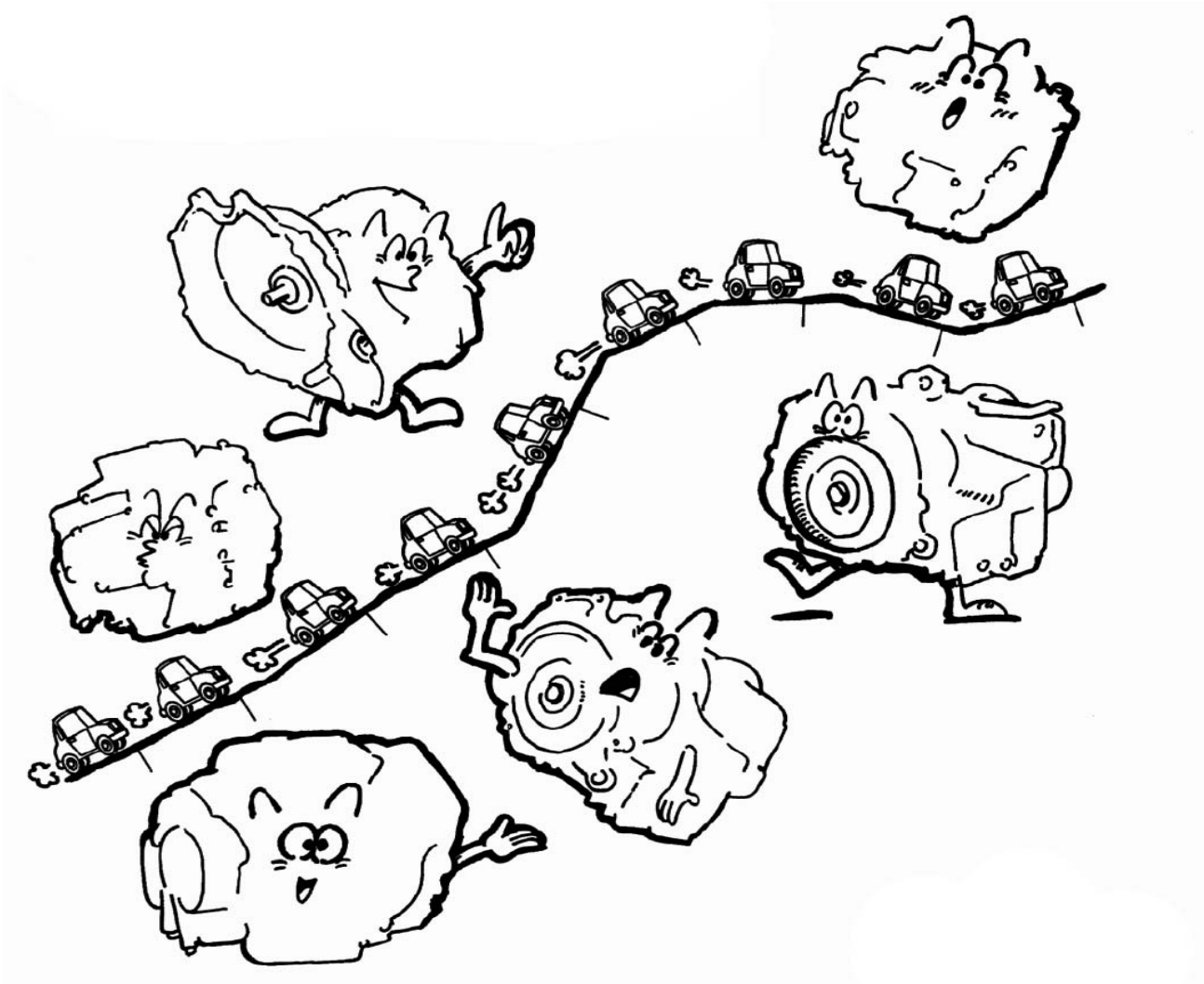
M-STEP

STEP – II AT

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ



ЗАО «РОЛЬФ ХОЛДИНГ»
2005

Pub. № PTEE0201

MITSUBISHI MOTORS

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВСТУПЛЕНИЕ……3

1.1. Трансмиссия……5
1.2. Гидродинамическая передача……9
1.3. Автоматическая коробка передач……10
1.4. Главная передача и дифференциал……14

2. РАБОЧАЯ ЖИДКОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ (ATF)……17

3. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ……23

3.1. Гидромуфта……25
3.2. Гидротрансформатор……29

4. ПЛАНЕТАРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ……38

4.1. Основные элементы планетарных механизмов и их свойства……39
4.2. Устройство планетарного ряда……42
4.3. Уравнение кинематической связи звеньев планетарного ряда……44
4.4. Типы планетарных механизмов……46
4.5. Свойства планетарного ряда, вычисление передаточных отношений……48
4.6. Кинематические схемы автоматических коробок передач……53

5. ФРИКЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП……60

5.1. Ленточные тормоза……61
5.2. Дисковые тормоза и муфты……70
5.3. Обгонные муфты……78

6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКПП……81

6.1. Основные принципы гидравлики……81
6.2. Основные элементы гидравлических систем управления АКПП……83
6.2.1. Резервуар для ATF……85
6.2.2. Насос……86
6.2.3. Клапаны……93
6.2.4. Клапанная коробка……104
6.2.5. Гидравлические магистрали……106
6.2.6. Гидроцилиндр……107
6.2.7. Жиклёры и гидроаккумуляторы……108
6.3. Основные принципы работы гидравлической системы управления АКПП……115
6.3.1. Регуляторы давления……115
6.3.2. Принцип работы клапанов переключения……132

7. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ……139

7.1. Программы управления.....143
7.2. Бортовая диагностика…….....……..146
7.3. Датчики…….. 148
7.4. Исполнительные механизмы.....155

8. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО СНЯТИЮ/УСТАНОВКЕ И РЕМОНТУ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ …….…….158

9. МОДЕЛЬНЫЙ РЯД АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ MITSUBISHI……..….161

10. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ СЕРИИ F4A4…..……..163

10.1. Основные особенности…….……..164
10.2. Спецификация……..……164
10.3. Вид в разрезе…….……167
10.4. Схема трансмиссии F4A4……...……169
10.5. Управляющие элементы и их функции……..……169
10.6. Гидротрансформатор……..……170
10.7. Корпус трансмиссии……171
10.8. Муфты……..……172
10.9. Тормоза……..……..175
10.10. Планетарные механизмы……176
10.11. Промежуточный вал, дифференциал и главная пара……..……177
10.12. Поток мощности……..……179
10.13. Механизм управления……..……..185
10.14. Система гидравлического управления (гидросистема)……186
10.15. Электронная система управления…….……214

1. ВСТУПЛЕНИЕ

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 отношениям к АКПП, наметилась тенденция к увеличению объёма продаж автомобилей с трансмиссиями, в состав которых входит АКПП.

Идея создания трансмиссии с автоматической коробкой передач возникла еще в начале прошлого столетия. Некоторые автомобили имели коробки передач весьма похожие на те, которые используются на современных автомобилях.

В конце 30-ых годов двадцатого столетия такие фирмы как Chrysler, Ford и GMC вплотную подошли к освоению серийного производства автомобилей с автоматической трансмиссией, и первой из них была GMC, которая в 1940 году стала устанавливать трансмиссию с АКПП Hydramatic на автомобили Oldsmobile и Cadillac. Эта трансмиссия имела в своем составе трехскоростную коробку передач с гидравлической системой управления переключением передач.

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

В то же время гидравлическая система управления АКПП постоянно модернизировалась. Ее стремились довести до полного совершенства с тем, чтобы обеспечить максимальную комфортность поездки на автомобиле. В качестве примера можно привести фирму Mercedes, которая для своих автоматических коробок передач 722.3, 722.4 и 722,5 разработала оригинальную и уникальную по сложности гидравлическую схему блока управления.

Начиная с 80-х годов прошлого столетия, производители автомобилей стали использовать электронную систему управления автоматической коробкой передач. Впервые это сделала в 1983 году фирма Toyota. Затем в 1987 году Ford для управления повышающей передачей и блокировочной муфтой гидротрансформатора также стал использовать в трансмиссиях A4LD электронный блок. Фирма Chrysler в 1989 году представила трансмиссию A604 для переднеприводных автомобилей с полностью электронной и весьма прогрессивной системой управления. К 1991 году GMC разработала трансмиссии 4L60-E и 4T60-E также с полностью электронной системой управления.

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

Одна из них характеризуется постоянным увеличением числа передач. В начале 80-х годов XX-го столетия в автоматических коробках передач появилась

четвертая (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 годов того же столетия с целью улучшения динамических характеристик автомобилей были разработаны пятискоростные АКПП (появилась еще одна понижающая передача). В начале 2001 года 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 др. стали активно использовать трансмиссии с бесступенчатым изменением передаточного отношения (CVT).

С другой стороны, 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 водителя и самостоятельно принимали решение по выбору алгоритма переключения передач (спортивного или экономичного). В дальнейшем была добавлена функция ручного управления, позволявшая 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.

1.1. ТРАНСМИССИЯ

Под термином трансмиссия понимаются все механизмы, установленные между маховиком двигателя и ведущими колесами (рис.1-1).

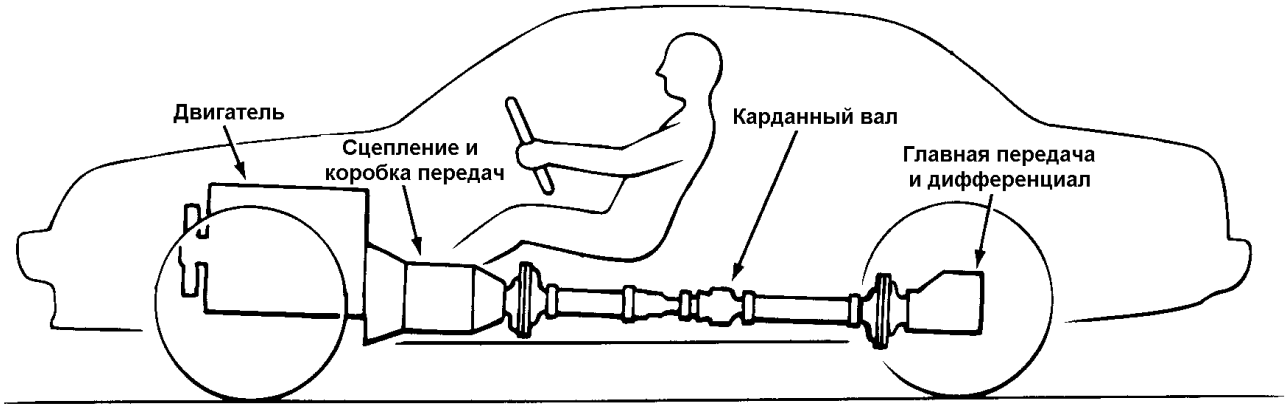


Рис.1-1

Назначение трансмиссии – исправить те недостатки, которые присущи энергетическим установкам современных автомобилей.

