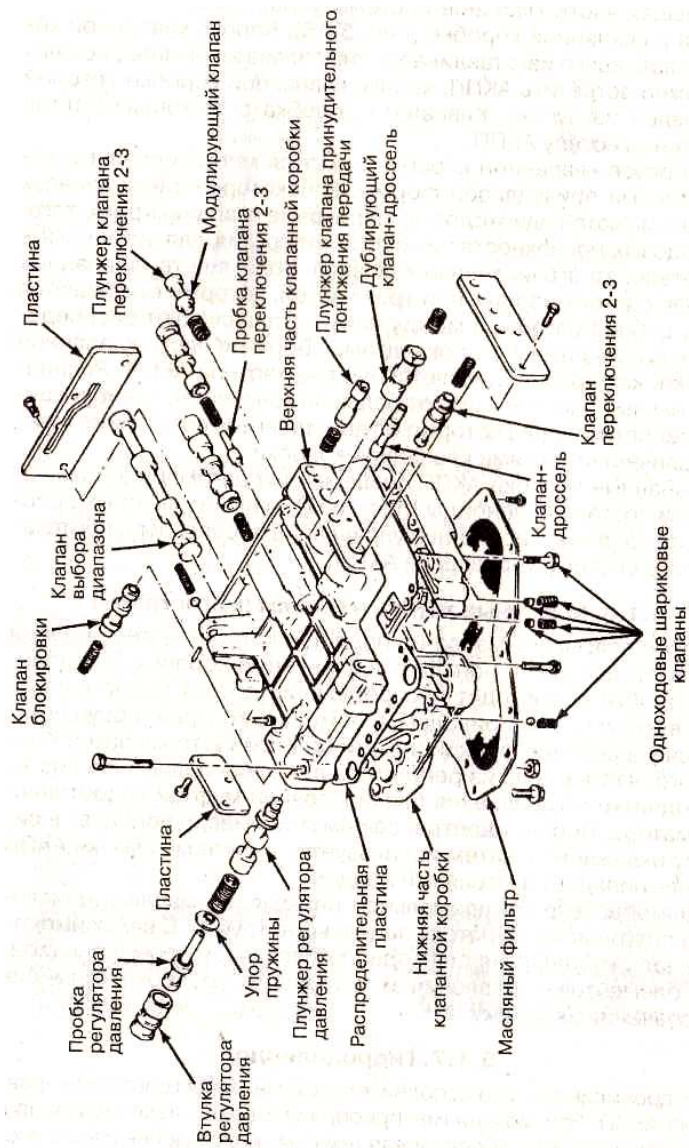


Рис. 51



Рис. 52

Давление масла создаёт силу на поверхности поршня гидроцилиндра, которая вызывает перемещение поршня (рис. 53).

Термин «гидроцилиндр», как правило, относится к механизму, который используется для включения ленточного тормоза (рис. 54, а). Если же речь идёт о включении дискового тормоза или блокировочной муфты, то используется термин «бустер» (рис. 54, б), который представляет собой кольцевое пространство, куда подаётся масло.

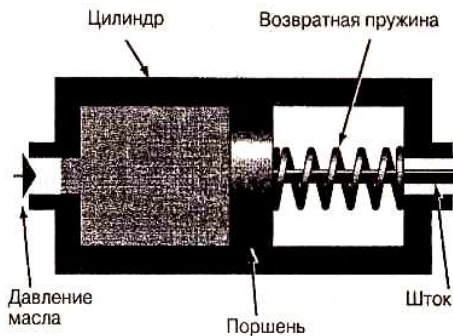


Рис. 53

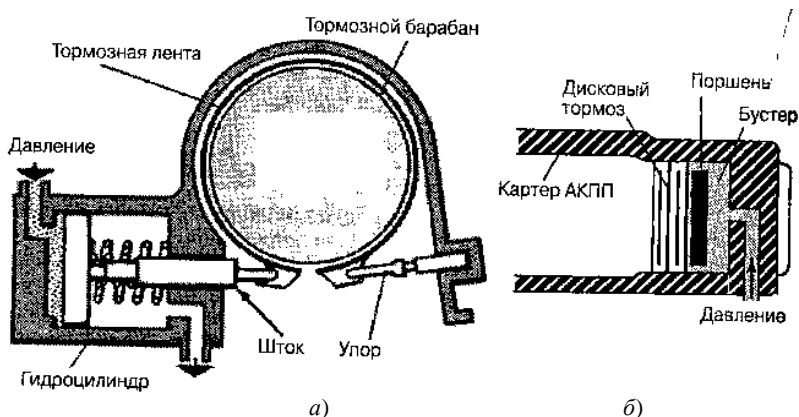


Рис. 54

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы, входящие в гидравлическую систему управления АКПП и объясните их назначение.
2. Какие типы масляных насосов используются в трансмиссиях с АКПП?
3. Объясните назначение регулятора давления.
4. На какие группы подразделяются клапаны по функциональному назначению? Объясните их устройство и принцип работы.
5. Для чего нужна клапанная коробка и где она расположена?
6. Для чего предназначен гидроцилиндр в системе управления АКПП?

Лабораторная работа 4

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП

Цель работы: изучить принцип работы элементов гидравлической части системы управления АКПП.

Оборудование: гидравлические элементы управления АКПП в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить принцип работы и особенности гидравлических элементов систем управления АКПП.

2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Рассмотрим теперь принципы работы всех перечисленных выше элементов, входящих в состав гидравлической части системы управления АКПП.

Сначала рассмотрим, каким образом происходит формирование, регулирование и изменение различных давлений, используемых в системе управления автоматических коробок передач, затем назначение и принципы работы других клапанов, их взаимодействие при переключении передач. Кроме того, будет показано, каким образом осуществляется управление качеством переключения. В заключение рассмотрим принципы работы системы смазки, охлаждения масла и управления блокировочной муфтой гидротрансформатора.

Поток масла в АКПП создаётся масляным насосом, расположенным в передней части картера трансмиссии между гидротрансформатором и коробкой передач. Обычно масляный насос приводится непосредственно от двигателя через кожух гидротрансформатора и приводную втулку (рис. 55). Основная задача любого насоса – обеспечение, независимо от режима работы двигателя, непрерывного потока масла всех обслуживаемых им систем.

Масляный насос. В настоящее время в автоматических коробках передач используются три типа масляных насосов:

- шестерёнчатые;
- кулачковые;
- лопастные.

Принцип работы шестерёнчатых и кулачковых насосов весьма схож. Эти насосы относятся к насосам постоянной производительности. За один оборот коленчатого вала двигателя они поставляют в гидросистему постоянный объём масла, независимо от режима работы двигателя. Поэтому чем выше частота вращения двигателя, тем большее количество масла за единицу времени поступает в гидросистему управления АКПП, и наоборот, чем ниже частота вращения двигателя, тем меньшим объёмом масла за единицу времени запитывается гидросистема. Таким образом, режим работы таких масляных насосов никак не учитывает потребностей самой системы управления в количестве масла, необходимого для управления переключениями, подпитки гидротрансформатора и т.п. В результате в случае малой потребности масла большая часть подаваемого насосом в гидросистему масла будет сливаться через регулятор давления обратно в поддон, что приводит к лишним потерям мощности двигателя и снижению топливно-

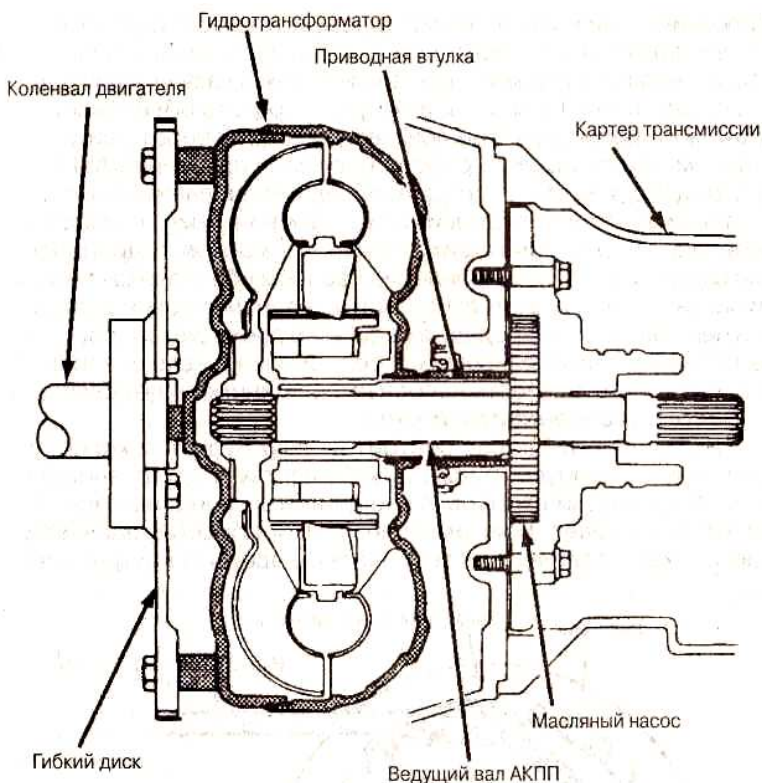


Рис. 55

экономических показателей автомобиля. Но при этом насосы шестерённого и кулачкового типа имеют достаточно простую конструкцию и надёжны в эксплуатации.

Лопастные насосы позволяют регулировать объём масла, подаваемого насосом в гидросистему за один оборот двигателя, в зависимости от режима работы системы управления АКПП. Так, при запуске двигателя, когда необходимо заполнить маслом все каналы и элементы гидросистемы, или во время переключения передачи, когда происходит заполнение маслом гидроцилиндра или бустера, система управления насосом обеспечивает его максимальную производительность. При равномерном же движении без переключения передач, когда масло расходуется только лишь на подпитку гидротрансформатора, смазку и компенсацию утечек, производительность насоса имеет минимальную величину.

Насос шестерёнчатого типа. Шестерёнчатый насос состоит из двух зубчатых колёс, установленных в корпусе (рис. 56). Существует две разновидности шестерёнчатых насосов: с внешним и внутренним зацеплением зубчатых колёс. В автоматических коробках передач используются, как правило, шестерёнчатые насосы с внутренним зацеплением. Ведущий шестернёй является внутреннее зубчатое колесо, которое, как уже отмечалось, приводится непосредственно от коленчатого вала двигателя. Работа насоса похожа на работу зубчатой передачи с внутренним зацеплением. Но только в отличие от простой зубчатой передачи в насосе устанавливается делитель (рис. 56), который по своей форме очень похож на полумесяц. Назначение делителя – предотвратить утечку масла из зоны нагнетания масла.

При выходе зубьев из зацепления объём между зубьями колёс увеличивается, что приводит к появлению в этом месте зоны разрежения, поэтому к этому месту подводится всасывающая магистраль насоса. Поскольку давление в зоне разрежения меньше атмосферного, то

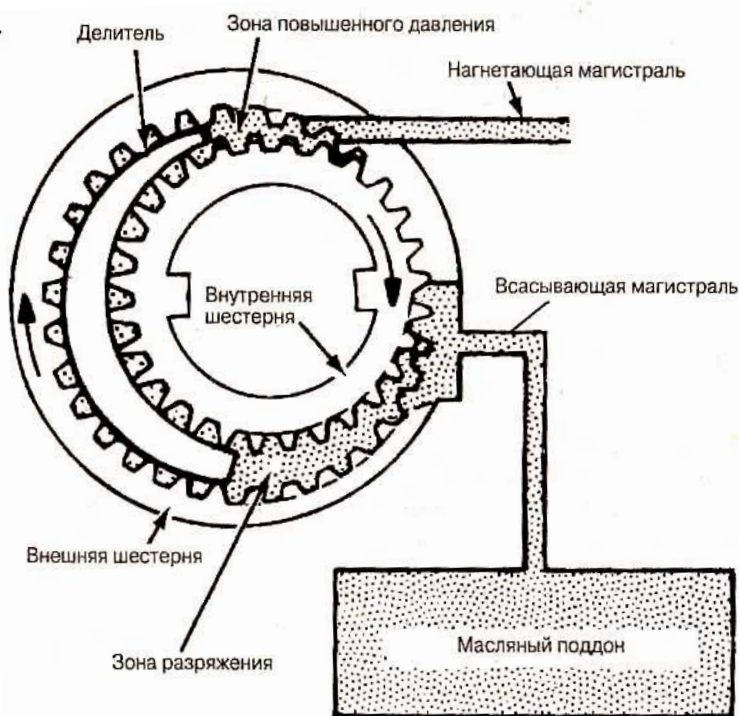


Рис. 56

масло выталкивается из масляного поддона во всасывающую магистраль насоса.

В месте, где зубья шестерён начинают входить в контакт, пространство между зубьями начинает уменьшаться, из-за чего возникает зона повышенного давления, поэтому в этом месте располагается выходное отверстие, соединённое с напорной магистралью насоса.

Насос кулачкового типа. Принцип работы насоса кулачкового типа точно такой же, как и у шестерёнчатого, но только вместо зубьев внутренняя и внешняя шестерни имеют кулачки специального профиля (рис. 57). Кулачки спрофилированы таким образом, что отпадает необходимость в установке делителя, без которого не могут работать шестерёнчатые насосы с внутренним зацеплением зубчатых колёс.

Внутренняя шестерня, являющаяся ведущим элементом, с помощью кулачков вращает внешнюю шестерню. Насосная камера формируется между кулачками и впадинами шестерён. При вращении кулачки выходят из впадин, и камера увеличивается, создавая при этом зону разрежения. В дальнейшем кулачки внешней и внутренней шестерён вновь входят в контакт, постепенно уменьшая объём камеры. Жидкость вытесняется в напорную магистраль (рис. 57).

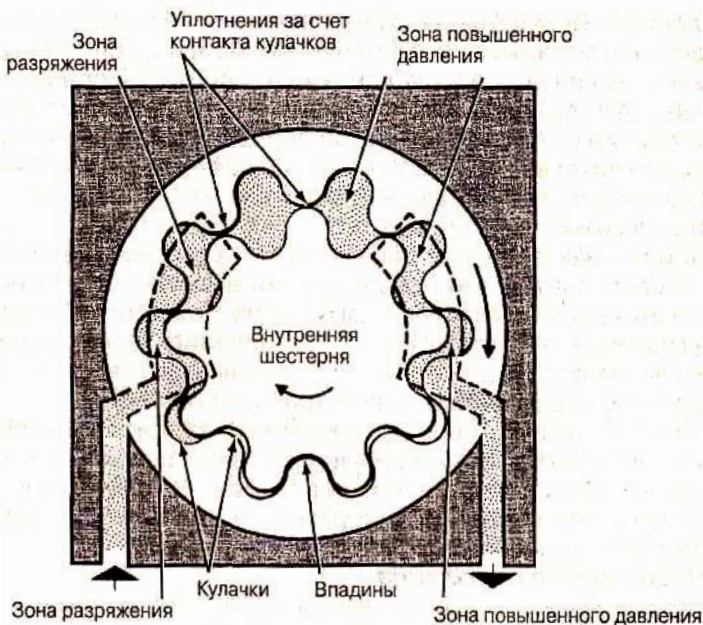


Рис. 57

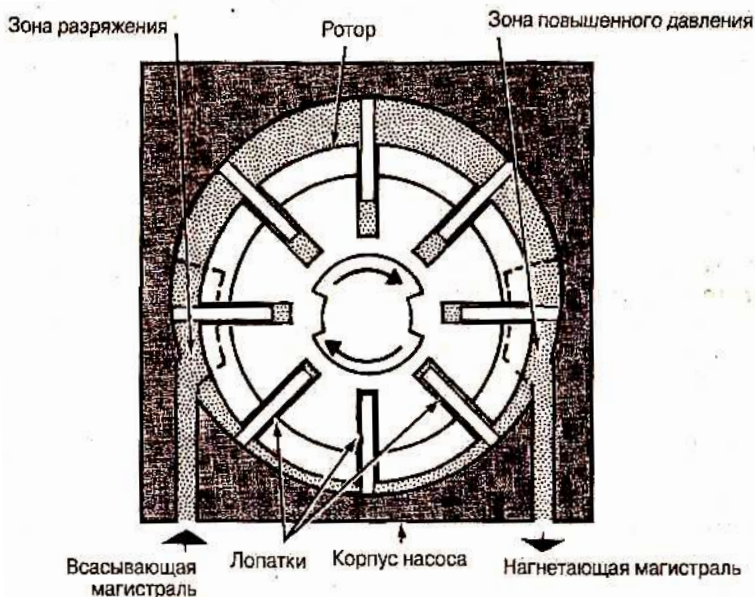


Рис. 58

Насос лопастного типа. Типичный лопастной насос состоит из ротора, лопаток и корпуса (рис. 58). Ротор имеет радиальные прорези, куда устанавливаются лопатки насоса. При вращении ротора лопатки могут свободно скользить в его прорезях.

Ротор приводится во вращение двигателем через кожух гидро-трансформатора. Вращение ротора вызывает действие на лопатки центробежной силы, которая прижимает их к цилиндрической поверхности корпуса. Таким образом, между лопатками формируется насосная камера.

Ротор размещён в цилиндрическом отверстии корпуса насоса с некоторым эксцентриситетом, поэтому нижняя часть ротора расположена ближе к цилиндрической поверхности корпуса насоса (рис. 58), а верхняя часть – дальше. При выходе лопаток из зоны, где ротор расположен ближе к корпусу насоса, в насосной камере возникает разрежение. В результате масло из масляного поддона под действием атмосферного давления выталкивается в напорную магистраль. При дальнейшем повороте ротора, после прохождения точки максимального удаления ротора от цилиндрической поверхности корпуса, насосная камера начинает уменьшаться. Давление масла в ней увеличивается, и далее масло под давлением попадает в напорную магистраль.

Таким образом, чем больше эксцентриситет ротора по отношению к цилиндру корпуса насоса, тем выше производительность насоса. Очевидно, что в случае нулевого эксцентриситета производительность насоса будет также нулевой.

В автоматических коробках передач используются усовершенствованные версии лопастных насосов, обеспечивающие переменную производительностью при постоянной частоте вращения двигателя. В отличие от лопастного насоса постоянной производительности здесь в корпус насоса установлено подвижное кольцо, внутри которого и размещается ротор с лопатками (рис. 59).

Подвижное кольцо имеет одну шарнирную опору, относительно которой оно может поворачиваться и изменять, таким образом, положение относительно ротора. Это обстоятельство даёт возможность увеличивать или уменьшать эксцентриситет между подвижным кольцом и ротором, и, следовательно, соответствующим образом изменять производительность насоса.

Внутри ротора находится опорное кольцо лопаток, которое ограничивает перемещение лопаток внутрь ротора (рис. 59). Кроме того, оно обеспечивает прижатие лопаток к цилиндрической поверхности подвижного кольца в тех случаях, когда частота вращения ротора мала и центробежной силы недостаточно для того, чтобы обеспечить должную герметичность между торцами лопаток и цилиндрической поверхностью подвижного кольца.

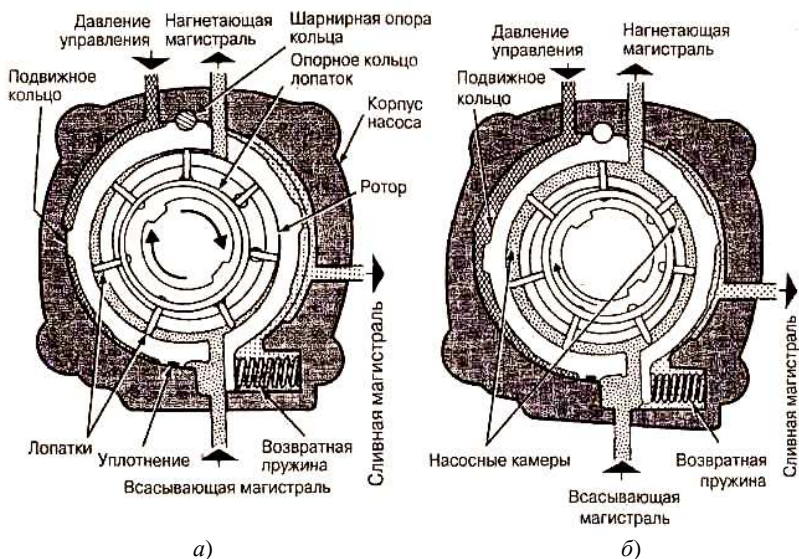


Рис. 59

Если двигатель не работает, то подвижное кольцо за счёт действия возвратной пружины находится в крайнем левом положении (рис. 59, а). В таком положении эксцентриситет между подвижным кольцом и ротором имеет самую большую величину, что обеспечивает максимальную производительность насоса, необходимую для запитывания всей гидросистемы маслом во время запуска двигателя.

После запуска двигателя лопастной насос переменной производительности работает точно так же, как и простой лопастной насос. Большинство эксплуатационных режимов движения автомобиля не требуют от насоса максимальной производительности, поэтому логично на таких режимах уменьшать объём масла, подаваемого насосом в гидросистему АКПП. Для этого обычно в пространство между корпусом насоса и подвижным кольцом подают управляющее давление (рис. 59) таким образом, чтобы сила давления переместила подвижное кольцо в сторону уменьшения эксцентриситета. Уменьшение эксцентриситета между подвижным кольцом и ротором приводит к снижению производительности насоса и, следовательно, снижает потребляемую мощность на привод насоса. Насос будет иметь минимальную производительность, когда подвижное кольцо при повороте относительно шарнирной опоры займёт крайнее правое положение. В случае снижения давления управления подвижное кольцо под действием возвратной пружины начинает перемещаться в обратном направлении, увеличивая тем самым величину эксцентриситета и производительность насоса.