Большое разнообразие внешних условий эксплуатации транспортных машин предъявляет к их двигателям особые требования. Так при движении в тяжелых условиях желательно, чтобы двигатель развивал большой по величине крутящий момент и имел бы низкую частоту вращения коленчатого вала. В случае же малого сопротивления движению транспортного средства от двигателя требуется высокая частота вращения коленчатого вала при небольшом значении крутящего момента. Эти требования выполняются тогда, когда двигатель развивает постоянную или незначительно изменяющуюся мощность при любой частоте вращения.

$$N_e = M_e n = const ,$$

где N_e и M_e - соответственно эффективная мощность и крутящий момент двигателя;

n - частота вращения коленчатого вала двигателя.

Скоростная характеристика двигателя постоянной мощности показана на рис.1-2. Качественно такой характеристике соответствует характеристика поршневой паровой машины, обладающей автоматическим изменением крутящего момента по оборотам при постоянной подаче пара. Однако такого рода двигатели обладают достаточно низким коэффициентом полезного действия (КПД).

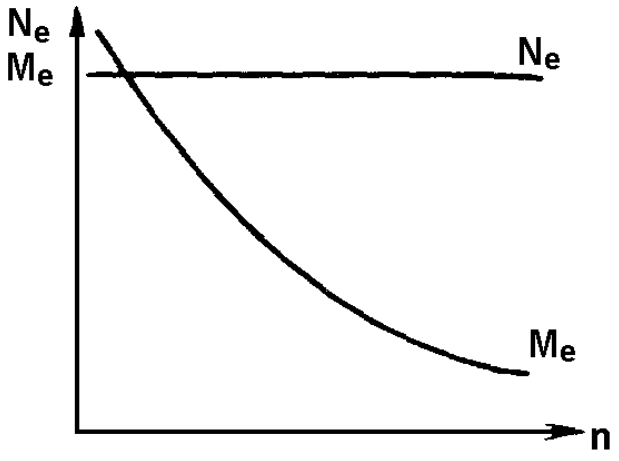


Рис.1-2

Наибольшее распространение в качестве энергетической установки в транспортных машинах получили хорошо отработанные практикой поршневые двигатели внутреннего сгорания - дизельные и бензиновые, скоростная характеристика которых имеет, к сожалению, определенный недостаток.

На рисунке 1-3 представлена внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя, где использованы следующие обозначения:

N_{max} - максимальная мощность двигателя;

N_N - номинальная мощность двигателя;

M_N - крутящий момент двигателя при номинальной мощности;

M_{max} - максимальный крутящий момент;

n_N и n_M - частоты вращения вала двигателя, соответствующие N_N и M_M.

Принципиальное отличие внешних характеристик дизельного и бензинового двигателей заключается в том, что номинальная мощность N_N, как правило, расположена левее максимальной (N_{max}) или совпадает с ней.

Недостатком внешней характеристики поршневого двигателя внутреннего сгорания является значительное изменение мощности с изменением частоты вращения коленчатого вала. Из-за этого крутящий момент двигателя изменяется в небольших пределах, что не соответствует широкому спектру изменения внешних условий движения.

Поэтому механизмы трансмиссии призваны обеспечивать передачу мощности от двигателя к ведущим колесам, 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 подъеме или спуске;

- обеспечение пуска двигателя и остановки автомобиля с работающим двигателем.

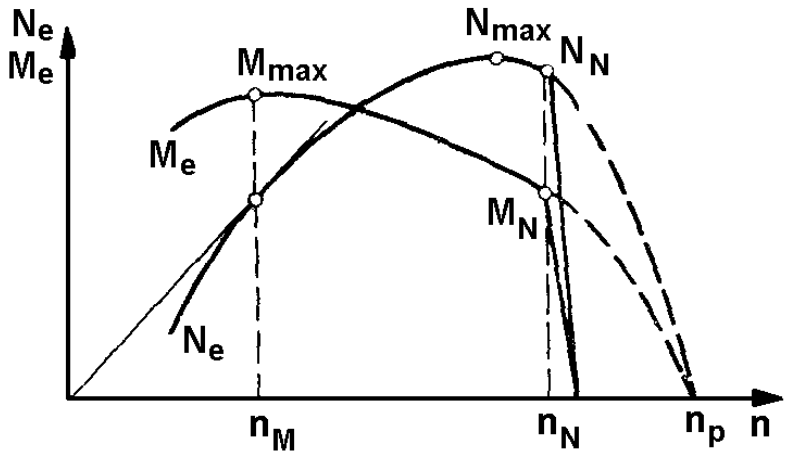


Рис.1-3

Обычно трансмиссия с автоматической коробкой передач включает в себя: гидротрансформатор, 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 колесам осуществляется подвод мощности двигателя. В настоящее время используются три схемы подвода мощности к ведущим колесам автомобиля:

- подвод мощности к передним колесам (переднеприводные автомобили); в этом случае все агрегаты трансмиссии компонуются в едином картере, который жёстко крепится к двигателю (рис.1-4); 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 колесам (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.1-5);
- подвод мощности ко всем колесам (полноприводные автомобили); в этом случае в состав трансмиссии вводится дополнительный агрегат – раздаточная коробка (рис.1-6).

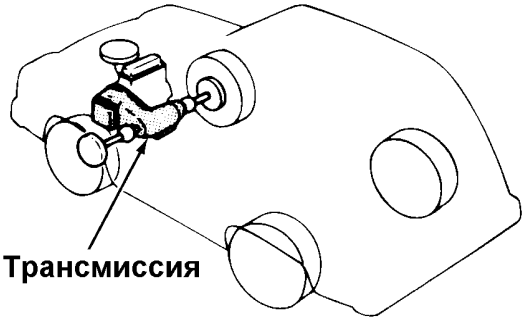


Рис.1-4

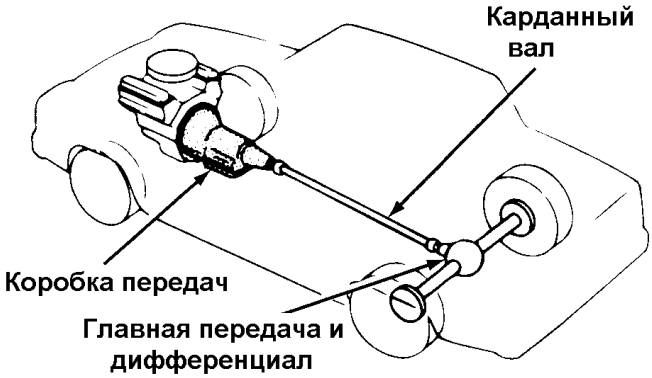


Рис.1-5

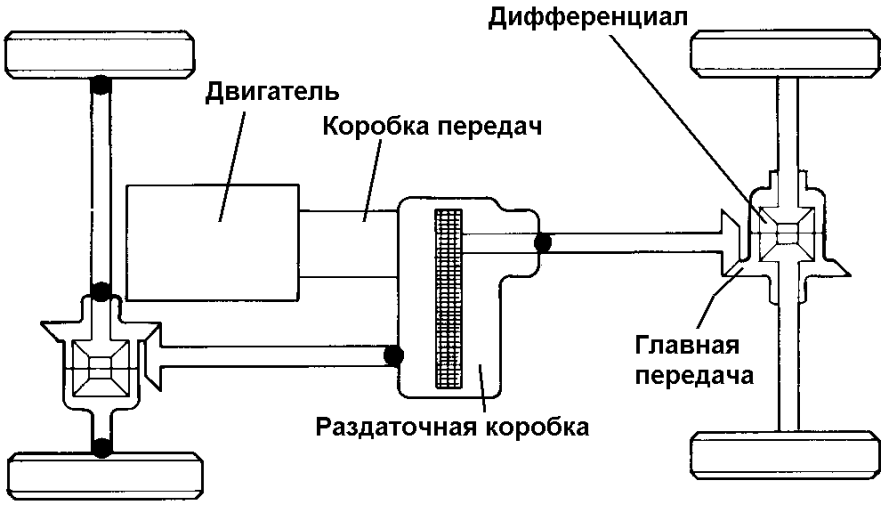


Рис.1-6

1.2. ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

Гидродинамические передачи, используемые в транспортных машинах, разделяются на гидромуфты и гидротрансформаторы.

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.

Отсутствие жёсткой кинематической связи между валом двигателя и ведущими колесами машины допускает 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 и наоборот, то повышается надежность и долговечность агрегатов моторно-трансмиссионной установки автомобиля. Лопастные колеса 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 ATF.

Гидротрансформатор способен повышать передаваемый от двигателя крутящий момент в соответствии с изменением внешней нагрузки. Коэффициент трансформации может достигать 2-3 единиц только в момент начала движения, затем постепенно снижается, что недостаточно для движения автомобилей в различных дорожных условиях. Поэтому трансмиссия автомобиля должна включать в себя коробку передач.

1.3. 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 колесах и, соответственно, скорости движения автомобиля в более широких пределах, чем это позволяет гидротрансформатор. Кроме того, коробка передач должна обеспечивать движение машины задним ходом, пуск двигателя и его работу без нагрузки (холостой ход).

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

- коробки передач с неподвижными осями (вальные)
- планетарные коробки передач.

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

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. Как правило, в состав планетарных коробок передач современных автомобилей входят два или три планетарных ряда.

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

- меньшую напряженность 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 автомобилях позволяет сократить время, затрачиваемое на переключение передач и существенно упрощает задачу автоматизации процесса управления.

Для управления переключениями в планетарной коробке передач используются фрикционные элементы управления (рис.1-7), действие которых основано на использовании сил трения, возникающих при взаимодействии 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 неуправляемые (обгонные муфты) и управляемые (дисковые и ленточные тормоза и дисковые муфты).

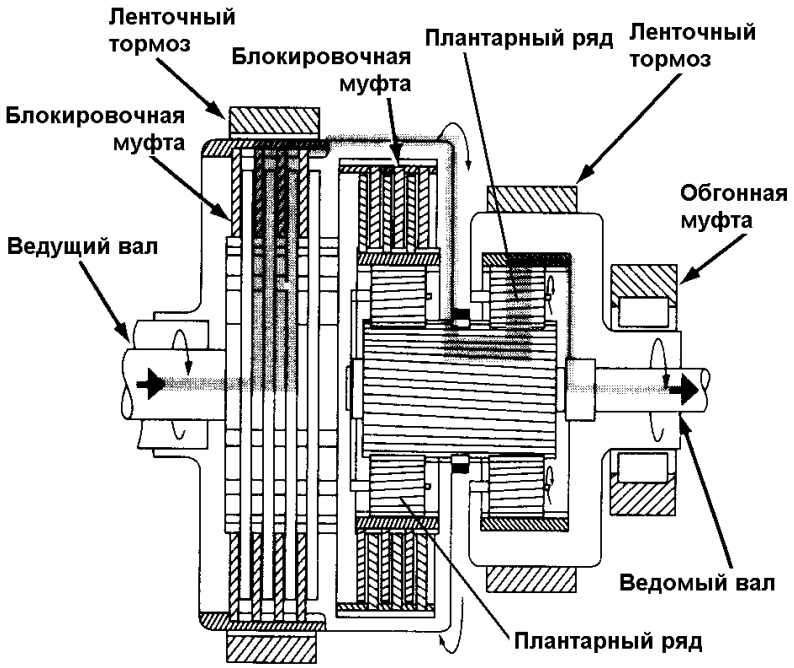


Рис.1-7

Система управления АКПП

Управление фрикционными элементами АКПП осуществляется с помощью гидравлических сервоприводов, которые преобразовывают давление трансмиссионной жидкости 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 годов прошлого столетия эти системы были полностью гидравлическими, причем, 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.1-8).