В процессе работы насоса всегда возникают утечки, поэтому масло может скапливаться в полости образованной подвижным кольцом и правой частью корпуса насоса. Наличие в этой полости масла может привести к возникновению давления, которое будет препятствовать перемещению подвижного кольца. Поэтому эту полость соединяют со сливной магистралью с тем, чтобы просочившееся туда масло сливалось в масляный поддон и не мешало перемещению подвижного кольца.

Управление производительностью лопастного насоса осуществляет регулятор давления (рис. 60), который в процессе движения автомобиля соответствующим образом формирует управляющее давление, корректируя при этом производительность насоса.

Регуляторы давления. В автоматических коробках передач с чисто гидравлической системой управления за все процессы, происходящие в АКПП, такие как определение моментов переключения и качество переключения передач, отвечает гидравлический блок управления. Для этого в гидравлическом блоке формируются три основных давления:

- давление основной магистрали;
- давление клапана-дресселя (TV-давление);
- давление скоростного регулятора.

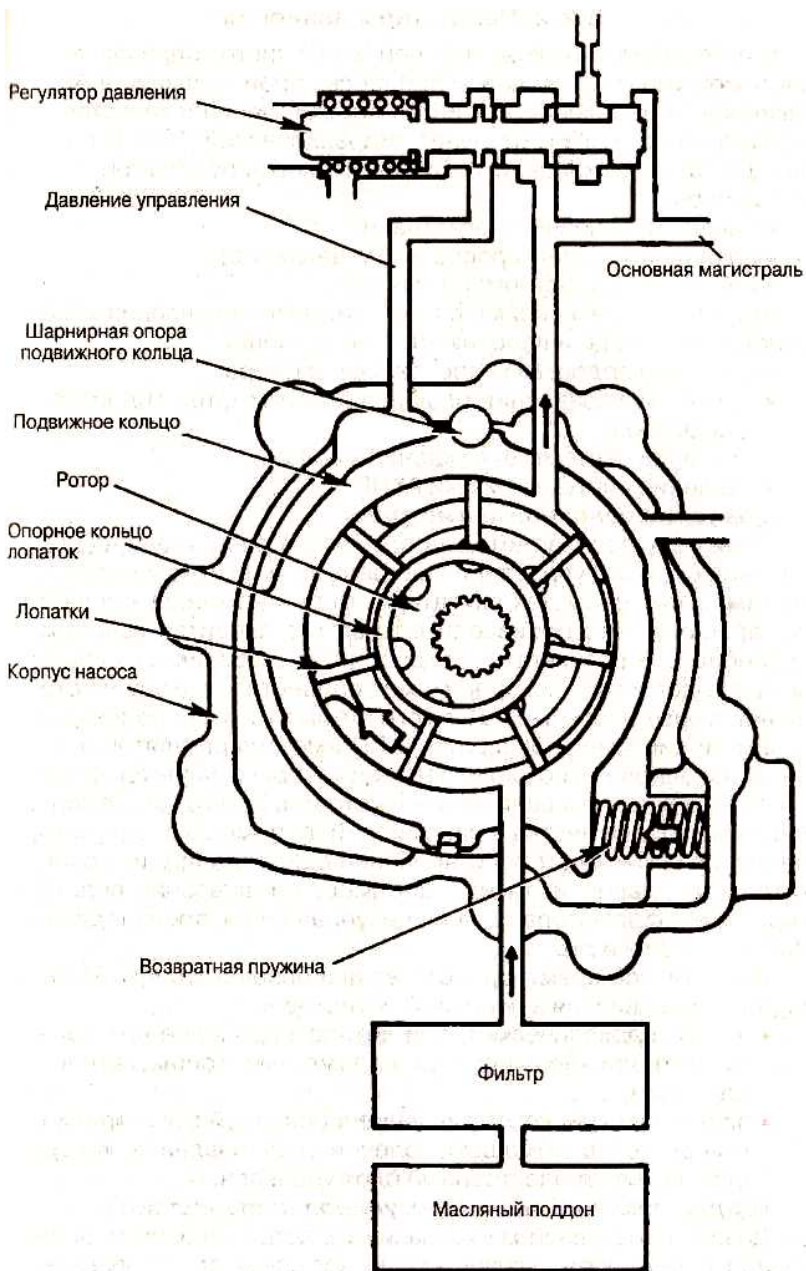


Рис. 60

Кроме того, независимо от типа системы управления в АКПП используются ещё и дополнительные давления:

- давление подпитки гидротрансформатора;
- давление управления блокировочной муфтой гидротрансформатора;
- давление системы охлаждения масла;
- давление системы смазки АКПП.

Давление основной магистрали. Поскольку производительность насоса рассчитана на обеспечение системы управления непрерывным потоком масла при минимальных оборотах двигателя, то при номинальных частотах вращения его производительность становится явно выше потребной. В результате в гидросистеме возникает слишком высокое давление, которое может привести к выходу из строя её некоторых элементов. Для того чтобы этого не происходило, в каждой системе управления АКПП имеется регулятор давления в основной магистрали, задачей которого является формирование давления в основной магистрали. Кроме того, в гидросистемах большинства трансмиссий с помощью регулятора давления происходит регулирование ещё ряда других вспомогательных давлений, таких, например, как давление подпитки гидротрансформатора, давление управления производительностью насоса и др.

В настоящее время существует два основных способа регулирования давления в основной магистрали:

- чисто гидравлический, при котором давление в основной магистрали формируется с помощью вспомогательных давлений;
- электрический, когда давление в основной магистрали регулируется с помощью соленоида, управление которым осуществляет электронный блок управления.

Гидравлический способ регулирования давления. Давление основной магистрали создаётся насосом и формируется регулятором давления. Оно прежде всего используется для включения и выключения фрикционных элементов управления АКПП, с помощью которых, в свою очередь, обеспечиваются соответствующие переключения передач. Кроме того, на базе давления основной магистрали осуществляется формирование всех остальных перечисленных выше давлений гидросистемы АКПП.

Обычно регулятор давления устанавливается в основной магистрали сразу же после насоса. Причём существуют два способа его установки: последовательно с основной магистралью и параллельно ей. Однако независимо от способа установки регулятора давления в схеме гидросистемы принцип его работы остаётся неизменным.

Регулятор давления начинает работать сразу же после запуска двигателя. Масло из насоса проходит через регулятор давления и направляется затем в два контура: в контур системы управления АКПП и в контур системы подпитки гидротрансформатора (рис. 61, *а*). Кроме того, масло по внутреннему каналу клапана подаётся под левый торец его плунжера.

После заполнения всей гидросистемы маслом в ней начинает возрастать давление, которое создаёт на левом торце плунжера силу, пропорциональную величине давления и площади торца плунжера регулятора давления. Силе давления масла противодействует сила пружины, поэтому до определённого момента плунжер регулятора давления остаётся неподвижным. При достижении величины давления определённого значения его сила становится больше силы, развиваемой пружиной, и в результате плунжер начнёт перемещаться вправо, открывая при этом отверстие слива масла в поддон (рис. 61, *б*). Давление в основной магистрали станет падать, результатом чего будет уменьшение силы давления, действующей на левый торец плунжера. Под действием силы пружины плунжер переместится влево, перекрыв при этом сливное отверстие, и давление в основной магистрали вновь начнёт увеличиваться. Далее весь процесс регулирования давления повторится вновь.

Следует отметить, что в случае использования в гидросистеме лопастного насоса переменной производительности при открытии сливного отверстия регулятора давления часть масла направляется в масляный поддон, а другая часть поступает в масляный насос для управления производительностью насоса.

Так происходит формирование давления в основной магистрали при использовании в гидросистеме простого регулятора давления. При этом следует отметить, что величина давления, формируемая таким регулятором, определяется только жёсткостью и величиной предварительной деформации его пружины.

Простые регуляторы давления, принцип работы которых был только что рассмотрен, обеспечивают на выходе только лишь одно фиксированное значение давления. Они не позволяют изменять величину регулируемого ими давления в зависимости от внешних условий движения автомобиля и режимов работы АКПП и двигателя.

Регуляторы, используемые в системах управления АКПП, при формировании давления в основной магистрали должны непременно учитывать все вышеперечисленные факторы, с тем, чтобы обеспечить достаточно длительную и нормальную работу элементов коробки передач.

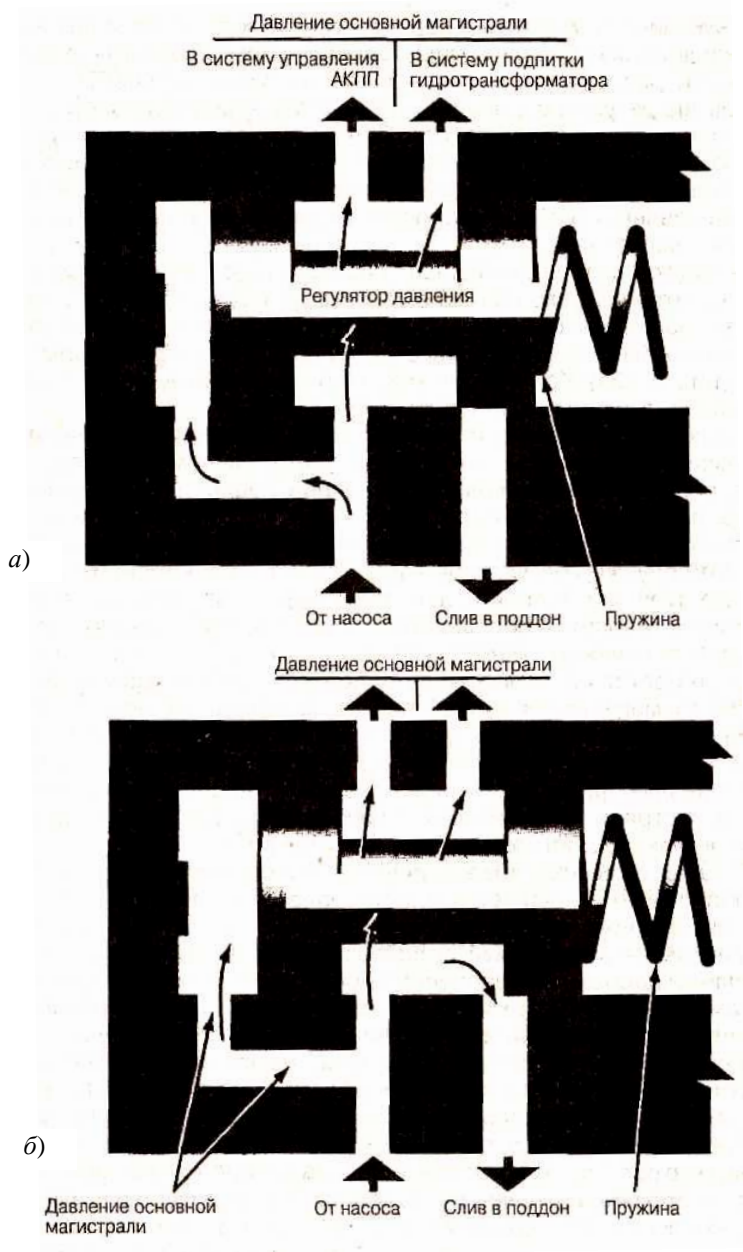


Рис. 61

В начале движения двигателю приходится преодолевать помимо сопротивления качению колёс ещё и значительные инерционные нагрузки, складывающиеся из инерции поступательного движения автомобиля, инерции вращательного движения колёс и деталей трансмиссии. Кроме того, из теории планетарных механизмов известно, что при движении на передаче заднего хода моменты во включенных при этом фрикционных элементах управления АКПП имеют максимальное значение по сравнению с моментами в элементах управления, включаемых на передачах переднего хода. Помимо сказанного следует отметить, что величина момента, подводимого к коробке передач, существенным образом зависит от степени открытия дроссельной заслонки и может изменяться в значительных пределах. Поэтому во всех перечисленных случаях для предотвращения возникновения скольжения во фрикционных элементах управления АКПП следует увеличивать давление основной магистрали. Таким образом, при формировании давления в основной магистрали системы управления АКПП необходимо учитывать режимы движения автомобиля и загруженность двигателя.

Для увеличения давления в основной магистрали существует несколько способов, но все они основаны на использовании дополнительной силы, прикладываемой к одному из торцов плунжера регулятора давления. Для создания такой силы используется или механическое воздействие на плунжер или для этого используется одно из вспомогательных давлений, формируемых в гидросистеме. Чаще всего для создания дополнительной силы используют специальный клапан, называемый клапаном повышения давления, который устанавливается в том же самом отверстии, что и сам регулятор давления. Типовой регулятор давления с клапаном повышения давления показан на рис. 62.

Клапан повышения давления может управляться несколькими давлениями. К правому торцу его плунжера подводится TV-давление, т.е. давление, пропорциональное степени загрузки двигателя (рис. 62, *a*). В этом случае силе давления, действующей на левый торец плунжера регулятора, необходимо преодолеть теперь, помимо силы пружины, ещё и силу, создаваемую TV-давлением. В результате при неизменной площади левого торца плунжера регулятора давления давление в основной магистрали должно возрасти. Чем выше нагрузка двигателя, тем выше TV-давление, поэтому и давление в основной магистрали будет также увеличиваться пропорционально степени загрузки двигателя.

Аналогичным образом происходит увеличение давления в основной магистрали во время движения автомобиля задним ходом. При включении передачи заднего хода давление, поступающее в гидропривод фрикционного элемента управления этой передачи по специальному каналу подводится в кольцевую канавку клапана повышения

давления (рис. 62, б). Здесь за счёт разности диаметров левого и правого торцов плунжера клапана повышения давления создаётся сила давления, направленная в сторону торца, имеющего больший диаметр.

Таким образом, в этом случае силе давления, действующей на левый торец плунжера регулятора давления, необходимо преодолеть сопротивление деформации пружины и силы давления, возникающей в

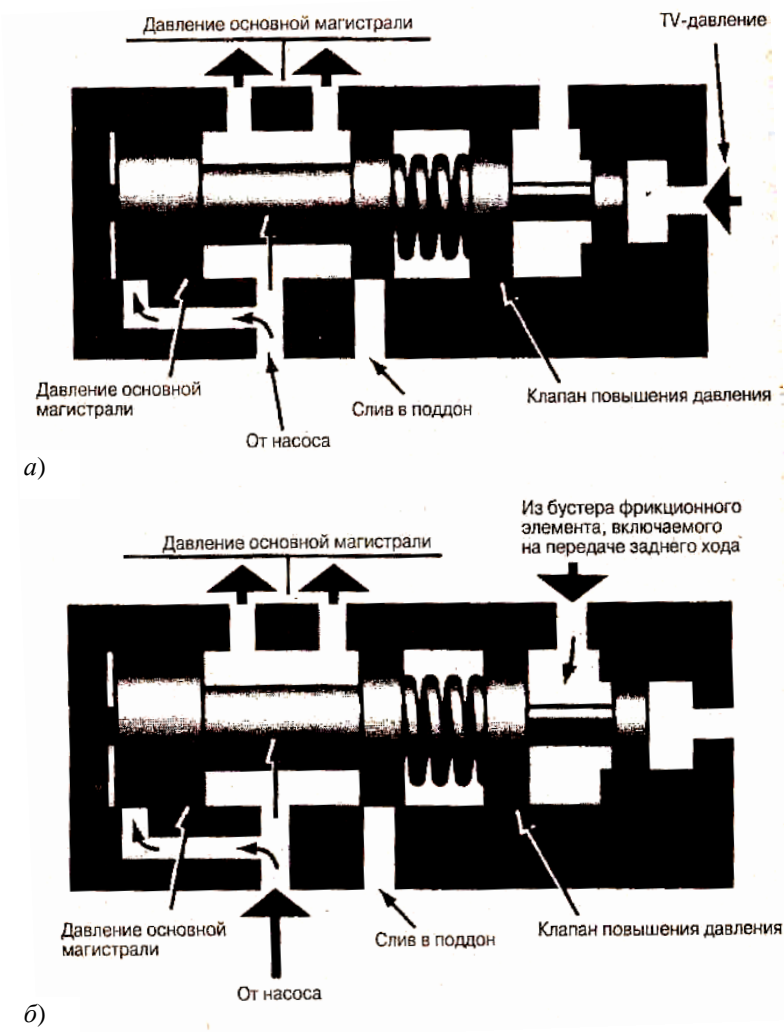


Рис. 62

кольцевой канавке клапана повышения давления. В результате давление в основной магистрали также должно повыситься.

Электрический способ регулирования давления. В настоящее время нашёл широкое применение электрический способ регулирования давления в основной магистрали, который позволяет делать это гораздо точнее, учитывая при этом более широкий спектр параметров состояния автомобиля. При таком способе в формировании одной из сил, действующей на плунжер регулятора давления, используется управляемый электронным блоком соленоид, устройство которого показано на рис. 63.

Электронный блок получает информацию от многочисленных датчиков, измеряющих различные параметры состояния как трансмиссии, так и всего автомобиля в целом. Анализ этих данных позволяет компьютеру определить наиболее оптимальное для данного момента времени давление в основной магистрали.

Соленоиды, которые используются для регулирования какого-либо давления, называются соленоидами с широтно-импульсной модуляцией. Такие соленоиды способны с высокой частотой переключаться из положения «Вкл» в положение «Выкл». Управление таким соленоидом можно представить как следующий один за другим циклы сигналов.

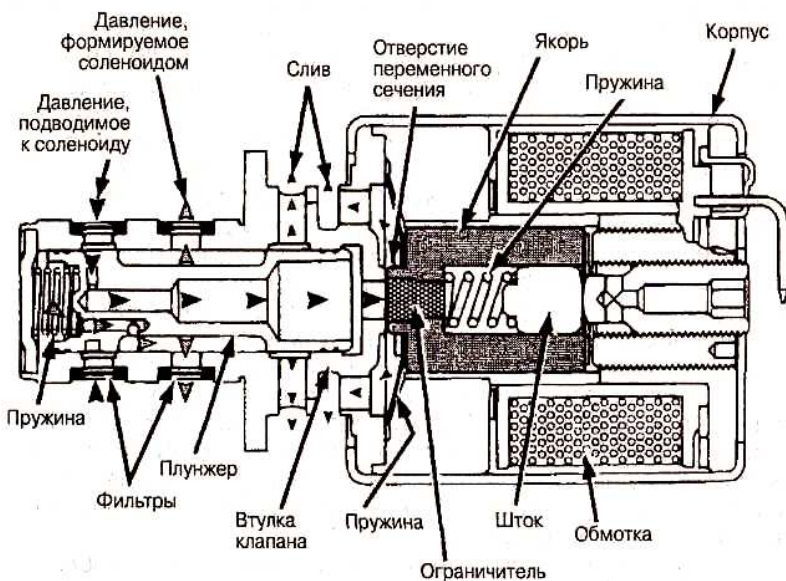


Рис. 63

Каждый цикл состоит из двух фаз: фазы наличия (Вкл) сигнала (напряжения) и фазы отсутствия (Выкл) сигнала. Длительность всего цикла t принято называть периодом цикла. Время в пределах одного цикла t , когда на соленоид подаётся управляющий сигнал, называется шириной импульса. Отношение ширины импульса к периоду цикла, выраженное в процентах, называется рабочим циклом. Следует отметить, что период импульса в течение всего процесса управления остаётся постоянной величиной, а ширина импульса изменяется в зависимости от величины давления, которое должно быть на выходе из соленоида.

Как правило, к соленоиду, регулирующему давление в основной магистрали, подводится давление непосредственно от регулятора давления, из которого соленоид и формирует давление, подводимое к плунжеру этого же регулятора давления (рис. 64).

Давление клапана-дросселя (TV-давление). Для определения степени загрузки двигателя в АКПП с чисто гидравлической системой управления формируется давление, пропорциональное открытию дроссельной заслонки. Клапан, формирующий это давление, называется клапаном-дросселем, а давление, которое он формирует, – TV-давлением. Уже отмечалось, что для получения TV-давления используется давление основной магистрали.

В настоящее время существует несколько способов формирования давления, пропорционального степени открытия дроссельной заслонки. В некоторых, более ранних образцах АКПП управление клапаном-дросселем осуществлялось с помощью модулятора, принцип

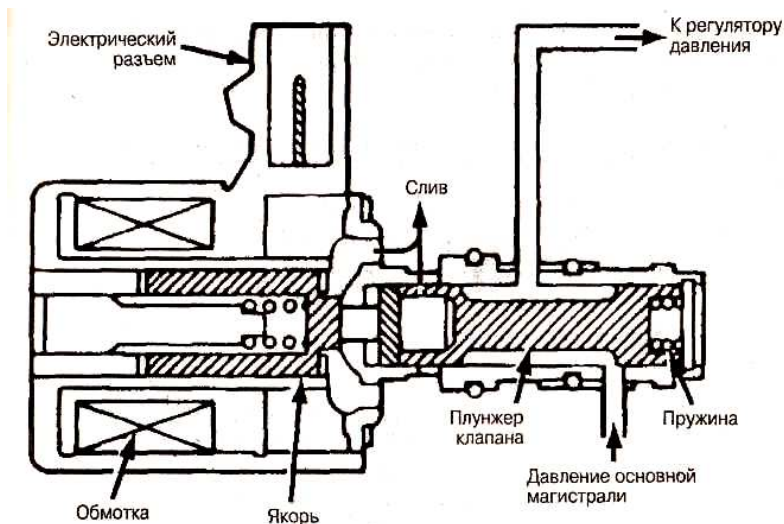


Рис. 64

работы которого основан на использовании разрежения во впускном коллекторе двигателя. На более поздних моделях АКПП использовалась механическая связь между приводом управления дроссельной заслонкой и клапаном-дросселем.

Во всех моделях автоматических коробок передач TV-давление используется, как уже отмечалось, и для управления давлением в основной магистрали. Для этого оно подводится к клапану повышения давления, который через пружину воздействует на плунжер регулятора давления (см. рис. 62, а).

В трансмиссиях с электронным блоком управления от использования TV-давления отказались. Для определения степени открытия дроссельной заслонки на её корпус устанавливается специальный датчик, по величине сигнала которого электронный блок управления определяет угол поворота дроссельной заслонки. В соответствии с сигналом этого датчика в электронном блоке формируется сигнал управления соленоидом, который отвечает за регулирование давления в основной магистрали. Кроме того, сигнал датчика положения дроссельной заслонки используется блоком управления и для определения моментов переключения передач.

Механический привод управления клапаном-дросселем. Если загрузка двигателя определяется по величине угла открытия дроссельной заслонки, то для управления клапаном-дросселем используется механический привод, который соединяет дроссельную заслонку с клапаном-дросселем.

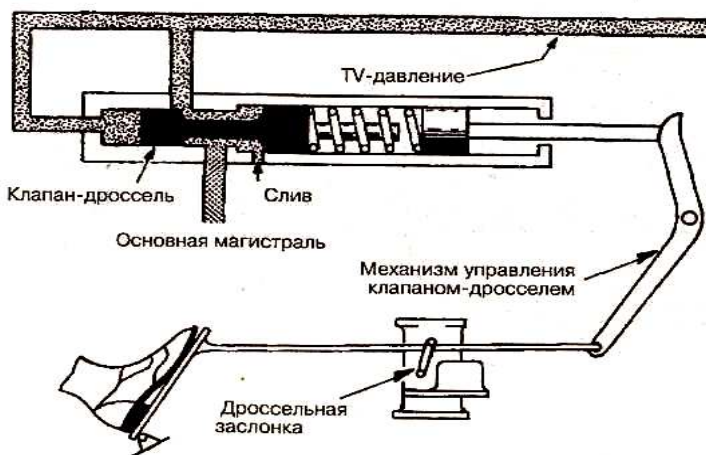


Рис. 65

Механическую связь дросселя с клапаном-дросселем можно осуществить двумя способами: с помощью рычагов и тяг (рис. 65) и с помощью троса (рис. 66).

Устройство клапана-дросселя с механическим приводом управления весьма похоже на устройство регулятора давления. Он также состоит из плунжера и пружины, которая упирается в один из торцов плунжера (рис. 67). В корпусе клапана имеется внутренний канал, который позволяет подводить давление, формируемое этим клапаном, к другому торцу плунжера. К клапану-дросселю подводится давление основной магистрали, из которого и формируется TV-давление.

В начальный момент плунжер клапана-дросселя под воздействием пружины находится в крайнем левом положении (рис. 67). При этом отверстие, соединяющее клапан с основной магистралью, полностью открыто и масло под давлением поступает в канал формирования TV-давления и под левый торец плунжера клапана дросселя. При определённом давлении, определяемом жёсткостью и величиной предварительной деформации пружины, сила давления на левый торец плунжера превысит усилие пружины, и он начнёт перемещаться вправо. При этом плунжер перекроет отверстие основной магистрали и откроет сливное отверстие (рис. 68). Давление в канале TV-давления начнёт падать, и плунжер под действием пружины вновь переместится влево, перекрывая при этом сливную и открывая основную магистраль. Давление в канале формирования TV-давления вновь начнёт возрастать.

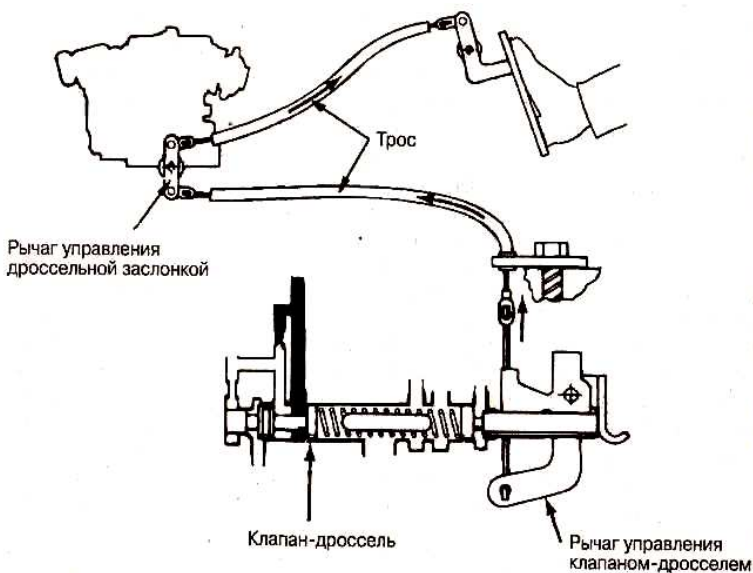


Рис. 66

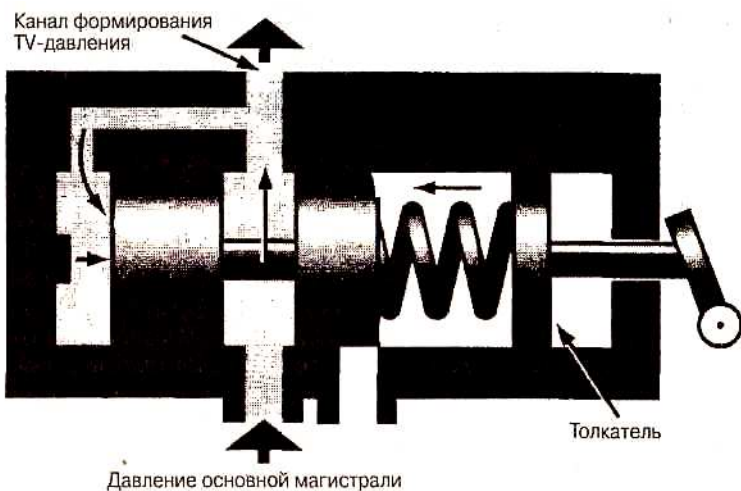


Рис. 67

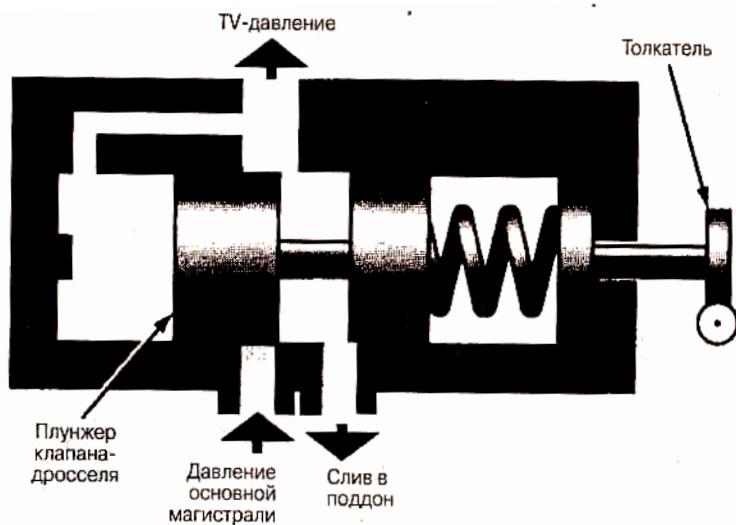


Рис. 68

При таком варианте управления клапан-дроссель практически ничем не отличается от обычного регулятора давления. Отличительной особенностью его работы является то обстоятельство, что с помощью толкателя можно изменять величину предварительной деформации пружины. Толкатель с помощью механического привода жёстко со-

единён с педалью управления дроссельной заслонкой (рис. 65 и 66), и его положение зависит от положения педали. При полностью отпущенной педали толкатель под действием всё той же пружины занимает крайнее правое положение (рис. 68). В этом случае пружина имеет минимальную величину предварительной деформации, поэтому в канале формирования TV-давления достаточно небольшого давления, чтобы переместить плунжер клапана-дросселя вправо. При нажатии на педаль управления дроссельной заслонкой перемещение педали с помощью механического привода передаётся толкателю. Он перемещается влево, увеличивая тем самым величину предварительной деформации пружины. Теперь для того, чтобы переместить плунжер клапана-дросселя вправо, потребуется повышение TV-давления. Причём чем больше перемещение педали управления дроссельной заслонкой, тем больше должно быть давление на выходе из клапана-дросселя. Так происходит формирование давления, пропорционального степени загрузки двигателя. Причём чем больше нагрузка двигателя (больше угол открытия дроссельной заслонки), тем выше TV-давление, и наоборот, чем меньше нагрузка двигателя, тем меньше TV-давление.

Управление клапаном-дросселем с помощью модулятора. Во многих АКПП с чисто гидравлической системой управления для управления клапаном-дросселем используется модулятор. Модулятор представляет собой некую камеру, разделённую с помощью металлической или резиновой диафрагмы на две части (рис. 69).

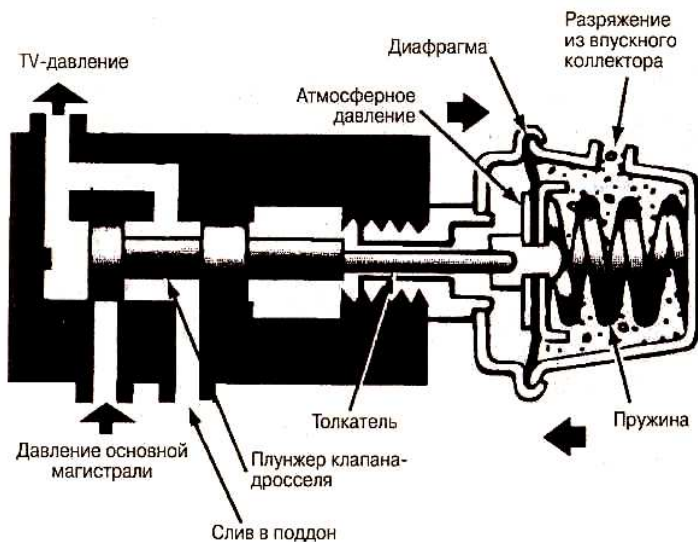


Рис. 69

Левая часть камеры соединена с атмосферой, правая с помощью шланга – с впускным коллектором двигателя. Пружина, которая в случае механического привода непосредственно действовала на плунжер клапана дросселя, размещена в этом случае в камере модулятора, соединённой с впускным коллектором двигателя. Плунжер клапана-дросселя соединён с диафрагмой модулятора с помощью толкателя.

Таким образом, слева на диафрагму модулятора действует сила атмосферного давления и сила TV-давления, которая создаётся на левом торце плунжера клапана-дросселя и передаётся на диафрагму с помощью толкателя. Справа на диафрагму действует сила пружины и сила, создаваемая давлением во впускном коллекторе двигателя.

При работе двигателя на холостых оборотах разрежение во впускном коллекторе из-за практически полного перекрытия дроссельной заслонкой впускного отверстия имеет максимальную величину (иными словами, давление во впускном коллекторе намного меньше атмосферного давления). Поэтому сила атмосферного давления, действующая на диафрагму, значительно больше силы давления во впускном коллекторе. Это приводит к тому, что пружина под действием силы давления сжимается и диафрагма перемещает толкатель и плунжер клапана-дросселя вправо (рис. 70).

При таком положении плунжера достаточно небольшого TV-давления, чтобы один поясок плунжера перекрыл отверстие основной магистрали, а второй открыл отверстие сливной магистрали. Результатом этого является низкое значение TV-давления.

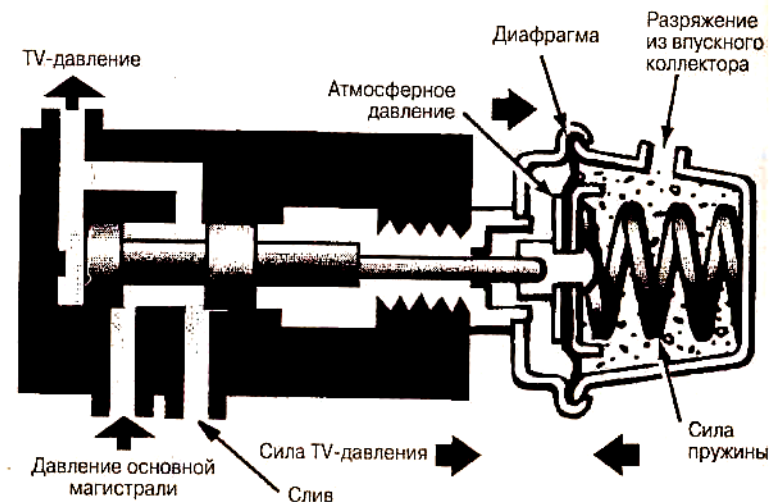


Рис. 70

В случае открытия дроссельной заслонки разрежение во впускном коллекторе двигателя начинает уменьшаться (т.е. давление во впускном коллекторе возрастает). Поэтому сила давления, действующая на диафрагму модулятора, увеличивается и начинает частично уравновешивать силу атмосферного давления, действующую в противоположную сторону диафрагмы. В результате диафрагма вместе с толкателем перемещается влево, что приводит к такому же перемещению плунжера клапана-дросселя (рис. 71). В этом случае для того, чтобы сместить плунжер вправо, требуется уже более высокое TV-давление.

Таким образом, чем больше открыта дроссельная заслонка, тем меньше степень разрежения во впускном коллекторе и тем выше TV-давление.

Давление скоростного регулятора. Давление скоростного регулятора используется, наряду с TV-давлением, для определения моментов переключения передач. Кроме того, в некоторых коробках передач с помощью давления скоростного регулятора на режимах движения с высокой скоростью осуществляется уменьшение давления в основной магистрали.

Величина давления скоростного регулятора пропорциональна скорости движения автомобиля. Оно так же, как и давление клапана-дросселя, формируется из давления основной магистрали.

В коробках передач заднеприводных автомобилей скоростной регулятор обычно устанавливается на ведомом валу, а в АКПП переднеприводных автомобилей – на промежуточном валу, где расположена ведущая шестерня главной передачи.

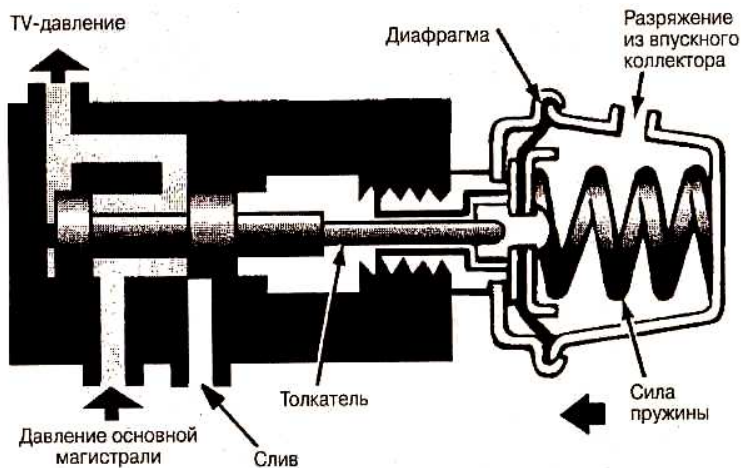


Рис. 71

В трансмиссиях с электронным блоком управления скоростные регуляторы не используются, а определение скорости движения автомобиля осуществляется с помощью специальных датчиков, которые также устанавливаются на выходном валу АКПП.

Скоростные регуляторы, используемые в АКПП, можно разделить на две группы:

- регуляторы с приводом от ведомого вала АКПП;
- регуляторы, расположенные непосредственно на ведомом валу АКПП.

Регуляторы с приводом от ведомого вала бывают двух типов – золотникового типа и шариковые. Для их привода используется специальное зубчатое зацепление, одна шестерня которого установлена на ведомом или промежуточном валу АКПП, а вторая – на самом скоростном регуляторе.

Скоростной регулятор золотникового типа с приводом от ведомого вала АКПП. Скоростной регулятор золотникового типа состоит из плунжера, двух типов грузов (первичного и вторичного) и пружин (рис. 72). В начальный момент, когда автомобиль стоит на месте, скоростной регулятор, соединённый с помощью зубчатого зацепления с ведомым валом коробки передач, также неподвижен. Поэтому плунжер скоростного регулятора под действием собственного веса находится в крайнем нижнем положении. При таком положении верхний поясok плунжера перекрывает отверстие, соединяющее регулятор с основной магистралью, а нижний поясok открывает сливную магистраль (рис. 72, а). В результате перепад давления на выходе из скоростного регулятора равен нулю.

При движении автомобиля скоростной регулятор вращается с угловой скоростью, равной угловой скорости ведомого или промежуточного вала АКПП. При определённой скорости транспортного средства под действием центробежной силы грузы скоростного регулятора начинают расходиться и, преодолевая силу тяжести плунжера, перемещают его вверх. Такое перемещение плунжера приводит к открытию отверстия основной магистрали и закрытию отверстия сливного канала (рис. 72, б). В результате масло из основной магистрали начинает поступать в канал формирования давления скоростного регулятора. Кроме того, по радиальному и осевому сверлениям масло поступает в полость между корпусом скоростного регулятора и верхним юрцом плунжера (рис. 72, б). Давление масла на этот торец плунжера создаёт силу, которая совместно с силой тяжести плунжера противодействует центробежной силе, возникающей в грузах. При достижении определённого значения давления сумма сил, действующих на верхний торец плунжера, станет больше центробежной силы грузов, и плунжер начнёт перемещаться вниз, перекрывая отверстие основной магистрали и

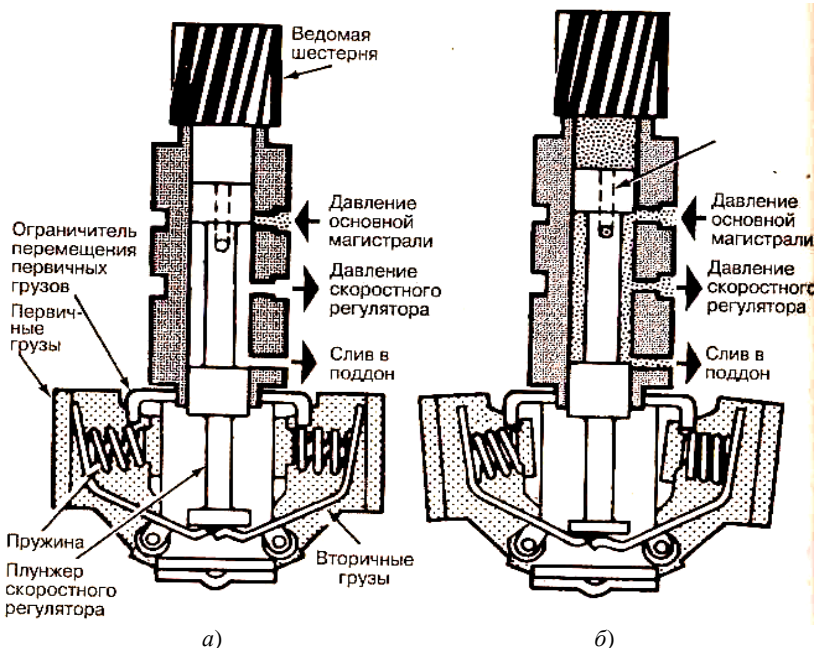


Рис. 72

открывая одновременно сливной канал. При этом давление скоростного регулятора начнёт уменьшаться, что приведёт к уменьшению силы давления на верхний торец плунжера. В какой-то момент действие центробежной силы опять станет больше силы веса и давления, и плунжер вновь начнёт подниматься. Так происходит формирование давления скоростного регулятора. В случае увеличения скорости движения автомобиля для того, чтобы плунжер стал опускаться вниз, потребуется, очевидно, более высокое давление скоростного регулятора. В конечном счёте при определённой скорости автомобиля вес плунжера регулятора совместно с давлением, действующим на верхний торец плунжера, не смогут уравновесить центробежную силу грузов. В этом случае отверстие основной магистрали полностью откроется, и давление скоростного регулятора станет равным давлению в основной магистрали. При уменьшении скорости автомобиля уменьшится и центробежная сила, действующая на грузы скоростного регулятора, и, следовательно, должно уменьшиться давление скоростного регулятора.

Система грузов скоростного регулятора состоит из двух ступеней (первичной и вторичной) и двух пружин. Такое устройство регулятора позволяет получить зависимость давления скоростного регулятора от скорости движения автомобиля, близкую к линейной.

На первом этапе первичные (более тяжёлые) и вторичные (лёгкие) грузы действуют на плунжер скоростного регулятора совместно. Пружины удерживают вторичные грузы относительно первичных. Конструкция выполнена таким образом, что более лёгкие грузы через рычаги действуют непосредственно на плунжер скоростного регулятора. При этом грузы движутся совместно.

Первичные грузы в таком положении не воздействуют на вторичные и становятся неэффективными, а плунжер скоростного регулятора на втором этапе уравнивается центробежной силой только вторичных грузов и силой пружины.

Скоростной регулятор шарикового типа с приводом от ведомого вала АКПП. Скоростной регулятор шарикового типа состоит из полого вала, который приводится во вращение с помощью зубчатого зацепления ведомым валом АКПП, двух шариков, установленных в отверстиях вала, одной пружины и двух грузов различной массы, шарнирно закреплённых на валу (рис. 73). К валу через жиклёр подводится давление основной магистрали, из которого во внутреннем канале вала формируется давление скоростного регулятора. Величина давления скоростного регулятора определяется величиной утечек через отверстия, в которых установлены шарики. Каждый из двух грузов имеет специальной формы захваты, с помощью которых они удерживают противоположно расположенные им шарики (рис. 73).