Начиная с 1983 года, в трансмиссиях с АКПП начали внедряться 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.

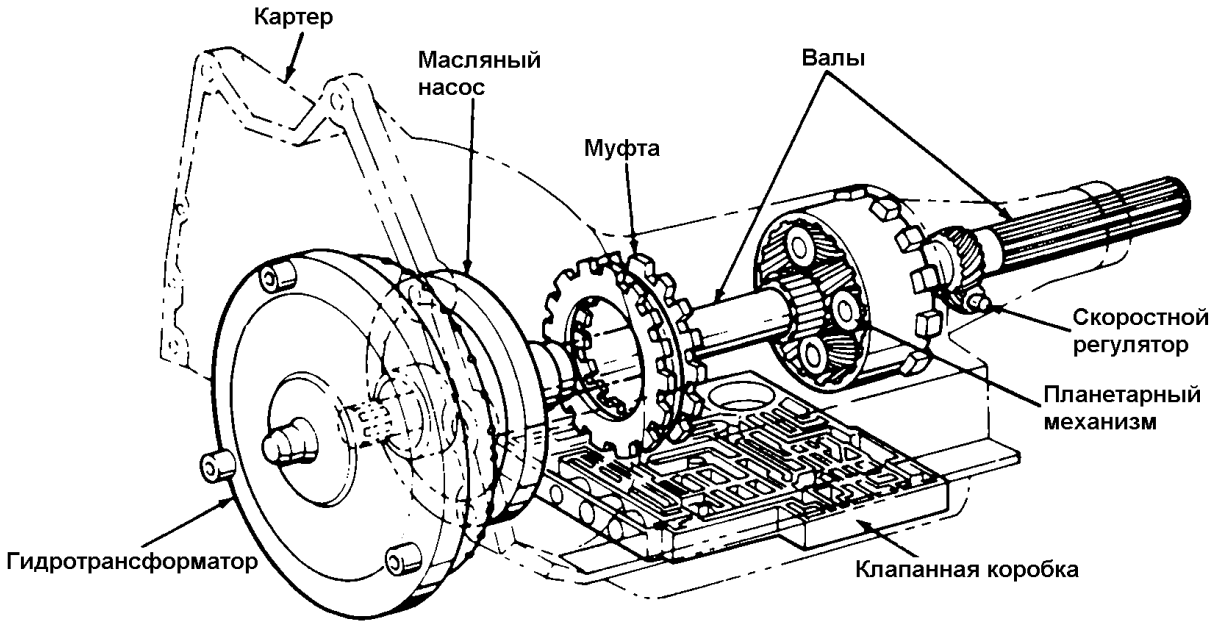


Рис.1-8

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

- измерительную;
- анализирующую;
- исполнительную.

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

- скоростной регулятор, формирующий давление, пропорциональное скорости движения автомобиля;
- клапан-дроссель 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 ATF 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 различных датчиков. На основании анализа этих сигналов вырабатываются соответствующие команды для исполнительных устройств (соленоидов).

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

Насос

Сердцем всей системы управления, несомненно, является насос. Он обеспечивает давление в системе управления коробкой передач и в системах ее смазки и охлаждения. Насос располагается, как правило, между гидротрансформатором и коробкой передач (рис.1-8). Привод насоса осуществляется непосредственно от коленчатого вала двигателя.

В существующих трансмиссиях используются два типа насосов:

- постоянной производительности;
- переменной производительности.

1.4. ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА И ДИФФЕРЕНЦИАЛ

Главная передача и дифференциал обычно компонуются 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 колесам. 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 градусов, и привести в соответствие направление вращения коленчатого вала двигателя и ведущих колес. Особенностью гипоидных передач является то, что ось ведущей шестерни располагается ниже оси зубчатого колеса (рис.1-9). Это позволяет уменьшить глубину тоннеля для установки карданного вала, что весьма благоприятно для компоновки пассажирского салона.

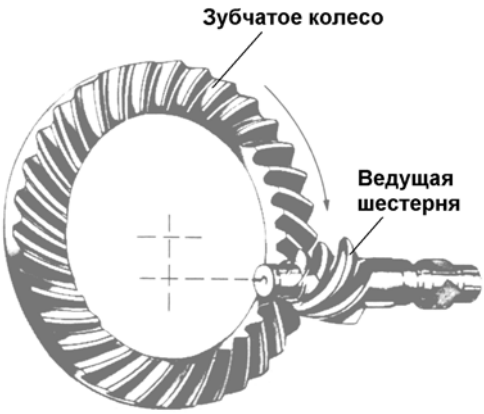


Рис.1-9

В коробке передач автомобилей с поперечным расположением двигателя в качестве главной передачи используются либо косозубая цилиндрическая передача (рис.1-10), либо планетарный ряд (рис.1-11).

В трансмиссиях переднеприводных автомобилей с продольным расположением двигателя в главной передаче используются конические шестерни со спиральными зубьями (рис.1-12).