При неподвижном автомобиле скоростной регулятор не вращается, поэтому грузы не оказывают никакого воздействия на шарики, и всё масло, подводимое к валу из основной магистрали, сливается через незакрытые шариками отверстия в поддон. Давление скоростного регулятора равно нулю.

В случае движения с небольшой скоростью центробежная сила, действующая на вторичный (лёгкий) груз, мала и пружина не позволяет прижать его к седлу отверстия. В это время регулировка давления скоростного регулятора осуществляется только за счёт первичного (более тяжёлого) груза, который прижимает свой шарик к седлу с силой, пропорциональной квадрату скорости движения автомобиля. При определённой скорости движения первичный груз полностью прижимает шарик к седлу отверстия, и утечки масла через него уже не происходит. При этом центробежная сила, возникающая во вторичном грузе, достигает величины, способной преодолеть силу сопротивления пружины, и специальный захват этого груза начинает прижимать второй шарик к седлу отверстия вала. Теперь одно из двух отверстий вала полностью закрыто, и формирование давления скоростного регулятора осуществляется только за счёт второго шарика. При высокой скорости движения автомобиля вторичный груз также полностью прижимает свой шарик к седлу отверстия, и давление скоростного регулятора становится равным давлению основной магистрали.

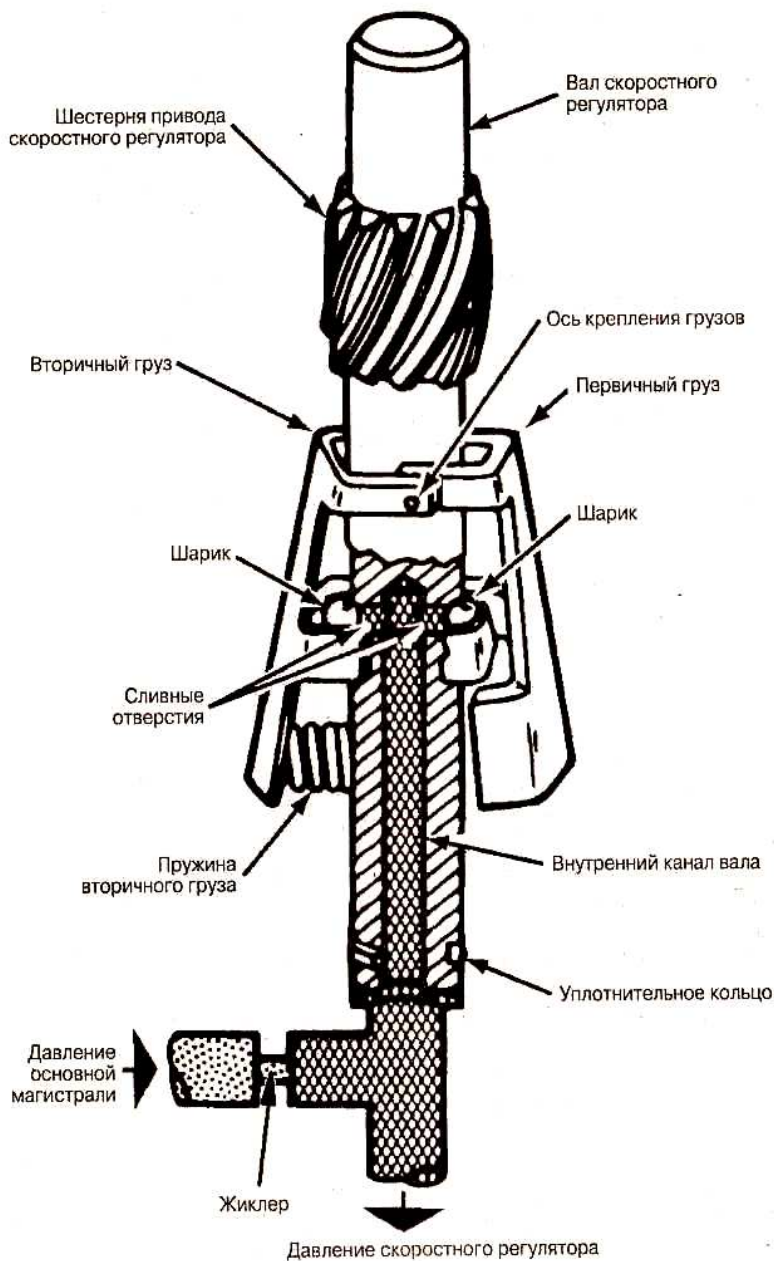


Рис. 73

Скоростной регулятор, устанавливаемый непосредственно на ведомый вал АКПП. В некоторых трансмиссиях используются скоростные регуляторы давления, которые установлены непосредственно на ведомом валу АКПП. В этом случае отпадает необходимость в организации зубчатого привода для обеспечения вращения скоростного регулятора. Принцип же работы такого регулятора мало чем отличается от принципа работы скоростного регулятора золотникового типа и приводом от ведомого вала АКПП.

Скоростной регулятор представляет собой клапан золотникового типа, плунжер которого через шток жёстко соединён с двумя грузами – внешним и внутренним (рис. 74). Причём внешний груз соединён с внутренним грузом с помощью пружины. Следует отметить, что плунжер золотника имеет два пояска разного диаметра.

При неподвижном автомобиле, когда ведомый вал АКПП не вращается, плунжер скоростного регулятора под действием пружины занимает крайнее левое положение. При таком положении плунжера он своим правым пояском перекрывает отверстие основной магистрали, левым пояском открывает отверстие сливного канала (рис. 74, *а*), таким образом, давление в канале формирования давления скоростного регулятора равно нулю.

После начала вращения ведомого вала АКПП на грузы скоростного регулятора начинает действовать центробежная сила. Под её влиянием оба груза начнут смещаться вместе с плунжером вправо (рис. 74, *б*). При этом канал формирования давления скоростного регулятора соединяется с основной магистралью, а канал слива масла в поддон закрывается. Давление скоростного регулятора начинает постепенно возрастать. Следует отметить, что появление давления скоростного регулятора приводит к появлению силы, действующей на плунжер регулятора. Возникновение этой силы обусловлено разностью диаметров поясков плунжера. Причём поскольку диаметр левого пояска больше диаметра правого пояска, то сила давления будет направлена влево. При некотором давлении сила, создаваемая им, превысит центробежную силу грузов, вся система (плунжер вместе с грузами) начнёт перемещаться влево. Отверстие основной магистрали вновь закроется, а сливной канал откроется. В результате давление скоростного регулятора начнёт уменьшаться, что приведёт в конечном счёте к тому, что центробежная сила грузов опять станет больше силы давления и плунжер начнёт смещаться вправо. Очевидно, что чем больше угловая скорость ведомого вала (по существу скорость автомобиля), тем выше должно быть давление скоростного регулятора.

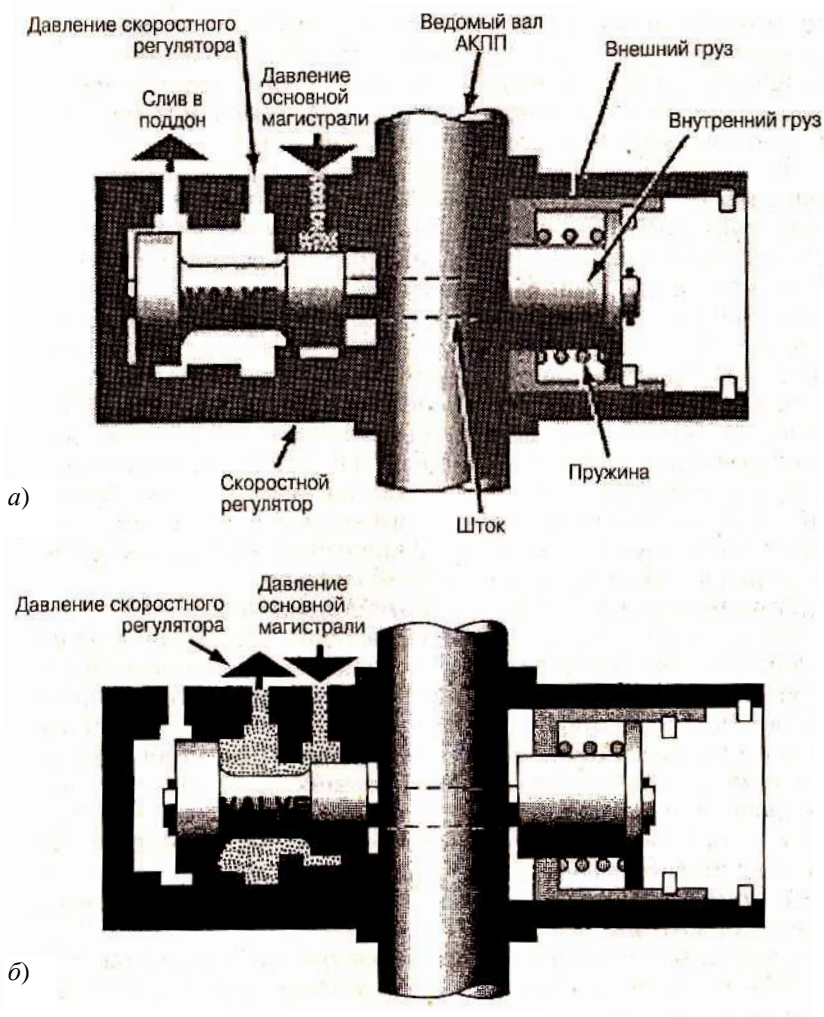


Рис. 74

Так же как и в скоростном регуляторе золотникового типа с приводом от ведомого вала АКПП, в рассматриваемом скоростном регуляторе для получения характеристики, близкой к линейной, весь цикл регулирования давления разделён на два этапа. На первом этапе работают оба груза: внешний и внутренний. При определённой скорости движения автомобиля внешний груз «садится» на упор, после чего он уже не оказывает никакого влияния на процесс формирования давле-

ния скоростного регулятора. С этого момента времени наступает второй этап регулирования давления. Теперь дальнейшее перемещение плунжера скоростного регулятора определяется только массой внутреннего груза. При скорости движения автомобиля, близкой к максимальной, сила давления уже не может превысить центробежную силу внутреннего груза, и давление скоростного регулятора становится равным давлению основной магистрали.

Давление подпитки гидротрансформатора. Часть масла после регулятора давления поступает в основную магистраль, а другая его часть используется в системе подпитки гидротрансформатора. Из курса теории гидродинамических передач известно, что для предотвращения в гидротрансформаторе кавитационных явлений желательно, чтобы масло в нём находилось под небольшим давлением. Поскольку давление основной магистрали для этой цели слишком велико, то давление подпитки гидротрансформатора чаще всего формируется дополнительным регулятором давления.

Давление управления блокировочной муфтой гидротрансформатора. Все современные трансмиссии имеют в своём составе только блокирующиеся гидротрансформаторы. Как правило, для блокировки гидротрансформатора используется фрикционная муфта, которая, как уже было показано, обеспечивает прямую механическую связь двигателя с коробкой передач. Это позволяет устранить скольжение в гидротрансформаторе и улучшить топливную экономичность автомобиля.

Включение блокировочной муфты гидротрансформатора возможно только при выполнении следующих условий:

- охлаждающая жидкость двигателя имеет рабочую температуру;
- скорость автомобиля достаточно высока, что позволяет ему двигаться без переключения передач;
- педаль тормоза не нажата;
- в коробке передач не происходит переключение передачи.

При выполнении перечисленных требований гидросистема обеспечивает подвод давления к поршню муфты гидротрансформатора, результатом чего является жёсткое соединение вала турбинного колёса с коленчатым валом двигателя.

В современных модификациях автоматических коробок передач используется не простое управление блокировочной муфтой гидротрансформатора, которое основано на принципе «Вкл»-«Выкл», а осуществляется управление процессом скольжения блокировочной муфты. При таком управлении муфтой достигается плавность её включения. Естественно, что подобный способ управления блокировочной муфтой гидротрансформатора возможен только лишь в случае использования на автомобиле электронного блока управления.

Давление в системе охлаждения масла. Даже во время штатной работы трансмиссии с автоматической коробкой передач выделяется большое количество теплоты, что приводит к необходимости охлаждения масла, используемого в трансмиссии. Перегрев масла приводит к быстрой потере им всех своих свойств, необходимых для нормальной работы трансмиссии. В результате происходит преждевременный выход из строя практически всех элементов коробки передач и гидротрансформатора. Для охлаждения масло постоянно пропускается через масляный радиатор, куда оно поступает из гидротрансформатора, поскольку именно в гидротрансформаторе выделяется большая часть тепла.

Для охлаждения масла АКПП используются два типа масляных радиаторов: внутренний или внешний.

На большинстве современных автомобилей используется внутренний тип масляного радиатора. В этом случае он расположен внутри радиатора охлаждающей жидкости двигателя (рис. 75). Горячее масло поступает в масляный радиатор, где отдаёт тепло охлаждающей жидкости двигателя, которая в свою очередь охлаждается воздушным потоком.

Внешний тип радиатора располагается отдельно от радиатора охлаждающей жидкости двигателя и отдаёт тепло непосредственно воздушному потоку.

После охлаждения масло попадает либо в масляный поддон, либо направляется в систему смазки АКПП.

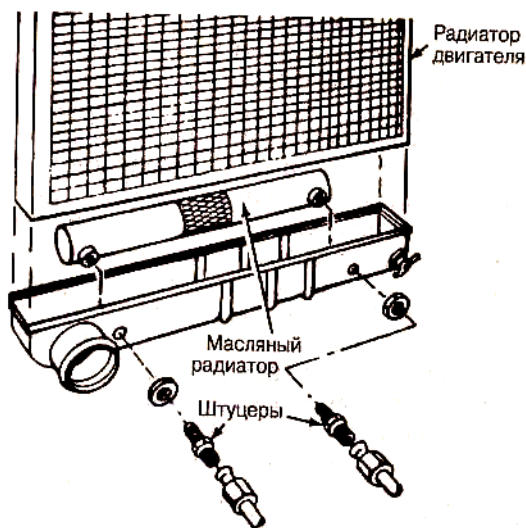


Рис. 75

Давление в системе смазки АКПП. В автоматических коробках передач используется принудительный способ смазки трущихся поверхностей. Масло непрерывно под давлением через специальную систему каналов и отверстий подаётся к зубчатым зацеплениям, подшипникам, фрикционным элементам управления и всем остальным трущимся деталям коробки передач. В большинстве АКПП масло поступает в систему смазки из масляного радиатора, где оно, охладившись, вновь готово поглощать тепло, выделяющееся теперь уже непосредственно в коробке передач.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия масляных насосов шестерёнчатого, кулачкового и лопастного типов.
2. Какие основные и дополнительные давления формируются в гидравлическом блоке управления?
3. Назовите способы регулирования давления в основной магистрали. С помощью чего создаётся давление в основной магистрали?
4. Где установлен регулятор давления в основной магистрали? Какие существуют способы его установки?
5. Объясните принцип действия гидравлического способа регулирования давления.
6. Объясните принцип действия электрического способа регулирования давления.
7. Объясните принцип действия клапана-дресселя.
8. Объясните принцип действия скоростного регулятора.

Лабораторная работа 5

УПРАВЛЕНИЕ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ

Цель работы: изучить принцип управления коробкой передач.

Оборудование: элементы управления коробкой передач в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить принцип и особенности управления коробкой передач.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Клапан выбора диапазона. Система выбора диапазона работы коробки передач состоит из рычага выбора диапазона, клапана выбора диапазона и механизма, который соединяет эти два элемента (рис. 76).

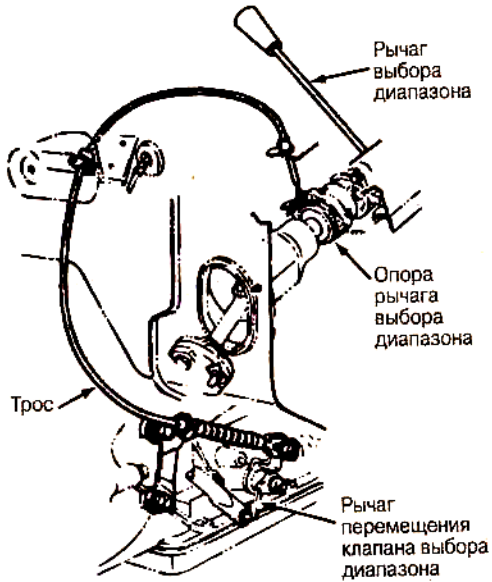


Рис. 76



Рис. 77

Клапан в каждом рабочем положении удерживается с помощью гребёнки, поджимаемой пружинным фиксатором (рис. 77). Основная задача клапана выбора диапазона – распределение потока масла таким образом, чтобы масло подводилось только к тем клапанам переключения, которые используются для включения разрешённых на данном диапазоне передач. К клапанам переключения передач, включение которых запрещено на данном диапазоне, масло не подводится (рис. 78).

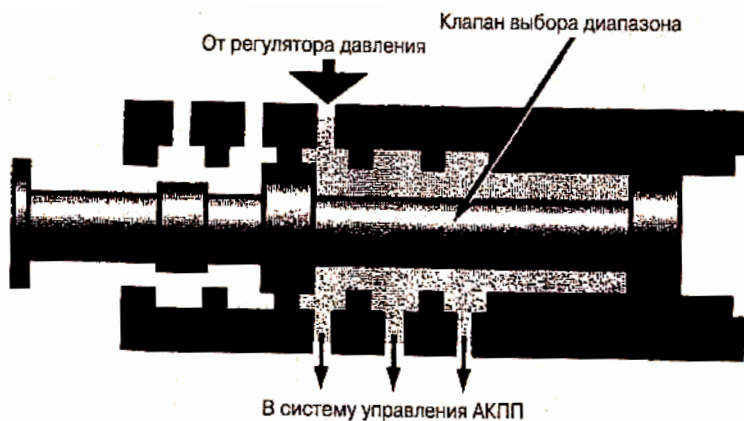


Рис. 78

Принцип работы клапанов переключения. Клапаны переключения предназначены для управления каналами, по которым масло из основной магистрали подводится в гидроцилиндр или бустер (гидропривод), включаемого на данной передаче фрикционного элемента управления. Как правило, любая система управления АКПП, независимо от того, чисто гидравлическая она или электрогидравлическая, имеет в своём составе несколько клапанов переключения.

В АКПП с чисто гидравлической системой управления клапаны переключения являются, условно говоря, интеллектуальными, поскольку именно они определяют моменты переключения передач.

В АКПП с электронным блоком управления эти клапаны также используются, но их роль уже весьма пассивна, поскольку решение о переключении передач принимает компьютер, который посылает определённый сигнал на соленоид переключения, а тот в свою очередь преобразует его в давление масла, которое подводится к плунжеру соответствующего клапана переключения.

Поскольку принцип работы клапана переключения в случае электрогидравлической системы управления достаточно прост, то рассмот-

рим более подробно, каким образом работают эти клапаны в АКПП с чисто гидравлической системой управления.

Повышающие переключения. Любой клапан переключения – это клапан золотникового типа, к которому подводится давление основной магистрали. Плунжер клапана переключения может занимать только два положения: либо крайнее правое (рис. 79, а), либо крайнее левое (рис. 79, б). В первом случае правый поясok плунжера перекрывает отверстие основной магистрали, и давление не поступает в гидропривод фрикционного элемента управления АКПП. В случае перемещения плунжера в крайнее левое положение он открывает отверстие основной магистрали, соединяя её тем самым с каналом подвода давления в гидропривод.

Одно из двух упомянутых положений плунжера клапана переключения определяется тремя факторами: давлением скоростного регулятора, давлением клапана-дросселя и жёсткостью пружины. На левый торец плунжера действует сила пружины, и к этому же торцу подводится давление клапана-дросселя (TV-давление). К правому же торцу плунжера подводится давление скоростного регулятора. При неподвижном автомобиле давление скоростного регулятора и

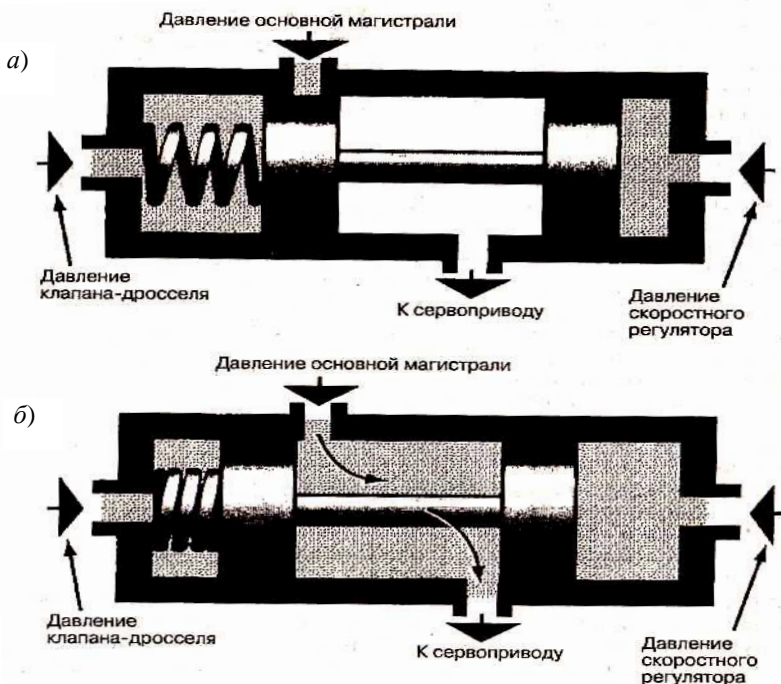


Рис. 79

TV-давление практически равно нулю, поэтому плунжер под действием пружины будет находиться в крайнем правом положении, разъединяя основную магистраль и канал подвода давления в гидропривод фрикционного элемента (рис. 79, а).

После начала движения начинают формироваться давление скоростного регулятора и TV-давление. Причём при неизменном положении педали управления дроссельной заслонкой давление клапана-дросселя будет оставаться постоянным, а давление скоростного регулятора по мере увеличения скорости движения автомобиля будет увеличиваться. При определённой скорости давление скоростного регулятора достигнет величины, при которой сила, создаваемая им на правый торец плунжера клапана переключения, станет больше суммы силы пружины и TV-давления, которые действуют на левый торец плунжера. В результате плунжер переместится из крайнего правого положения в крайнее левое положение и соединит канал подвода давления в гидропривод фрикционного элемента с основной магистралью. Таким образом, происходит повышающее переключение.

Работу системы управления АКПП необходимо согласовывать с режимом работы двигателя и внешними условиями движения автомобиля. Переключения в коробке передач должны происходить таким образом, чтобы передаточное отношение АКПП, момент сопротивления движению автомобиля и момент, развиваемый двигателем, имели бы оптимальное сочетание.

Если водитель управляет автомобилем так, что разгон происходит с небольшим ускорением, то это водитель, предпочитающий спокойную езду, и для него важно обеспечить режим движения с минимальным расходом топлива. Для этого необходимо производить повышающие переключения на более низких скоростях, при оборотах двигателя, близких к минимальному расходу топлива, т.е. иными словами, переключения должны быть ранними. Кроме того, в этом случае следует обеспечить такое качество переключения передач, при котором езда на автомобиле была наиболее комфортной. Поэтому при малых углах открытия дроссельной заслонки за счёт низкого давления клапана-дросселя повышающие переключения происходят на более низких скоростях движения по сравнению со случаем, когда дроссельная заслонка открыта на большой угол.

Если же водитель старается максимально открыть дроссельную заслонку, стремясь получить максимальное ускорение автомобиля, то в этом случае речь об экономии топлива не идёт, и для быстрого разгона необходимо использовать максимальную мощность двигателя. Для чего необходимы более поздние по скорости повышающие переключения, что обеспечивается более высоким значением TV-давления,

которое формируется при больших углах открытия дроссельной заслонки.

Весьма важную роль в определении моментов переключения оказывает жёсткость пружины и величина её предварительной деформации. Чем больше жёсткость и величина предварительной деформации пружины, тем позже будут происходить повышающие переключения, и наоборот, меньшие жёсткость и предварительная деформация пружины приводят к более ранним повышающим переключениям.

Поскольку TV-давление и давление скоростного регулятора к разным клапанам переключения подводятся одинаковые, то единственный способ предотвратить одновременное включение всех фрикционных элементов управления – это установка в разные клапаны переключения пружин с различной жёсткостью. Причём чем выше передача, тем большей жёсткостью должна обладать пружина.

В качестве примера рассмотрим в упрощённом виде работу системы, управляющей переключением трёхскоростной коробки передач. В этой системе использовано два клапана переключения: клапан переключения с первой передачи на вторую (1–2) и клапан переключения со второй на третью передачу (2–3).

Для включения первой передачи клапан переключения не требуется, поскольку первая передача включается непосредственно клапаном выбора диапазона. Давление от масляного насоса через регулятор давления подаётся к клапану выбора диапазона. Поток масла разделяется этим клапаном на четыре потока. Один из них подводится к скоростному регулятору давления, второй – к клапану-дросселю, третий – к клапану переключения 1–2 и четвёртый направляется непосредственно в гидропривод фрикционного элемента, включаемого на первой передаче (рис. 80).

При достижении определённой скорости давление скоростного регулятора становится таким, что сила, создаваемая им на правом торце плунжера клапана переключения 1–2, становится больше силы пружины и TV-давления, которые действуют на левый торец плунжера.

Плунжер клапана переключения 1–2 перемещается, соединяя при этом основную магистраль с каналом подвода давления в сервопривод включения второй передачи (рис. 81).

Помимо этого давление основной магистрали подводится к клапану переключения 2–3, готовя его тем самым к следующему переключению. Кроме того, давление основной магистрали подаётся в канал подвода давления к клапану, ответственному за выключение первой передачи, что необходимо делать для предотвращения одновременного включения двух фрикционных элементов управления АКПП.

За счёт большей жёсткости пружины, установленной в клапане переключения 2–3, плунжер этого клапана остаётся на этом этапе

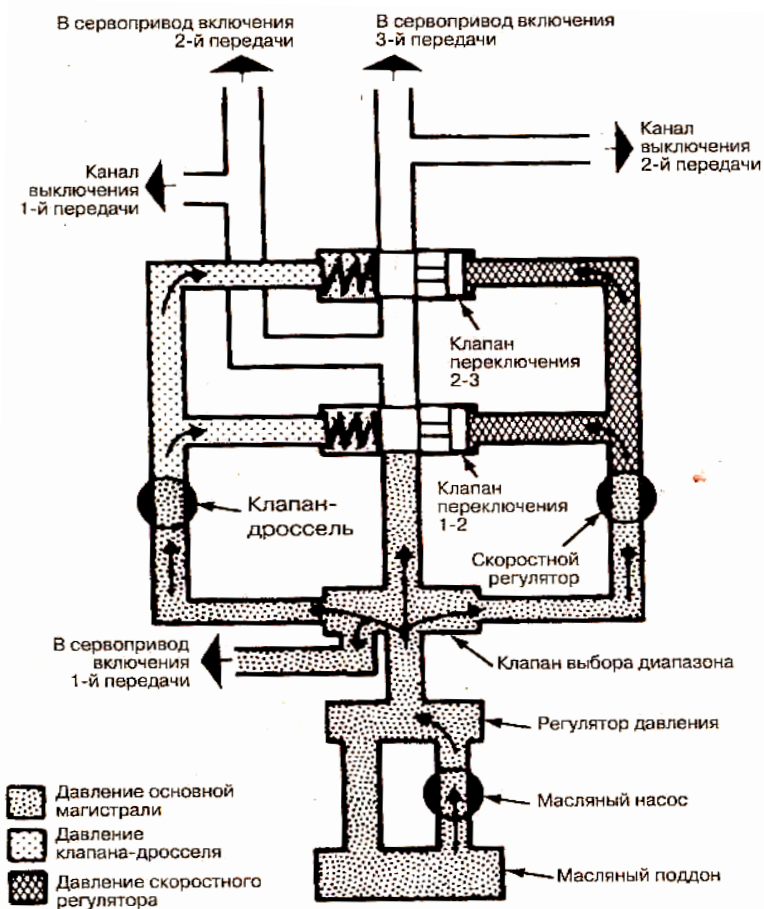


Рис. 80

управления АКПП неподвижным. Дальнейшее увеличение скорости автомобиля приводит к тому, что сила давления скоростного регулятора становится способной переместить и плунжер клапана переключения 2–3. В этом случае давление основной магистрали поступает в сервопривод включения третьей передачи и подается к клапану выключения второй передачи (рис. 82).

Дальнейшее движение автомобиля при неизменном положении педали управления дроссельной заслонкой и неизменных внешних условиях движения будет происходить на третьей передаче.

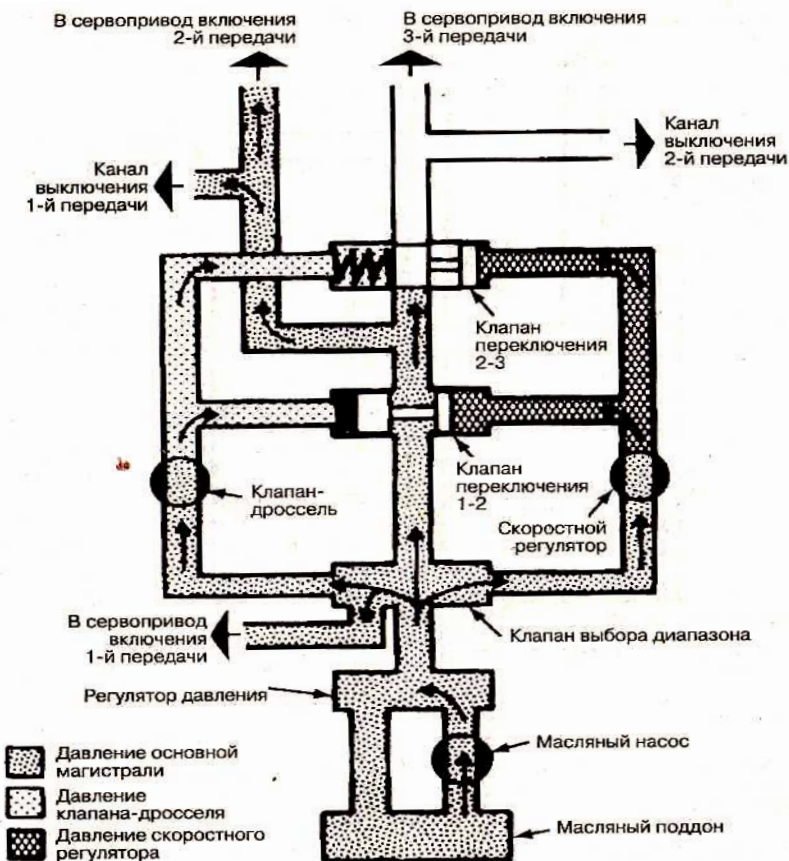


Рис. 81

Однако следует отметить, что если не предпринять дополнительных мер, то состояние коробки передач при движении на второй или третьей передачах будет неустойчивым.

Небольшое отклонение педали в сторону увеличения угла открытия дроссельной заслонки и в результате увеличения TV-давления в коробке произойдёт понижающее переключение. К такому же эффекту приведёт и небольшое уменьшение скорости движения автомобиля, вызванного, например, незначительным подъёмом. В дальнейшем опять-таки из-за небольшого отпускания педали управления дроссельной заслонкой или восстановления скорости движения автомобиля в АКПП вновь произойдёт повышающее переключение. И этот процесс

может многократно повториться. Такие колебательные переключения передач нежелательны, и необходимо защитить коробку передач от их воздействия.

Для защиты АКПП от воздействия многократно повторяющихся повышающих и понижающих переключений в гидросистеме предусматривается гистерезис между скоростями, при которых происходят

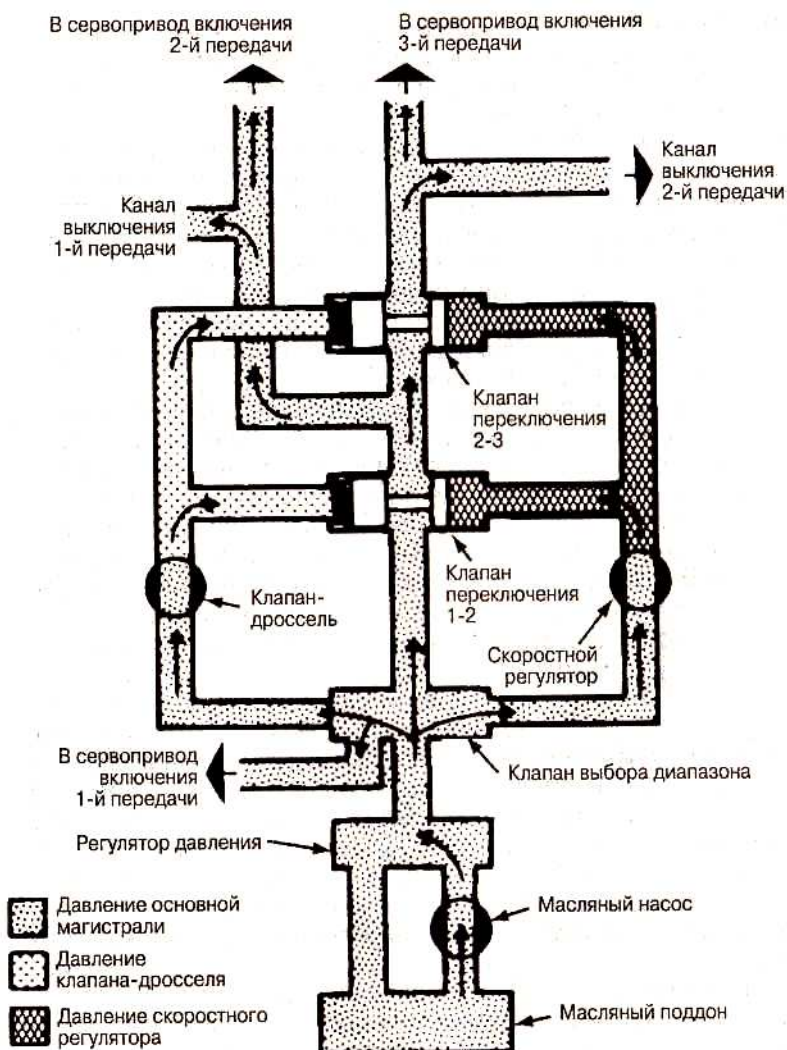


Рис. 82

повышающие переключения, и скоростями, на которых в АКПП осуществляются понижающие переключения. Иными словами, понижающие переключения происходят на несколько меньших скоростях по сравнению со скоростями, на которых происходят повышающие переключения. Это достигается весьма простым приёмом.

После того, как произошло повышающее переключение (1–2 или 2–3), в соответствующем клапане переключения (1–2 или 2–3) происходит блокировка канала подвода давления клапана-дресселя (рис. 83).

В этом случае силе давления скоростного регулятора, действующей на торец плунжера клапана переключения, противодействует только усилие сжатой пружины. Такая отсечка TV-давления от клапана переключения действует как фиксатор для предотвращения включения пониженной передачи и устраняет возможность возникновения колебательного процесса при переключении передач.

Если во время движения водитель полностью отпустит педаль управления дроссельной заслонкой, то автомобиль начнёт постепенно замедляться, что автоматически приведёт к снижению давления скоростного регулятора. В момент, когда сила этого давления на плунжер клапана переключения станет меньше силы пружины, плунжер начнёт перемещаться в противоположное положение. При этом основная магистраль перекроется и в АКПП произойдёт понижающее переключение.

Режим принудительного понижения передачи (kickdown). Часто, особенно при обгоне впереди движущегося автомобиля, необходимо развить большое ускорение, которое возможно получить только лишь в случае подвода к колёсам более высокого значения крутящего момента. Для этого желательно произвести переключение на пониженную передачу.

В системах управления АКПП, как чисто гидравлических, так и с электронным блоком управления, такой режим работы предусмотрен. Для принудительного переключения на пониженную передачу водитель должен нажать до упора на педаль управления дроссельной заслонкой. При этом, если речь идёт о чисто гидравлической системе управления, то это вызывает повышение TV-давления до величины давления основной магистрали, и кроме того, в клапане-дресселе открывается дополнительный канал, позволяющий подвести TV-давление к торцу плунжера клапана переключения в обход ранее заблокированного канала. Под действием повышенного TV-давления плунжер клапана переключения перемещается в противоположное положение и в АКПП произойдёт понижающее переключение. Клапан, с помощью которого осуществляется весь описанный выше процесс, называется клапаном принудительного понижения передачи. Конструктивно этот клапан может быть расположен в различных местах клапанной коробки, но, как правило, он располагается в том же отвер-

стии, что и клапан-дрессель (рис. 84). В этом случае клапан принудительного понижения передачи является как бы частью клапана-дресселя. Плунжер клапана принудительного понижения передачи с помощью механического привода или троса соединён с приводом управления дроссельной заслонкой.

При обычной работе перемещение дроссельной заслонки через механический привод плунжера клапана принудительного понижения передачи и пружину передаётся плунжеру клапана-дресселя, который формирует TV-давление в зависимости от степени открытия дроссельной заслонки (рис. 84).

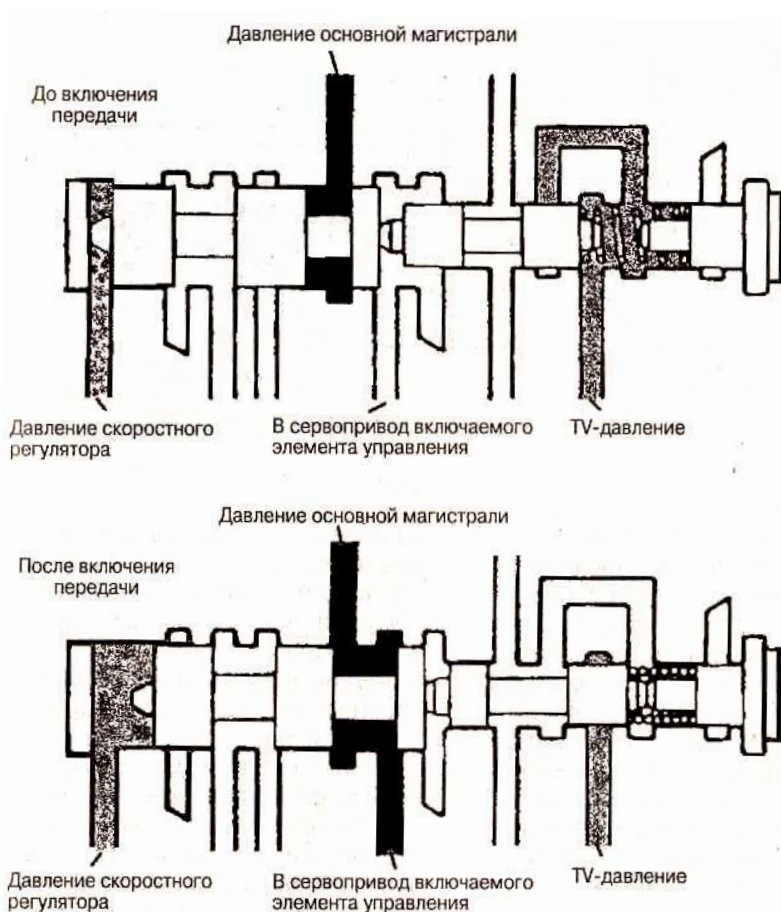


Рис. 83

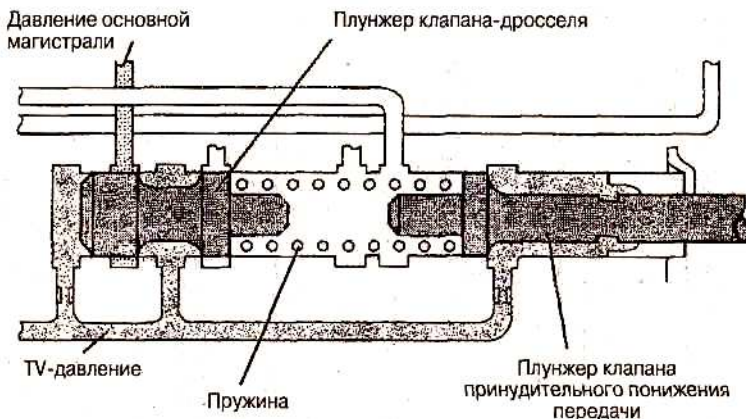


Рис. 84

В случае, если водитель нажал педаль управления дроссельной заслонкой до упора, то плунжер клапана принудительного понижения передачи перемещает плунжер клапана-дросселя в крайнее левое положение и удерживает его в этом положении (рис. 85). В результате TV-давление становится равным давлению основной магистрали. Кроме того, своим пояском плунжер клапана принудительного понижения передачи открывает дополнительный канал, по которому TV-давление подводится под правый торец клапана переключения 1–2. В результате плунжер клапана переключения 1–2 перемещается в крайнее левое положение, и в АКПП выключается вторая передача и включается первая.

В случае, если TV-давление в гидросистеме управления АКПП формируется с помощью вакуумного модулятора, то в схеме предусмотрен специальный клапан принудительного понижения передачи, к которому подводится давление основной магистрали (рис. 86). Плунжер этого клапана механически соединён с приводом управления дроссельной заслонкой. При максимальном открытии дроссельной заслонки благодаря механической связи происходит перемещение плунжера клапана принудительного понижения передачи. При этом канал подвода давления основной магистрали соединяется с дополнительным каналом подвода давления к клапану переключения. В результате давление основной магистрали подводится к торцу плунжера клапана переключения со стороны установки пружины и совместно с этой пружиной перемещает плунжер в противоположное положение.