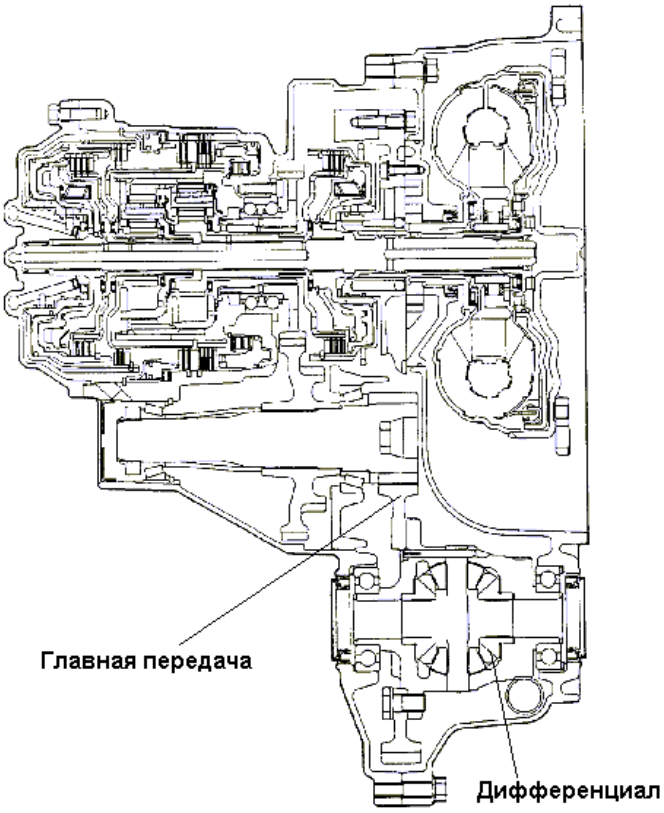


Рис.1-10

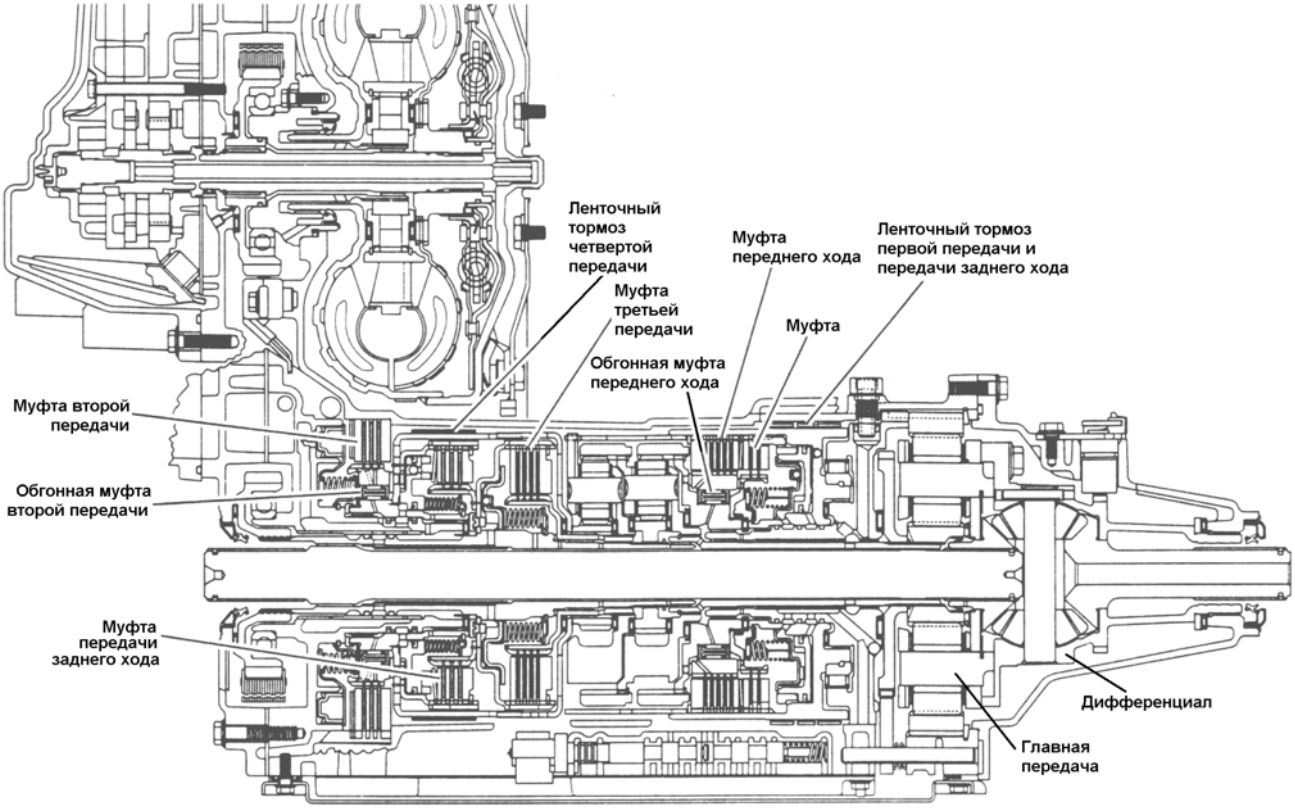


Рис.1-11

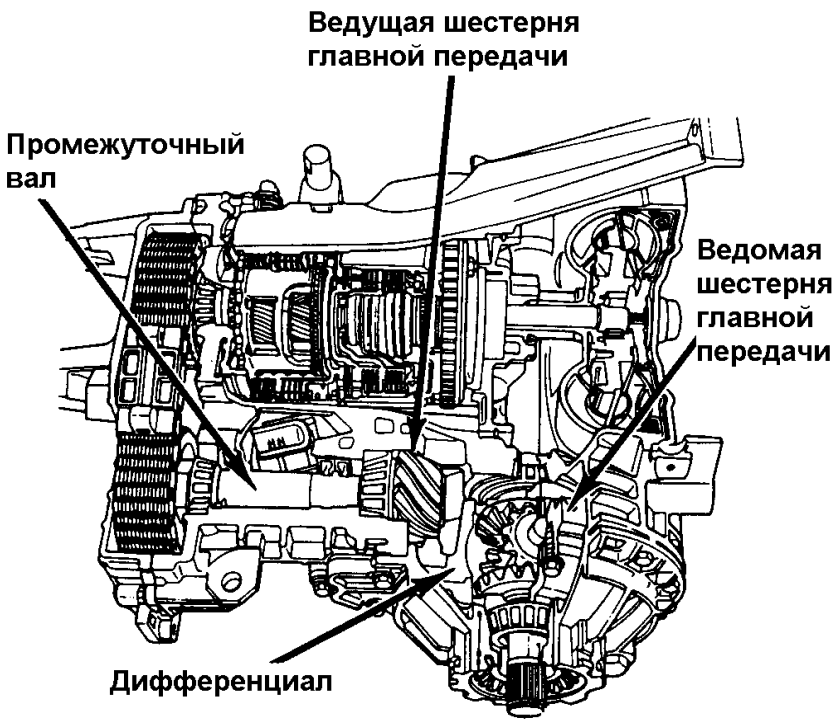

Ведущая шестерня
главной передачи
Промежуточный
вал
Ведомая
шестерня
главной
передачи
Дифференциал

Рис.1-12

2. РАБОЧАЯ ЖИДКОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ (ATF)

Развитие технологий производства автоматических трансмиссий направлено на уменьшение их габаритов. Компании, производящие автомобили, стремятся создать автоматические трансмиссии, не требующие замены ATF (**A**utomatic **T**ransmission **F**luid – жидкость для автоматических трансмиссий) в процессе эксплуатации. Поэтому условия функционирования рабочей жидкости и требования к ее качеству выходят на первый план. Основные функции рабочей жидкости следующие:

- обеспечение передачи крутящего момента от двигателя к трансимисии (в гидротрансформаторе);
- обеспечение работы гидравлической системы управления;
- обеспечение работы фрикционных муфт и тормозов
- смазка деталей АКПП, гидротрансформатора и в некоторых трансмиссиях, главной передачи и дифференциала;
- осуществление отвода тепла и продуктов износа из АКПП и гидротрансформатора
-

Требования к рабочей жидкости

Обеспечение необходимого коэффициента трения

В автоматической трансмиссии применяются работающие в ATF многодисковые фрикционные муфты, включение и выключение которых обеспечивает рабочая жидкость. Отсутствие абразивных примесей в рабочей жидкости способствует увеличению срока межремонтной эксплуатации пластин и дисков фрикционов автоматической трансмиссии. Необходимо, чтобы рабочая жидкость обладала достаточными смазывающими свойствами. Также, необходимо сбалансированность статического и динамического коэффициента трения, обеспечиваемого рабочей жидкостью. Например, низкие значения динамического коэффициента трения приводят к дополнительной пробуксовке фрикционов, увеличивая время их включения. Большие значения статического коэффициента трения вызывают резкое увеличение передаваемого момента на заключительном этапе включения фрикциона, что приводит к появлениям рывков. Рывки при переключении вызывают негативные ощущения у водителя.

Жидкость не должна быть склонна к образованию пузырьков

Образование пузырьков в рабочей жидкости приводит к снижению давления, создаваемого циркуляционным насосом. При этом в целом ухудшается работа гидравлической системы автоматической трансмиссии. Рабочая жидкость, имеющая большую вязкость, в большей мере склонна к образованию пузырьков.