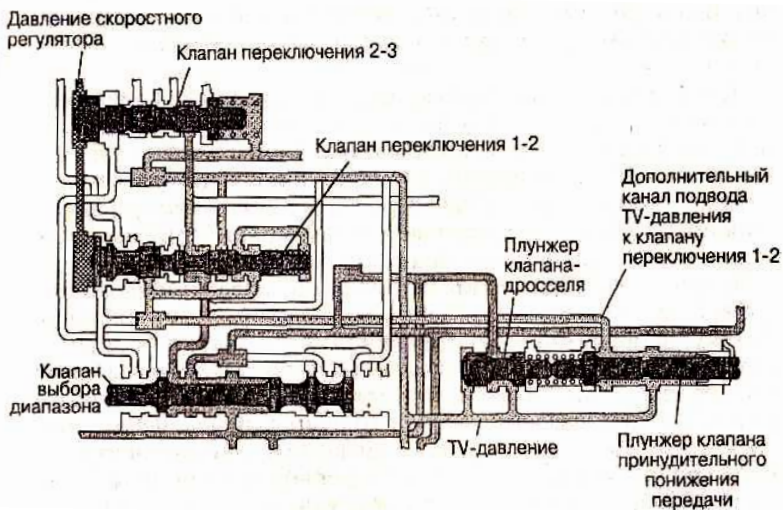


Рис. 85

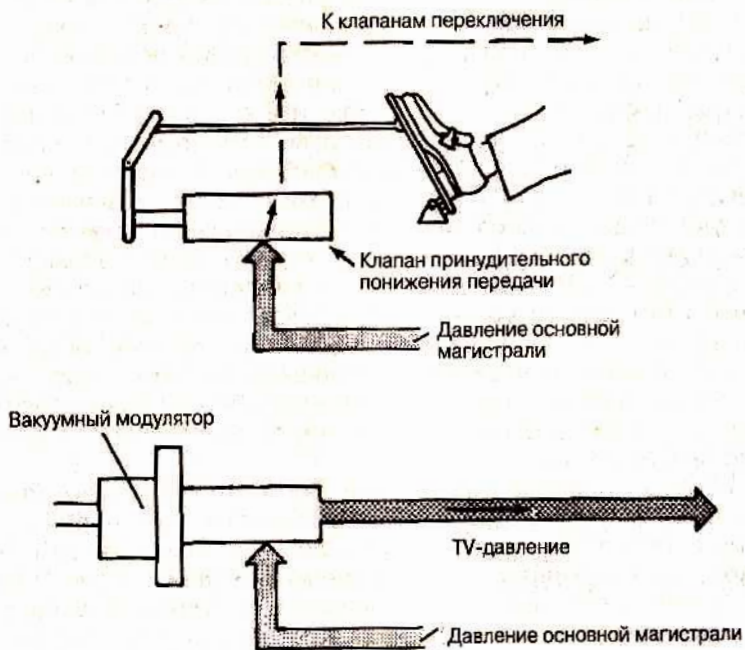


Рис. 86

В некоторых трансмиссиях для принудительного включения пониженной передачи используется электропривод. Для этого под педалью устанавливается датчик, сигнал которого в случае нажатия на него поступает на соленоид принудительного понижения передачи. При наличии сигнала управления соленоид открывает дополнительный канал подвода максимального TV-давления к клапану переключения.

В случае использования в трансмиссии электронного блока управления всё решается несколько проще. Для определения режима принудительного понижения передачи может использоваться также, как и в предыдущем случае, специальный датчик под педалью управления дроссельной заслонкой или сигнал датчика, определяющего полное открытие дроссельной заслонки. И в том и в другом случае их сигнал поступает в электронный блок управления АКПП, который и вырабатывает соответствующие команды на соленоиды переключения.

Жиклёры и гидроаккумуляторы. Второй основной задачей любой системы управления АКПП, после определения моментов переключения передач, является задача обеспечения требуемого качества самих переключений. Иными словами, система управления АКПП должна так управлять переключениями, чтобы исключить слишком длительное скольжение фрикционных элементов, но при этом и не слишком быстро их включать, иначе пассажиры будут ощущать во время переключения передач толчки. Все эти моменты, связанные с качеством переключения передач, обуславливаются скоростью изменения давления в гидроприводах фрикционных элементов управления АКПП. Если давление в гидроприводе нарастает слишком быстро, то во время переключения передачи будет ощущаться толчок. При слишком медленном нарастании давления фрикционные элементы будут слишком долго скользить, что отражается неоправданным увеличением оборотов двигателя и, кроме того, отрицательно сказывается на долговечности фрикционных элементов.

Поэтому в системе управления любой АКПП можно найти элементы, отвечающие за качество переключения передач. К таким элементам относятся жиклёры и гидроаккумуляторы, которые используются в настоящее время в каждой модели АКПП, независимо от используемой на ней системы управления (чисто гидравлическая или электрогидравлическая). Если управление АКПП осуществляется с помощью электронного блока управления, то за качество переключения дополнительно отвечает ещё и сам блок управления, который во время переключения передачи соответствующим образом изменяет давление в основной магистрали. Кроме того, в некоторых моделях АКПП используются специальные соленоиды, назначение которых – обеспечение требуемого качества переключения передач.

Жиклёры. Жиклёр – это резкое локальное уменьшение площади поперечного сечения канала (рис. 87). Жиклёр создаёт дополнительное сопротивление для движения масла, что позволяет снизить, например, скорость заполнения маслом гидроцилиндра или бустера фрикционного элемента управления.

Из-за резкого изменения поперечного сечения канала масло не может свободно проходить через жиклёр, и поэтому со стороны насоса создаётся повышенное давление, а за жиклёром формируется более низкое давление. Если за жиклёром нет тупика, т.е. масло может свободно двигаться дальше, то в канале возникает перепад давлений. Если же после жиклёра имеется тупик в виде гидроцилиндра или бустера фрикционного элемента управления (рис. 88), то в соответствии с законом Паскаля давление по обе стороны жиклёра по истечении некоторого времени постепенно станет одинаковым.

Жиклёры используются в гидросистемах управления АКПП для обеспечения плавного нарастания давления или управления расходом масла. Как правило, жиклёры устанавливаются перед гидроцилиндром или бустером фрикционных элементов управления АКПП, где они совместно с гидроаккумуляторами формируют требуемый закон нарастания давления.

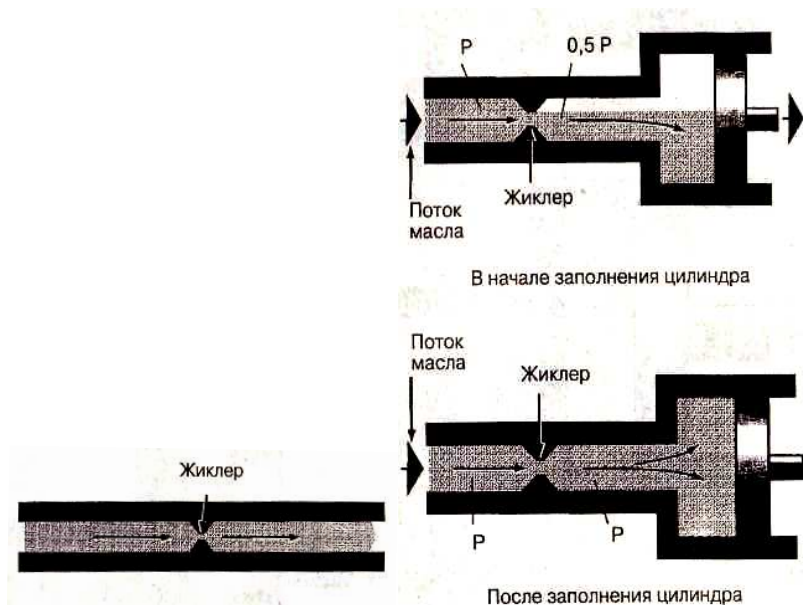


Рис. 87

Рис. 88

Поэтому при включении фрикционного элемента управления жиклёры играют весьма существенную роль. Однако для того, чтобы процесс переключения передачи проходил с высоким качеством (без заметных толчков автомобиля и повышенного скольжения во фрикционных элементах управления), необходимо быстро сбрасывать давление в гидроприводе выключаемого элемента управления. Наличие же в канале жиклёра не позволяет это сделать, поэтому в схемах управления АКПП иногда к гидроприводе подводятся два канала (рис. 89). В одном канале устанавливается жиклёр, а во втором – шариковый клапан одностороннего действия. Во время включения фрикционного элемента давление масла, подводимого из основной магистрали, прижимает шарик к седлу клапана (рис. 89, *а*). В результате масло попадает в гидропривод только через жиклёр, и формирование давления происходит по заданному закону. В случае выключения фрикционного элемента гидропривод соединяется со сливной магистралью, поэтому давление отжимает шарик клапана одностороннего действия (рис. 89, *б*), и масло вытекает по двум каналам, что значительно увеличивает скорость опорожнения гидроцилиндра.

Жиклёры, как правило, располагаются в распределительной пластине клапанной коробки и представляют собой отверстия определённого диаметра.

Гидроаккумуляторы. Гидроаккумулятор представляет собой обычный цилиндр с пружинным поршнем, который устанавливается параллельно гидроцилиндру или бустеру фрикционного элемента управления АКПП, и его задачей является снижение скорости нарастания давления в гидроприводе. В настоящее время используются два типа аккумуляторов: обычные и управляемые клапаном.

В случае использования обычного гидроаккумулятора (рис. 90), процесс включения любого фрикционного элемента можно разделить на четыре этапа:

- этап заполнения цилиндра или бустера;
- этап перемещения поршня;
- этап неуправляемого включения фрикционного элемента;
- этап управляемого включения фрикционного элемента.

После того как плунжер клапана переключения переместится и соединит основную магистраль с каналом подвода давления в гидропривод фрикционного элемента управления АКПП, масло начинает заполнять цилиндр или бустер (этап заполнения). По окончании этого этапа поршень гидропривода под действием давления начинает перемещаться, выбирая при этом зазор во фрикционном элементе (этап перемещения поршня). При соприкосновении поршня с пакетом фрикционных дисков поршень останавливается и начинает сжимать пакет

фрикционных дисков. Причём поскольку перемещение поршня прекратилось, то давление в гидроцилиндре или бустере практически мгновенно изменяется до некоторой величины, которая определяется жёсткостью и величиной предварительной деформации пружины гидроаккумулятора.

Следует отметить, что жёсткость и предварительная деформация пружины подбираются таким образом, чтобы на первых трёх этапах работы поршень гидроаккумулятора оставался неподвижным. После того как давление в гидроприводе и, следовательно, в гидроаккумуляторе достигнет величины, при которой сила давления на поршне гидроаккумулятора будет способна преодолеть силу пружины, начнётся заключительный, управляемый этап управляемого включения фрикционного элемента. Перемещение поршня гидроаккумулятора приводит к снижению интенсивности нарастания давления в гидроприводе, и в результате происходит плавное включение фрикционного элемента.

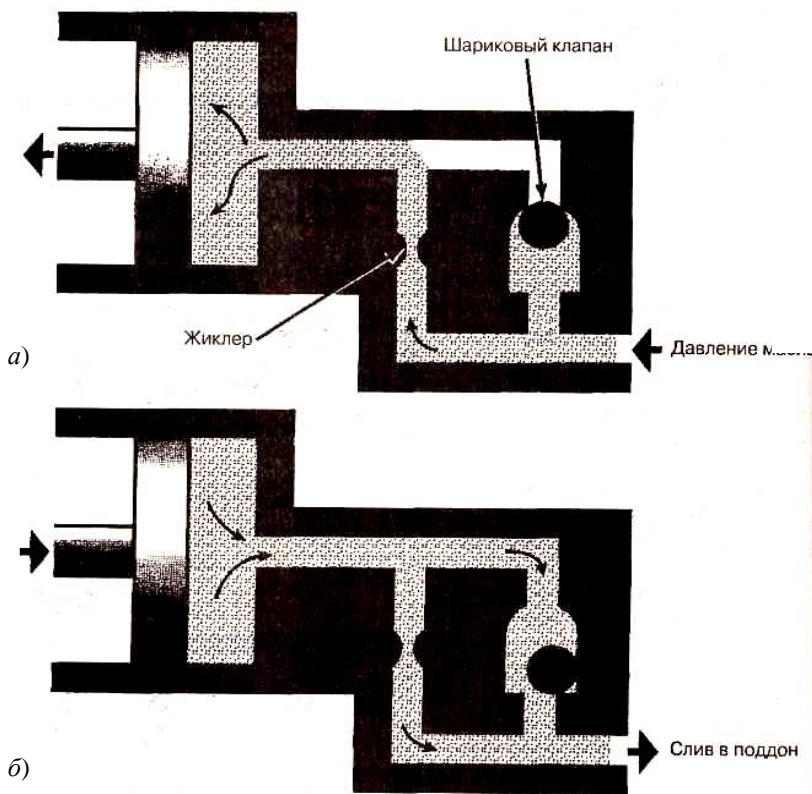


Рис. 89



Рис. 90

В момент остановки поршня гидроаккумулятора давление в гидроцилиндре или бустере должно стать равным давлению основной магистрали. На этом процесс включения фрикционного элемента заканчивается. И наоборот, увеличение жёсткости или величины предварительной деформации пружины приводит к большему скачку давления в гидроприводе и уменьшению времени скольжения фрикционного элемента.

Следует отметить, что изменение жёсткости пружины в ту или иную сторону от номинальной величины приведёт к ухудшению качества включения фрикционного элемента. Уменьшение жёсткости или величины предварительной деформации пружины вызовет чрезмерное длительное скольжение фрикционного элемента, и, как следствие это-

го, быстрый износ фрикционных накладок. При увеличении этих двух параметров включение фрикционного элемента должно происходить ударно, что будет ощущаться пассажирами автомобиля в форме неприятных толчков.

Таким образом, качество включения фрикционного элемента определяется тем, насколько правильно подобраны жёсткость и величина предварительной деформации пружины гидроаккумулятора. Однако такое устройство гидроаккумулятора не позволяет изменять время включения фрикционного элемента в зависимости от того, с какой интенсивностью водитель нажимает на педаль управления дроссельной заслонкой. Как уже отмечалось выше, если водитель спокойный и не нажимает до упора на педаль управления дроссельной заслонкой, то гидросистема должна обеспечивать мягкие, практически незаметные переключения. Если же водитель предпочитает разгон с большим ускорением, то основная задача системы управления в этом случае – обеспечить быстрые по времени переключения, принося в жертву этому качеству переключения. И всё это должен обеспечивать один и тот же гидроаккумулятор. Для решения этой задачи в автоматических коробках передач используется весьма простой приём. К поршню гидроаккумулятора со стороны расположения пружины подводится давление, называемое давлением подпора (рис. 91).

Как правило, в качестве давления подпора используется TV-давление или давление, формируемое специальным клапаном пропорционально TV-давлению. Для малых углов открытия дроссельной заслонки характерно малое давление клапана-дросселя, и поэтому включение фрикционных элементов будет происходить мягко. Чем больше угол открытия дроссельной заслонки, тем больше TV-давление и давление подпора и тем жёстче будет происходить переключение передач.

Для эффективной работы гидроаккумулятора его рабочий объём должен быть соизмерим с объёмом гидропривода включаемого элемента управления, поэтому все вышеописанные гидроаккумуляторы имеют достаточно большие размеры. Для устранения этого недостатка во многих АКПП используют гидроаккумуляторы, работающие совместно с клапаном (рис. 92). Система состоит из гидроаккумулятора и параллельно установленного ему клапана, работающего в режиме регулирования давления. Работу этой системы во время включения фрикционного элемента можно разделить на четыре этапа:

Этап А. Это исходное состояние системы в момент, когда клапан переключения передачи ещё не переместился. Под нижний торец поршня аккумулятора подаётся давление основной магистрали, под действием которого поршень занимает крайнее верхнее положение, сжимая при этом пружины гидроаккумулятора (рис. 92, а).

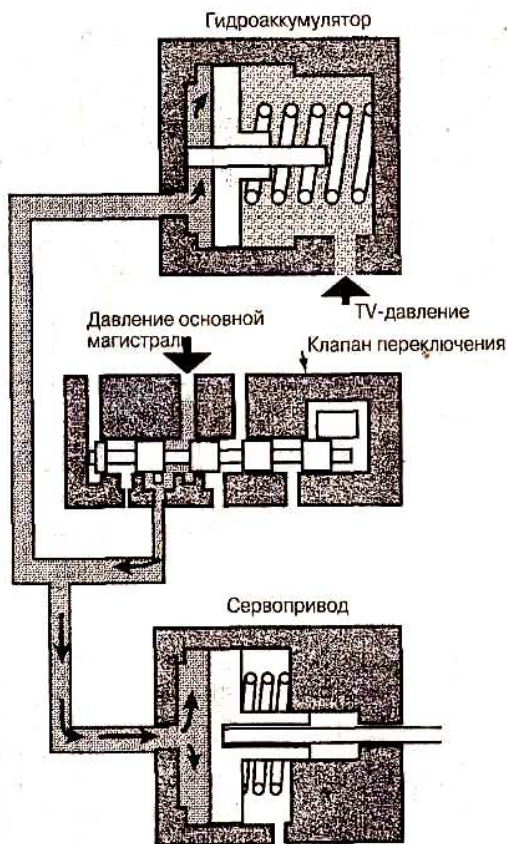


Рис. 91

Этап В. После перемещения клапана переключения давление основной магистрали через регулирующий клапан и соответствующий канал поступает в гидропривод включаемого фрикционного элемента. Через жиклёр масло из этого же канала подводится в полость гидроаккумулятора и к верхнему торцу плунжера регулирующего клапана (рис. 92, б). Кроме того, в плунжере регулирующего клапана выполнены радиальное и осевое сверления, по которым масло поступает под нижний торец этого плунжера. И наконец, часть масла поступает в кольцевую канавку, образованную верхним и нижним поясками поршня гидроаккумулятора.

Этап С. Это основной этап, в процессе которого происходит формирование по определённому закону давления в гидроприводе фрикционного элемента управления АКПП. Этот процесс происходит под

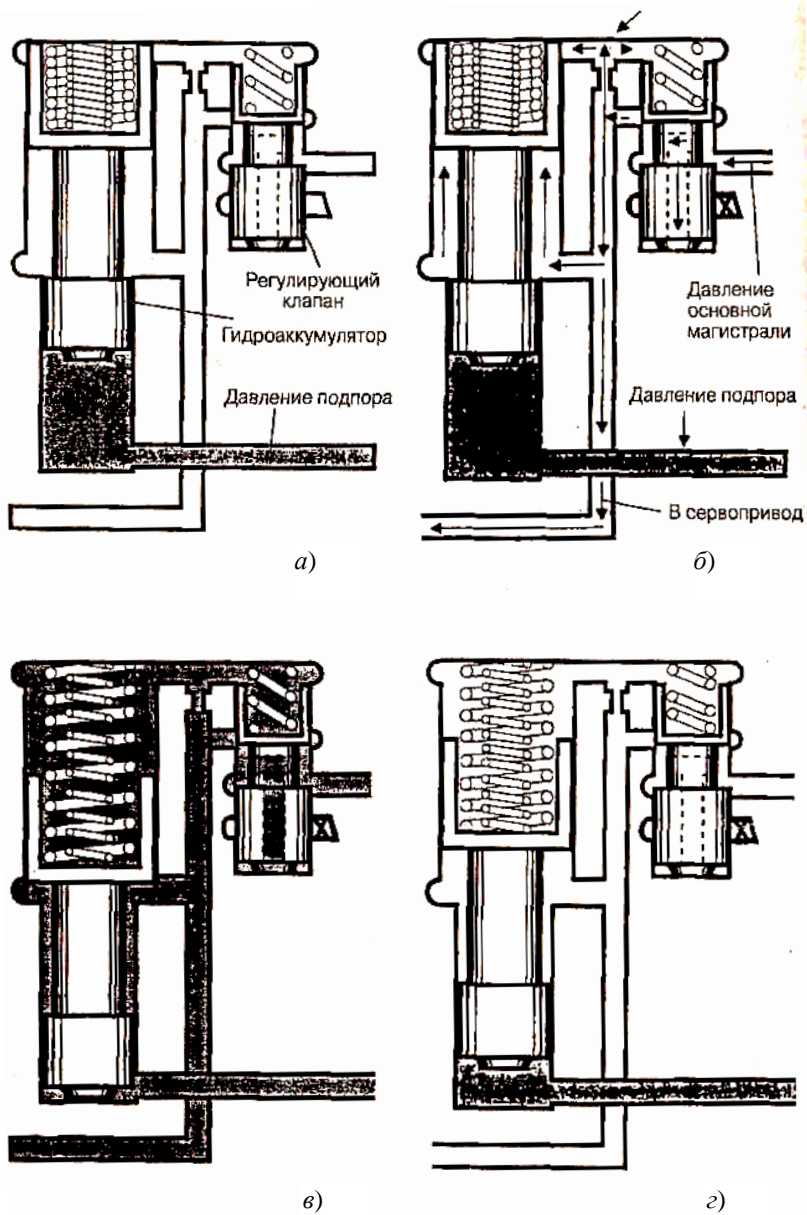


Рис. 92

влиянием двух факторов: перемещения вниз поршня гидроаккумулятора и работы регулирующего клапана. Перемещение поршня гидроаккумулятора даёт такой же эффект, как и в случае использования простого гидроаккумулятора. Рассмотрим более подробно работу регулирующего клапана. Как уже было отмечено, к обоим торцам плунжера этого клапана подводится давление основной магистрали. Но к верхнему торцу масло попадает через жиклёр. Благодаря этому давление, действующее на верхний торец плунжера регулирующего клапана, будет меньше давления, которое действует на нижний торец этого плунжера. В результате плунжер под действием силы, создаваемой давлением основной магистрали на нижнем торце, поднимется и перекроет основную магистраль. Параллельно с этим процессом будет происходить перемещение поршня гидроаккумулятора вниз (рис. 92, в), что вызовет быстрое снижение давления в канале подвода давления в сервопривод фрикционного элемента. Результатом этого станет такое же уменьшение давления под нижним торцом плунжера регулирующего клапана. В некоторый момент суммарная сила пружины и давления под верхним торцом плунжера регулирующего клапана превысит силу давления под нижним торцом плунжера, и он вновь переместится вниз, открывая при этом основную магистраль. В дальнейшем весь процесс повторится вновь.

Этап D. Плунжер гидроаккумулятора достигает крайнего нижнего положения и останавливается (рис. 92, г). На этом процесс регулирования давления заканчивается, и давление в гидроцилиндре или бустере фрикционного элемента становится равным давлению основной магистрали.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип работы клапанов переключения.
2. Объясните принцип работы режима принудительного понижения передачи.
3. Какие элементы в системе управления АКПП отвечают за качество переключения передач? Для чего они предназначены?
4. Что собой представляют гидроаккумуляторы и жиклёры? Где они установлены?
5. Что такое давление подпора?

ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Цель работы: изучить устройство и работу электрогидравлических систем управления.

Оборудование: электрогидравлические системы управления в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности электрогидравлической системы управления.

2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящее время все автомобили с автоматическими коробками передач выпускаются только с электронными системами управления. Такие системы позволяют гораздо точнее управлять процессом переключения передач, используя для этого гораздо больше параметров состояния как самого автомобиля, так и его отдельных систем.

В общем случае электрическую часть системы управления трансмиссией можно разделить на три части: измерительную (датчики и переключатели), анализирующую (блок управления) и исполнительную (соленоиды).

В состав измерительной части системы управления, как правило, входят следующие элементы:

- датчик положения рычага выбора диапазона;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- датчик температуры трансмиссионного масла;
- датчик частоты вращения выходного вала коробки передач;
- датчик частоты вращения турбинного колёса гидротрансформатора;
- датчик скорости транспортного средства;
- датчик принудительного понижения передачи;
- выключатель повышающей передачи;
- переключатель режимов работы коробки передач;
- датчик использования тормозов;
- датчики давления.

На анализирующую часть системы управления возложены следующие задачи:

- определение моментов переключения;
- управление качеством переключения передач;
- управление величиной давления в основной магистрали;
- управление блокировочной муфтой гидротрансформатора;
- контроль за работой трансмиссии;
- диагностика неисправностей.

К исполнительной части системы управления относятся:

- соленоиды переключения;
- соленоид управления блокировочной муфтой гидротрансформатора;
- соленоид регулятора давления в основной магистрали.

В блок управления поступают сигналы от датчиков переключателей, где они обрабатываются и анализируются, и на основании результатов их анализа блок вырабатывает соответствующие сигналы управления. Принцип работы блоков управления всех трансмиссий, независимо от марки автомобиля, примерно один и тот же.

На большинстве современных автомобилей работой трансмиссии управляет отдельный блок управления, называемый трансмиссионным. Но в настоящее время наметилась тенденция использования общего блока управления двигателем и трансмиссией, хотя по сути этот общий блок также состоит из двух процессоров, только расположенных в едином корпусе. В любом случае оба процессора взаимодействуют друг с другом, но при этом процессор управления двигателем всегда имеет приоритет над процессором управления трансмиссией. Кроме того, блок управления трансмиссией использует в своей работе сигналы некоторых датчиков, относящихся к системе управления двигателем, например датчика положения дроссельной заслонки, датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя и др. Как правило, эти сигналы поступают сначала в блок управления двигателем и затем в блок управления трансмиссией.

Задача блока управления заключается в обработке сигналов датчиков, входящих в систему управления данной трансмиссии, анализе получаемой информации и выработке соответствующих управляющих сигналов.

Сигналы датчиков, поступающих в блок управления, могут быть как в форме аналогового сигнала (рис. 93, *а*) (непрерывно изменяющегося), так и в форме дискретного сигнала (рис. 93, *б*).

Аналоговые сигналы преобразовываются в блоке управления с помощью аналого-цифрового преобразователя в оцифрованный сигнал (рис. 94). Полученная и переработанная информация затем сравнива-

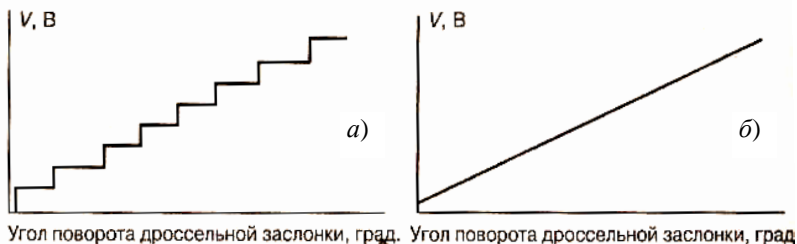


Рис. 93



Рис. 94

ется с данными, находящимися в памяти компьютера. На основе сравнительного анализа поступавших и хранящихся в памяти данных вырабатываются управляющие сигналы.

В электронной памяти блока управления хранится набор команд по управлению трансмиссией в зависимости от внешних условий движения автомобиля и состояния АКПП. Кроме того, современные системы управления автоматическими коробками передач анализируют манеру водителя управления автомобилем и выбирают соответствующий алгоритм переключения передач.

В результате анализа полученной информации блок управления вырабатывает команды для исполнительных механизмов, в качестве которых в электрогидравлических системах используются электромагнитные клапаны (соленоиды). Соленоиды преобразовывают поступающие к ним электрические сигналы в механическое перемещение

плунжера гидравлического клапана. Кроме того, блок управления трансмиссией осуществляет обмен информацией с блоками управления других систем (двигателя, круиз-контроля, кондиционера и др.).

Программы управления. Любой блок управления не может работать сам по себе. Необходим набор инструкций или программы управления, которые и определяют функциональное назначение данного компьютера. Эти программы состоят из отдельных блоков. Одни блоки содержат математические и логические инструкции по обработке данных и выработке управляющих команд. Другие содержат данные, относящиеся к характеристикам транспортного средства: модель двигателя и все характеристики, связанные с ней, передаточное отношение главной передачи и др.

Математические зависимости и константы записываются в память блока управления в виде матриц. Блок управления постоянно считывает из них нужную в данный момент времени информацию и использует её для принятия решения по управлению трансмиссией.

Реальные условия эксплуатации автомобиля часто бывают несколько отличны от тех, которые можно смоделировать во время стендовых и тестовых испытаний, проводимых во время создания и доводки трансмиссии. В результате на начальной стадии эксплуатации автомобилей со стороны водителей возникают нарекания, для устранения которых программы управления достаточно часто модифицируются и пересматриваются.

В блоках управления более раннего выпуска часто устанавливался отдельный чип с программой управления. Это позволяло усовершенствовать программу управления без замены всего блока управления, заменяя при этом только сам чип. Кроме того, такое решение позволяло использовать один и тот же блок управления на различных моделях автомобилей, заменяя в нём только чип с управляющей программой.

В автомобилях более позднего выпуска в блоках управления стали использовать программируемые запоминающие устройства. Такие устройства позволяют с помощью специальных приборов достаточно оперативно корректировать программы управления, ничего не изменяя в самом блоке управления.

На начальном этапе движения, когда двигатель и трансмиссия ещё недостаточно прогреты, необходимо обеспечить их защиту от перегрузок. Для этого в блоке управления имеется специальная программа, в соответствии с которой управление двигателем и трансмиссией осуществляется без обратной связи, т.е. без учёта фактических значений параметров состояния двигателя и трансмиссии. В этом случае для принятия решений блок управления использует только данные, записанные в его памяти.

Работа двигателя без обратной связи характеризуется обогащённой смесью, что требует отмены работы системы дожигания отработанных газов и изменения угла опережения зажигания. Для трансмиссии этот режим характеризуется запретом блокировки гидротрансформатора и более поздними по оборотам двигателя переключениями передач.

Хотя блок управления двигателя не учитывает изменение входных сигналов, но он непрерывно контролирует их для того, чтобы определить, когда цикл прогрева двигателя и трансмиссии закончится. Как только температура охлаждающей жидкости двигателя достигает рабочего значения, так сразу же все блоки управления, находящиеся на борту автомобиля, переходят на нормальный (штатный) режим работы.

Для управления трансмиссией в штатном режиме работы в память её блока управления записано несколько программ переключения передач: экономичная, спортивная, движения по скользкой дороге и др. Для реализации той или иной программы в автомобилях более ранних годов выпуска рядом с рычагом выбора диапазона расположен специальный переключатель, который в зависимости от марки автомобиля может иметь различные обозначения: «POWER», «COMFORT», «S», «SPORT», «AUTO», «AD MODE», «WINTER», «W», «HOLD», и т.п.

На современных автомобилях выбор «экономичной» или «спортивной» программы работы системы управления коробки передач осуществляется автоматически в зависимости от характера воздействия водителя на педаль управления дроссельной заслонкой. При плавном, спокойном характере воздействия на эту педаль реализуется экономичная программа управления трансмиссией. Спортивную программу блок управления выбирает тогда, когда получает информацию о постоянном, резком воздействии на педаль управления дроссельной заслонкой. Кроме того, современные системы управления способны автоматически предотвращать нежелательное переключение с третьей на четвёртую передачу. Это может происходить, например, при движении с прицепом, когда двигатель имеет большую нагрузку, или при движении по дороге с большим уклоном. Если перед движением под уклон автомобиль двигался на четвёртой передаче, то в начале движения под уклон система управления автоматически произведёт переключение на третью передачу. Системы управления, способные автоматически подстраиваться под манеру управления водителем автомобиля и учитывать внешние условия движения, называются адаптивными.

Экономичная программа настроена на обеспечение движения с минимальным расходом топлива. В этом случае повышающие переключения происходят приблизительно при достижении оборотов двигателя средних значений, что соответствует на характеристике расхода

топлива минимуму. Движение автомобиля в этом случае имеет плавный, спокойный характер.

Спортивная программа настроена на максимальное использование мощности двигателя. Поэтому повышающие переключения происходят в районе максимальных оборотов двигателя, при которых двигатель развивает максимальную мощность. Автомобиль в этом случае развивает, по сравнению с экономичной программой, значительно большее ускорение.

Электронные блоки управления практически всех современных автомобилей имеют специальную программу трогания с места на скользкой дороге. Суть этой программы, как правило, сводится к тому, что автомобиль начинает движение не с первой, а со второй передачи. В дальнейшем разрешены все переключения, кроме включения первой передачи.

В случае возникновения в трансмиссии или системе управления неисправности, которая может привести к серьёзной поломке АКПП, блок управления начинает работать по программе защиты трансмиссии, что позволяет автомобилю добраться своим ходом до ремонтной мастерской или гаража.

Обычно в режиме защиты в коробке передач включается одна какая-либо передача и запрещены все переключения. Номер передачи, включаемой в защитном режиме, как правило, соответствует передаче, на которой все соленоиды переключения находятся в выключенном состоянии. Кроме того, в защитном режиме в основной магистрали устанавливается максимальное давление и запрещается блокировка гидротрансформатора.

Бортовая диагностика. Все трансмиссионные компьютеры имеют в своём составе блок самодиагностики, в задачу которого входит непрерывный контроль за работой системы управления трансмиссией. Кроме того, с помощью этого блока можно производить проверку работоспособности отдельных элементов системы управления, и в случае необходимости осуществлять поиск возникшей неисправности.

Сразу же после включения зажигания блок управления производит ряд проверок. Сначала происходит внутреннее самотестирование (проверяются внутренние элементы самого блока управления и его память). Затем проверяются источник питания (аккумуляторная батарея), датчики и исполнительные механизмы. Всё это происходит достаточно быстро так, что водитель практически не замечает этого. Если проверка прошла успешно, то блок управления разрешает запуск двигателя.

Проверка работоспособности элементов системы управления может осуществляться двумя способами: непрерывно или периодически через определённые интервалы времени.

Каждый датчик системы и исполнительный механизм имеют рабочие диапазоны изменения напряжения. Блок управления контролирует напряжение на этих элементах. При этом контролируется наличие сигнала, его значение и выход за установленные пределы. При обнаружении любых незначительных проблем с тем или иным элементом системы управления информация об этом сразу же записывается в память трансмиссионного компьютера. В случае возникновения серьезной неисправности для оповещения водителя на приборной панели загорается контрольная лампочка. При этом блок управления переходит на программу управления трансмиссией в защитном режиме.

Для облегчения поиска причины неисправности, возникшей в АКПП или её системе управления, в память блока записывается в виде соответствующих кодов вся информация о возникавших сбоях в работе АКПП. Это в значительной мере облегчает поиск возникшей неисправности. Большинство кодов связаны с неисправностями в электрической части системы управления, но некоторые из них относятся к неисправностям гидравлической части системы управления и механической части АКПП. Код неисправности записывается в память блока управления в тех случаях, когда возникает одно из следующих условий:

- сигнал беспорядочен;
- сигнал отсутствует;
- сигнал выходит за заданный диапазон.

Ранние системы самодиагностики имели ограниченное число кодов и были связаны только с обрывом в контуре или коротким замыканием в системе управления. Для их чтения необходимо было проделать определённую последовательность действий с замком зажигания, рычагом выбора диапазона и переключателем режимов работы АКПП. В качестве примера ниже представлена последовательность действий для автомобилей Nissan с трансмиссией RE4F04A:

1. Заведите двигатель и прогрейте его до нормальной рабочей температуры.
2. Поверните ключ зажигания в положение «OFF».
3. Установите переключатель режимов работы АКПП в положение «AUTO».
4. Установите выключатель повышающей передачи в положение «ON».
5. Переведите рычаг выбора диапазона в позицию «P».
6. Поверните ключ зажигания в положение «ON», но двигатель не заводите.
7. Через 2 секунды должна загореться контрольная лампочка «POWER».
8. Поверните ключ зажигания в положение «OFF».

9. Переместите рычаг выбора диапазона в позицию «D».
10. Переключите выключатель повышающей передачи в позицию «OFF».
11. Поверните ключ зажигания в положение «ON», но двигатель не заводите.
12. Переведите рычаг выбора диапазона в положение «2».
13. Установите выключатель повышающей передачи в положение «ON».
14. Переведите рычаг выбора диапазона в положение «1».
15. Установите выключатель повышающей передачи в положение «OFF».
16. Нажмите до упора педаль управления дроссельной заслонкой и отпустите её.
17. Контрольная лампочка «POWER» должна начать высвечивать диагностические коды.

В данном случае в режиме чтения кодов неисправности контрольная лампочка «POWER» должна начать мигать. Код неисправности в этом случае определяется по величине длительности свечения контрольной лампочки.

На современных автомобилях устанавливаются более совершенные блоки управления, для которых чтение кодов неисправности представляет достаточно простую процедуру. Для этого имеется диагностический разъём, к которому подключается специальный прибор, называемый сканером. После подключения к диагностическому разъёму и несложной настройки сканера на его экране начинают высвечиваться коды неисправности.

Современные системы диагностики имеют возможность непрерывно посылать контрольные сигналы, с помощью которых проверяется работоспособность контура определённого элемента системы управления и его реакция на управляющее воздействие.

Некоторые коды блок управления хранит до тех пор, пока неисправность не будет устранена, и их необходимо удалять из памяти блока управления с помощью определённых процедур. Другие коды могут автоматически стираться самим блоком управления по истечении некоторого отрезка времени, определённого количества поездок или запусков двигателя.

Датчики. Датчики предназначены для преобразования перемещения, температуры или давления в электрический сигнал. Электрогидравлические системы управления имеют в своём составе несколько датчиков, с помощью которых контролируются параметры различных систем и условия эксплуатации трансмиссии. Базируясь на информации, поступающей от датчиков, блок управления принимает решения и формирует управляющие сигналы для исполнительных механизмов.

Датчик температуры масла АКПП. Датчик температуры масла АКПП представляет собой терморезистор, сопротивление которого определяется температурой масла АКПП. Они классифицируются на две группы:

- терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом, сопротивление которых уменьшается с увеличением температуры (NTC);
- терморезисторы с положительным температурным коэффициентом, сопротивление которых увеличивается с увеличением температуры (PNC).

Блок управления подаёт на датчик температуры масла АКПП опорное напряжение и определяет падение напряжения на этом датчике. Зависимость сопротивления терморезистора от температуры представляет собой аналоговый сигнал.

Датчики давления. Эти датчики предназначены для измерения давления в отдельных каналах системы управления АКПП. Они преобразуют давление масла в электрический сигнал и передают его в блок управления. Существуют два типа датчиков давления: релейные и аналоговые.

Датчики релейного типа могут сообщать блоку управления только лишь о том, что в месте установки датчика давление масла не ниже заданной величины. Они по сути своей работают как выключатели (рис. 95). Если давление равно или больше заданной величины, то контакты датчика замкнуты, и в блок управления поступает соответствующий сигнал. Если же давление становится ниже заданной величины, то контакты датчика размыкаются. Так блок управления может отслеживать наличие требуемого давления в заданной точке системы управления.

Аналоговые датчики способны изменять величину электрического сигнала пропорционально давлению (рис. 96). В этих датчиках используются пьезоэлементы, электрическое сопротивление которых зависит от величины их деформации. Блок управления подаёт на вход датчика опорное напряжение и определяет разность напряжений между входной и выходной клеммами.

Датчик положения рычага выбора диапазона. Этот датчик расположен на картере коробки передач и соединён с рычагом выбора диапазона. Он предназначен для передачи в блок управления информации о положении рычага выбора диапазона АКПП, кроме того, сигналы датчика в положениях «Р» и «N» используются блоком управления двигателем для разрешения запуска двигателя. Датчик представляет собой переключатель, который замыкает или размыкает определённые электрические цепи. Конструкции этих датчиков весьма разнообразны. Рассмотрим принцип работы одного из них (рис. 97).

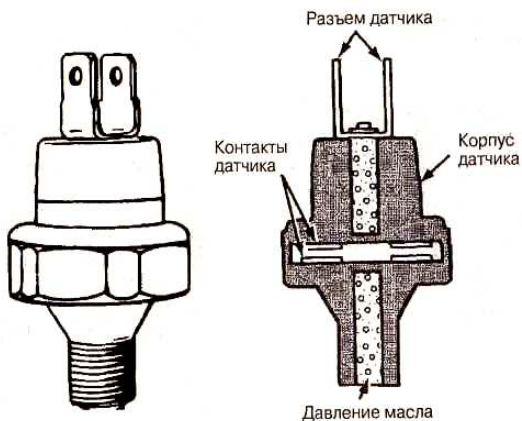


Рис. 95

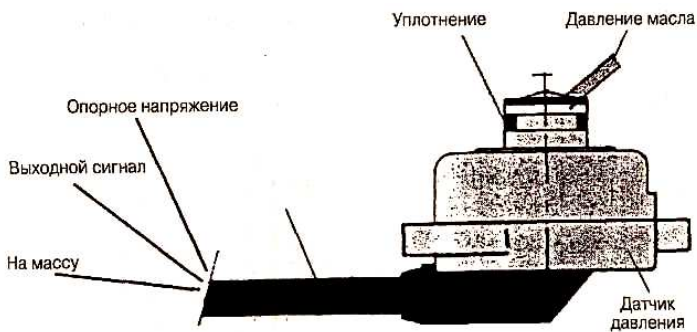


Рис. 96

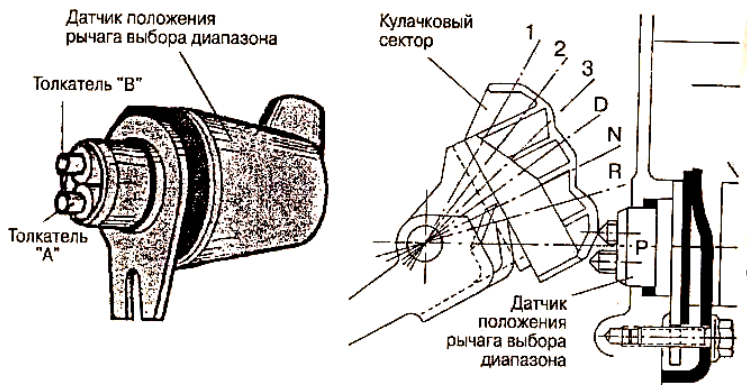


Рис. 97

В переключателе находятся два контакта, управляемых посредством двух толкателей. Толкатели, в свою очередь, управляются кулачковым сектором (рис. 97), соединённым с рычагом выбора диапазона.

Датчик использования тормозов. Этот датчик размещён на тормозной педали. Датчик представляет собой обыкновенный выключатель, задача которого сообщать блоку управления о состоянии системы управления тормозами. Датчики бывают двух типов: нормально замкнутые и нормально разомкнутые. Первые в свободном состоянии находятся в выключенном состоянии, а при воздействии на них включаются. Вторые в свободном состоянии включены, и при воздействии на них выключаются. Принцип работы нормально выключенного датчика показан на рис. 98.

В некоторых автомобилях датчик использования тормозов обеспечивает ещё и блокировку рычага выбора диапазона в положении «Р». Если тормозная педаль нажата, то сигнал датчика выключает исполнительный механизм блокировки рычага выбора диапазона, разрешая тем самым его перемещение из позиции «Р» в любую другую позицию. В противном случае рычаг будет заблокирован.

Датчик принудительного понижения передачи. Этот датчик размещён чаще всего под педалью управления дроссельной заслонкой. Датчик представляет собой обыкновенный выключатель, задача которого сообщать блоку управления о том, что необходимо произвести в коробке передач понижающее переключение. Этот режим, как уже отмечалось, служит для получения более высоких значений ускорения автомобиля, что бывает необходимо во время обгона. Принцип работы этого датчика аналогичен принципу работы датчика использования тормозов.