Для снижения интенсивности образования пузырьков в автоматических трансмиссиях применяют жидкости с относительно небольшой вязкостью.

Жидкость должна обладать хорошей текучестью при низких температурах

Если вязкость рабочей жидкости при низких температурах велика, работа гидравлической системы автоматической трансмиссии ухудшается. Снижение производительности циркуляционного насоса приводит к снижению рабочего давления. Это, в свою очередь, может привести к пробуксовке фрикционов, их перегреву, и выходу из строя.

Жидкость должна обладать малым коэффициентом теплового изменения вязкости

Изменение вязкости рабочей жидкости должно быть незначительным в широком диапазоне температур. С одной стороны, вязкость жидкости при низких температурах должна быть невелика, с другой стороны, при повышении температуры изменение вязкости должно быть незначительным. В противном случае снижение вязкости может привести к ухудшению смазки деталей трансмиссии.

Жидкость не должна образовывать осадка

Ввиду того, что рабочая жидкость сильно нагревается в процессе работы, она не должна образовывать осадка. Отложение осадка на трущихся поверхностях многодисковых фрикционов может привести к их пробуксовке. Отложение осадка в каналах гидросистемы приводит к её неправильной работе.

Жидкость не должна быть агрессивна по отношению к материалам уплотнений

В автоматической трансмиссии используется большое количество различных резиновых и пластиковых уплотнений. Отвердение или деформация уплотнений могут привести к возникновению неисправности в результате утечек ATF через повреждённые уплотнения.

Первые стандарты на рабочую жидкость для автоматических трансмиссий были разработаны компаниями Ford и General Motors. (Табл. 2.1) Однако, в последние годы производители автомобилей стремятся использовать собственные уникальные рабочие жидкости взамен сертифицированным GM или Ford.

Год	GM	Ford
1949	ТипА	
1957	ТипА, индексА	
1959		M2C33A/B
1961		M2C33C/D
1967	DEXRON	M2C33E/F
1972		
1973	DEXRON II	M2C33G
1975		M2C138CJ

Табл. 2.1

Основные причины ухудшения свойств рабочей жидкост:

- увеличение температуры рабочей жидкости при перегреве двигателя или при эксплуатации в тяжелых условиях;
- пробуксовка многодисковых фрикционов автоматической трансмиссии;
- ухудшение свойств рабочей жидкости в результате длительной эксплуатации.