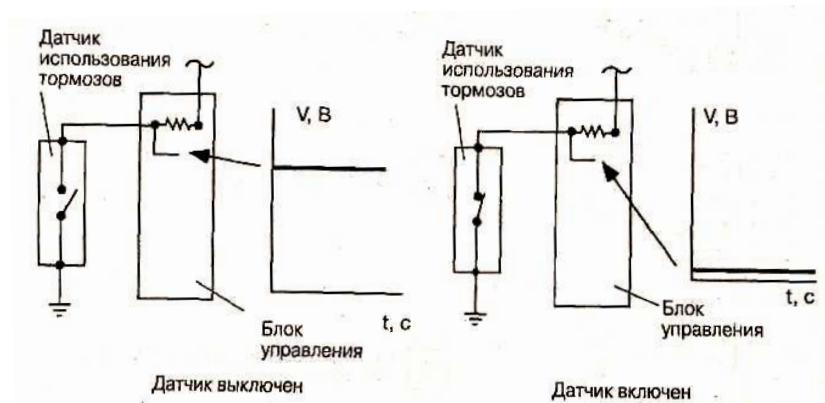


Рис. 98

Датчик положения дроссельной заслонки. В общем случае датчик состоит из трёх частей: датчика полного закрытия дроссельной заслонки, датчика промежуточного положения дроссельной заслонки и датчика полного открытия дроссельной заслонки (рис. 99). Этот датчик располагается, как правило, в корпусе дроссельной заслонки.

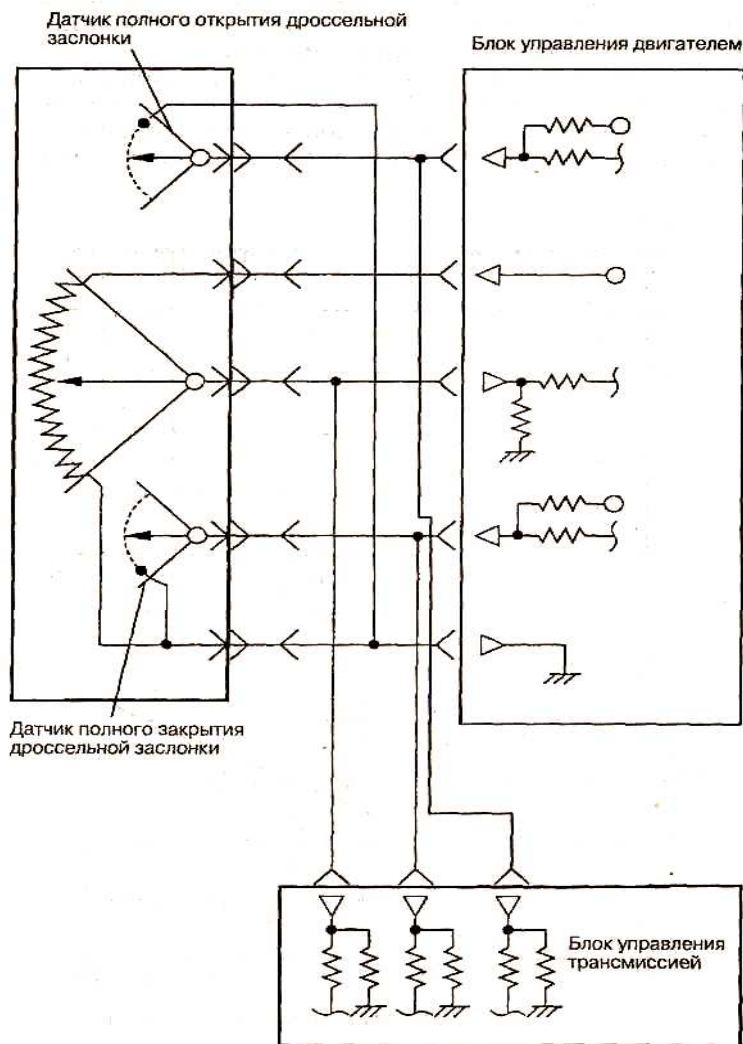


Рис. 99

В некоторых автомобилях датчик полного открытия дроссельной заслонки не используется.

Датчики полного закрытия дроссельной заслонки и её полного открытия представляют собой выключатели, которые имеют только два рабочих положения: «Вкл» или «Выкл». Задача этих датчиков – сообщать блоку управления либо о полном закрытии, либо о полном открытии дроссельной заслонки. Сигналы этих датчиков имеют релейный характер.

Датчик промежуточного положения дроссельной заслонки представляет собой резистор переменного сопротивления. Датчик определяет положение дроссельной заслонки и передаёт эту информацию в электронный блок управления трансмиссией, который использует её для управления переключением передач, блокировкой трансформатора

Выключатель повышающей передачи. Выключатель повышающей передачи используется для запрета применения повышающей передачи. При этом загорается контрольная лампочка блокировки включения этой передачи. Выключатель представляет собой кнопку с двумя фиксированными положениями, одно из которых соответствует включённому состоянию, а второе – выключенному состоянию. Как правило, кнопка выключателя повышающей передачи расположена на рычаге выбора диапазона (рис. 100).

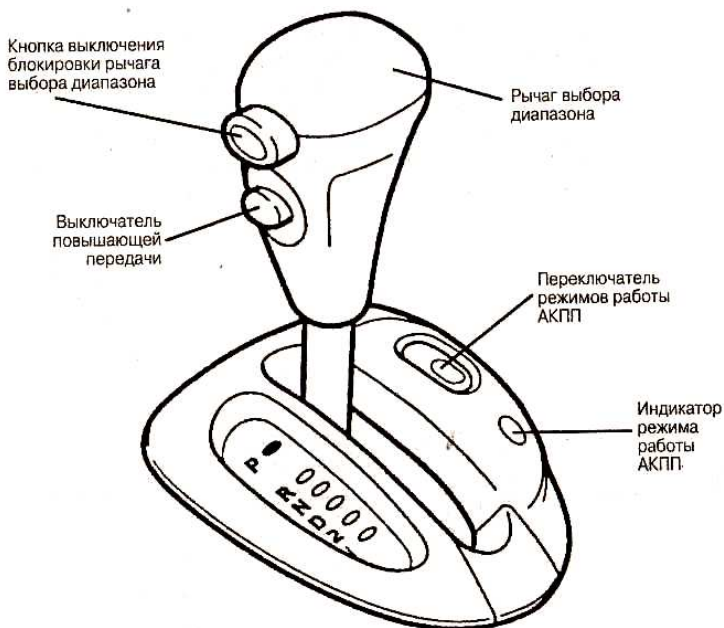


Рис. 100

Переключатель режимов работы коробки передач. Как уже отмечалось выше, для адаптации работы коробки передач к определённым условиям движения в систему управления могут быть заложены несколько программ переключения передач.

Выбор одной из этих программ осуществляется с помощью соответствующего переключателя (рис. 100). В зависимости от количества программ, заложенных в память блока управления, переключатель режимов работы АКПП может быть двухпозиционным или трёхпозиционным. Кроме того, некоторые модели автомобилей более ранних годов выпуска имели два переключателя режимов работы АКПП, один из которых позволял использовать экономичную или спортивную программу, а второй был предназначен для включения программы движения по скользкой дороге. В настоящее время, в связи с использованием адаптивных систем управления, используется только лишь один переключатель, предназначенный для включения программы движения по скользкой дороге.

Датчики измерения частоты вращения. Для определения частоты вращения вращающихся деталей в АКПП используются специальные датчики, называемые датчиками-генераторами напряжения, которые сами формируют собственное напряжение и не зависят от опорного напряжения. Существуют два типа датчиков-генераторов напряжения:

- генератор магнитных импульсов;
- датчик на основе эффекта Холла.

Магнитный импульсный генератор иногда называют магнитным датчиком или индукционным датчиком. Магнитный импульсный датчик представляет собой катушку, внутри которой расположен постоянный магнит (рис. 101).

В момент прохождения через магнитное поле датчика какого-либо металлического выступа, например зуба шестерни, в катушке датчика возбуждается напряжение (рис. 102). Этот импульс напряжения передаётся в блок управления. В память блока управления заложена информация о количестве импульсов, которые должны прийти за один оборот детали. Поэтому, определив число импульсов, поступивших за определённый отрезок времени, блок управления достаточно просто определяет частоту вращения детали.

В большинстве трансмиссий с АКПП в качестве датчиков оборотов валов используются именно генераторы магнитных импульсов.

Датчик Холла представляет собой полупроводниковый преобразователь силы электрического тока в напряжение, действие которого основано на эффекте Холла. Суть эффекта Холла заключается в возникновении поперечного электрического поля в проводнике или полупроводнике с током при помещении его в магнитное поле.

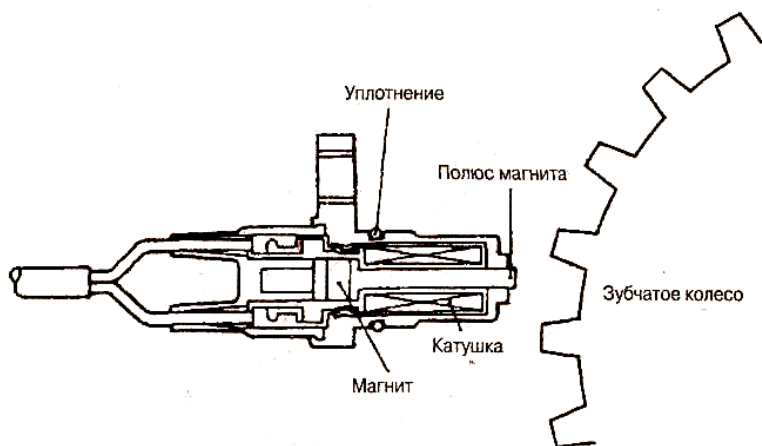


Рис. 101

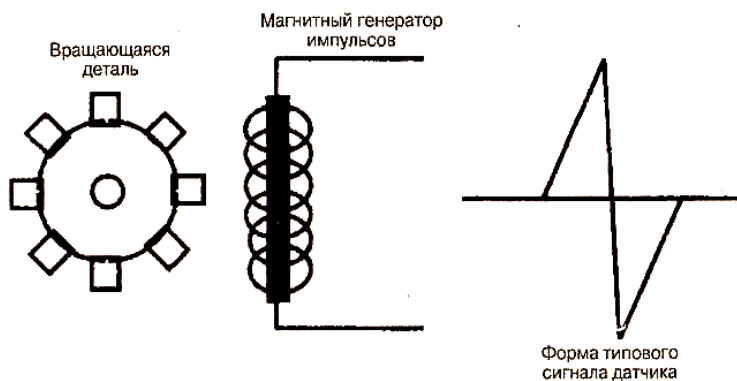


Рис. 102

Датчик состоит из небольшой микросхемы и постоянного магнита. Микросхема устанавливается, как правило, с наружной стороны вращающегося барабана с отверстиями, а магнит – напротив микросхемы, но внутри барабана (рис. 103).

Блок управления подаёт на микросхему постоянное напряжение. При прохождении одного из отверстий барабана мимо магнита последний начинает воздействовать на микросхему (рис. 103, а), в которой возникает поперечное электрическое поле. Возникновение этого поля приводит к падению напряжения между входом и выходом микросхемы. Затем магнитное поле перекрывается стенкой барабана, и магнит перестаёт воздействовать на микросхему, в результате чего

падение напряжения на микросхеме восстанавливается до первоначального значения (рис. 103, б). Затем прохождение мимо магнита следующего отверстия вновь приводит к увеличению разности напряжений между входом и выходом микросхемы и т.д.

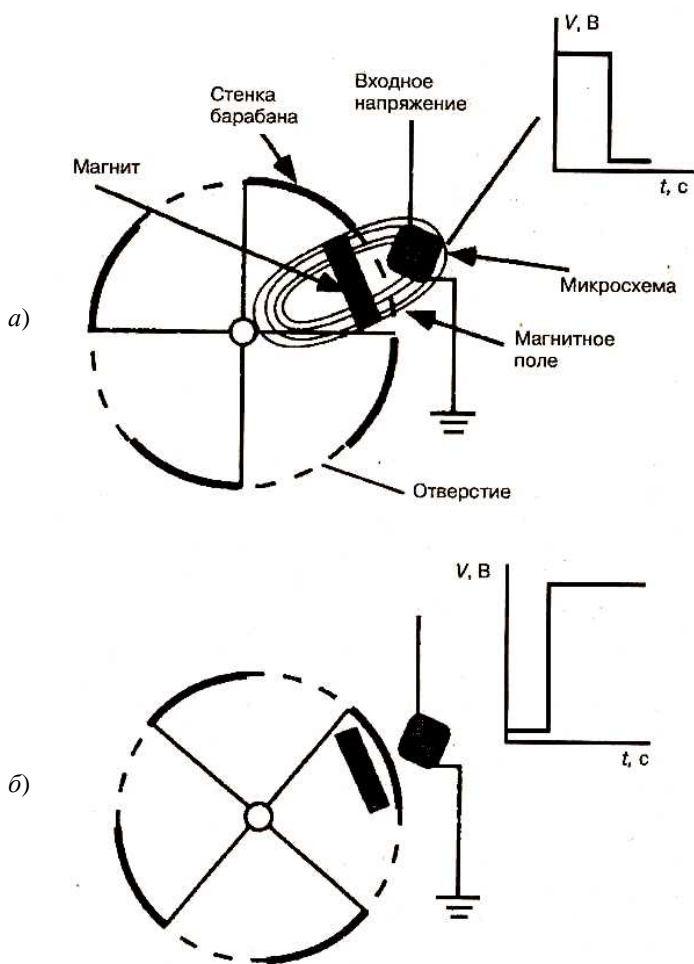


Рис. 103

Контрольные вопросы

1. На какие группы можно разделить электрическую часть системы управления трансмиссией?
2. Для чего нужен блок управления и где он расположен?

3. Какую роль выполняет блок самодиагностики в трансмиссии?
4. Для чего предназначены датчики в системе управления АКПП?
5. Расскажите о датчиках температуры масла и давления в системе управления АКПП.
6. Расскажите о датчиках использования тормозов и принудительного понижения передачи. Где они расположены в автомобиле?
7. Расскажите о датчике использования дроссельной заслонки.
8. Расскажите о датчике измерения частоты вращения.

Лабораторная работа 7

ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПЕРЕДАЧ

Цель работы: изучить электронный принцип управления переключением передач.

Оборудование: плакаты.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить электронный принцип управления переключением передач.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для выбора оптимальной передачи в электронном блоке управления используется следующая информация: выбранная передача, положение педали газа, скорость движения автомобиля. Блок управления даёт команду на переключение передач, если выбранная передача не соответствует фактической скорости движения. Во время переключения передач блок управления может давать управляющие сигналы муфте сцепления (если она не гидравлическая) и воздействовать соответствующим образом на систему подачи топлива. Соответствующая этому случаю электронная система управления состоит из ряда звеньев, связанных между собой. Функциональная схема системы электронного управления переключением передач показана на рис. 104. Входные сигналы системы – положение педали газа, частота вращения вала двигателя, включённая передача, скорость движения автомобиля и положение избирателя (с селектора) передач. Выходные сигналы после их усиления воздействуют на систему подачи топлива, привод сцепления и привод переключения передач. Предохранительное звено предотвращает нежелательные (а в некоторых случаях опасные) переключения передач при неисправности датчика скорости или управляющей электроники.

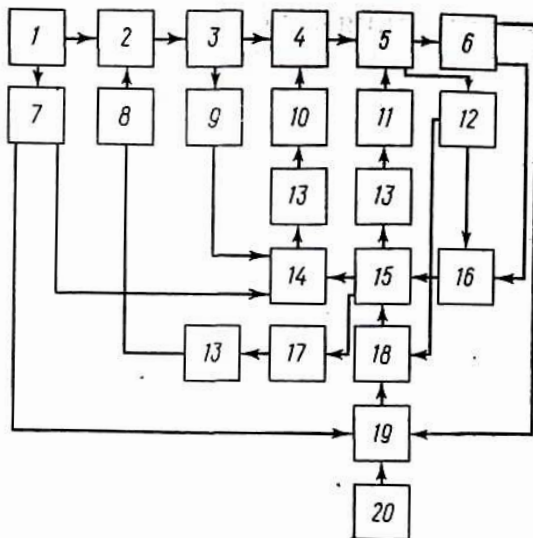


Рис. 104. Функциональная схема системы электронного управления переключением передач:

1 – педаль газа; 2 – подача топлива; 3 – двигатель; 4 – сцепление; 5 – коробка передач; 6 – датчик скорости; 7 – датчик нагрузки; 8 – обогащение смеси; 9 – датчик частоты вращения; 10 – привод муфты сцепления; 11 – привод коробки передач; 12 – датчик включенной передачи; 13 – усилитель; 14 – привод муфты сцепления; 15 – управление переключением передач; 16 – предохранительная цепь; 17 – управление по подаче топлива; 18 – блок сравнения; 19 – избиратель передачи (селектор)

Пионерами применения электронного управления переключением передач на автомобиль в Европе являются заводы «Бош» (несколько моделей автомобиля «Гласе») и «Рено» (различные модификации автомобиля Р-16). В настоящее время завод «Рено» устанавливает одинаковые автоматические преобразователи момента на модели 12 ТС, 16 ТЛ, 16 ТС, 15 ТЛ, 15 ТС и 17 ТЛ. Силовая передача этих автомобилей состоит из бесступенчатого гидротрансформатора и планетарной коробки передач. Переключение передач осуществляется с помощью элементов, показанных на рис. 105. Фактическое переключение (затормаживание зубчатых колёс с внутренними зубьями) осуществляется гидравликой, однако, исполнительным органом является электромагнитный клапан 2. Важным элементом электронной системы управления является генератор переменного тока 3, выходное напряжение которого зависит от скорости движения автомобиля и положения педали газа 4.

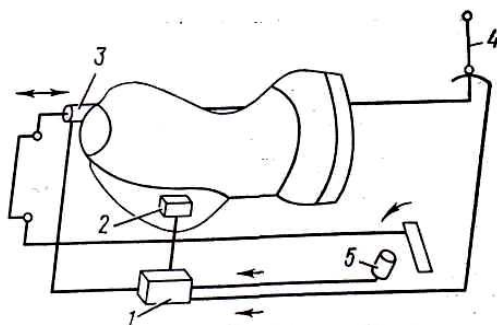


Рис. 105. Функциональная схема преобразователя момента с электронным управлением («Рено»)

Зависимость напряжения генератора от скорости движения автомобиля обеспечена тем, что генератор приводится в действие непосредственно от выходного вала преобразователя момента. Ротор генератора представляет собой постоянный магнит с тремя парами полюсов. На стартере также имеются три пары полюсов, две из которых с помощью рычага поворачиваются по отношению к третьей, при этом изменяется выходное напряжение генератора. Рычаг соединён с приводом дроссельной заслонки, поэтому напряжение, вырабатываемое генератором, зависит и от положения педали газа. Пары полюсов занимают симметричное положение одна по отношению к другой, когда педаль газа отпущена. При полном нажатии на педаль газа угол её отклонения наибольший. При некоторой частоте вращения выходное напряжение генератора изменяется в пределах от U до $U/3$, в зависимости от положения педали газа. Это переменное напряжение подаётся в блок управления. Блок управления 1 выпрямляет сигнал и в зависимости от положения избирателя селектора передачи и положения концевого выключателя педали газа 5 подаёт управляющий сигнал на соответствующий электромагнитный клапан. Положение избирателя (селектора) передач определяется с помощью электрических контактов. В определённом диапазоне скоростей электрическая схема при одновременном замыкании контактов концевого выключателя 5, находящихся в конце хода педали, даёт команду исполнительному органу понизить передачу на одну ступень. При этом в определённых условиях достигается максимальное ускорение разгона или автоматическое переключение передач на подъёме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы всё большее число автомобилистов, особенно представительниц прекрасной половины человечества предпочитают автомобили с автоматической коробкой передач. Это объясняется тем, что современные автоматические коробки передач по своим техническим и эксплуатационным характеристикам не только не уступают механическим коробкам передач, но и значительно превосходят их по удобству пользования, особенно в многочисленных городских пробках. Даже в нашей стране, в которой относятся с особой осторожностью к автоматическим коробкам, наметилась тенденция к увеличению объёма продаж автомобилей с трансмиссиями, в состав которой входит автоматическая коробка передач.

В данном учебном пособии рассмотрены устройства и принцип работы автоматической коробки передач современных автомобилей. На первом этапе подробно рассмотрено устройство механической части автоматической коробки передач, даны кинематические схемы наиболее популярных коробок передач различных фирм. Большое внимание уделено системам управления автоматической коробкой передач. Подробно рассмотрены назначение и принципы работы отдельных элементов как гидравлической, так и электрической частей системы управления.

Учебный практикум предназначен для студентов автомобильных кафедр вузов и техникумов, для работников сервисных станций технического обслуживания автомобилей, а также для тех, кто хочет знать как можно больше об автоматической трансмиссии автомобилей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Том Дентон ; пер. с англ. В.М. Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов / В.Е. Ютт. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 440 с.
3. Стручалин, В.М. Современные и перспективные электронные системы автомобилей : учебное пособие / В.М. Стручалин. – Краснодар. : Изд. КубГТУ, 2008. – 261 с.
4. Харитонов, С.А. Автоматические коробки передач / С.А. Харитонов. – М. : ООО «Издательство Астрель» ; ООО «Издательство АСТ», 2003. – 479с.: ил.
5. Косенков, А.А. Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий / А.А. Косенков. – Серия «Библиотека автомобилиста». – Ростов н/Д. : Феникс, 2003. – 224 с.
6. Автомобильный справочник ; перевод с англ. Первое русское издание. – М. : Издательство «За рулем», 1999. – 896 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСМИССИЙ С АКПП И ИХ ДИАГНОСТИКА	5
Лабораторная работа 1. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСМИССИЕЙ	9
Лабораторная работа 2. ФРИКЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП	25
Лабораторная работа 3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АКПП	47
Лабораторная работа 4. ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП	63
Лабораторная работа 5. УПРАВЛЕНИЕ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ	93
Лабораторная работа 6. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	115
Лабораторная работа 7. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПЕРЕДАЧ	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	135