Зависимоть срока службы ATF от температуры

Рисунок 2-1 иллюстрирует результаты проведенного в США исследования долговечности рабочей жидкости. На рисунке показано соотношение между рабочей температурой рабочей жидкости и сроком ее службы до замены, выраженном в километрах пробега. Например, при эксплуатационной температуре 80°С пробег до замены рабочей жидкости превышает 84000 км. При температуре 100°С жидкость необходимо заменять приблизительно каждые 80000 км. Дальнейшее увеличение эксплуатационных температур приблизительно на 15°С приводит к изменению цвета и значительному ухудшению свойств рабочей жидкости. Пробег между заменами рабочей жидкости в этом случае уменьшается до 40000 км. Увеличение эксплуатационной температуры до 150°С вызывает повышенное буксование фрикционов, что приводит к необходимости замены рабочей жидкости после 6400 км пробега. Увеличение эксплуатационных температур до 160°С вызывает температурные повреждения многодисковых фрикционов, рабочая жидкость карбонизируется, повреждая уплотнения трансмиссии. Такие результаты получили американские исследователи долговечности рабочей жидкости. Как следует из изложенного выше, увеличение эксплуатационной температуры жидкости ускоряет процесс ухудшения ее свойств. Ухудшение свойств рабочей жидкости приводит к изменению ее цвета.

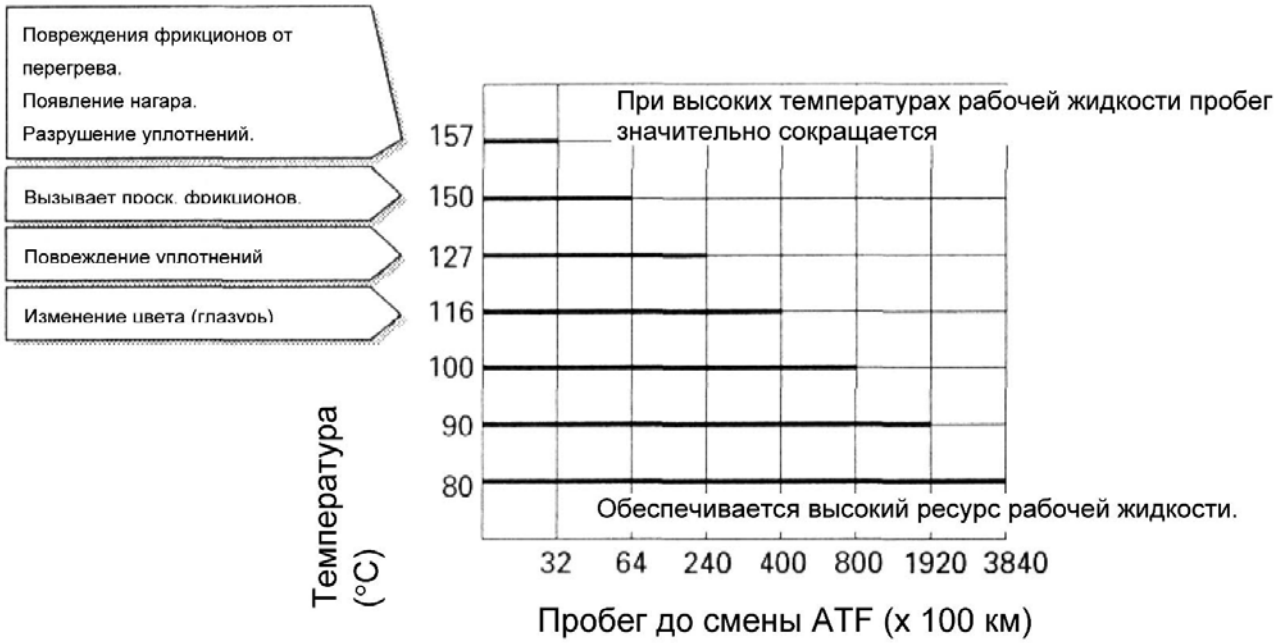


Рис. 2-1

Современные тенденции

Автомобили с автоматической трансмиссией завоевывают все большую популярность на рынках. Последние достижения в области электронной техники позволили создать сложные системы управления автоматической трансмиссией. С уменьшением габаритов автоматической трансмиссии уменьшились объёмы, используемой в ней рабочей жидкости, и требования к стабильности свойств ATF значительно возросли.

На автомобилях ММС должна использоваться рабочая жидкость “Diaqueen ATF SP (SP-II, SP-IIM, SP-III)” или аналогичная ей.

Примечание:

Рабочие жидкости аналогичные по свойствам “Diaqueen ATF SP” выпускаются компаниями BP и Castrol в соответствии с сертификатами ММС. Эти ATF попадают на рынок по каналам распространения продукции BP и Castrol.

В настоящее время существует большое количество различных типов ATF, выпускаемых разными производителями. Основные технические характеристики некоторых ATF приведены в таблице 2.2.

	Плотность при 15°С, кг/м^3	Кинематическая вязкость при 40°С, сСт	Кинематическая вязкость при 100°С, сСт	Индекс вязкости	Температура застывания, °С	Температура свпышки, °С
Dexron II	846	31	7.0	195	-53	216
Dexron IIE	839	33	7.5	205	-48	200
Dexron III	848	34	7.5	194	-53	212
Autran MM-SP II	870	37	7.5	172	-42	196
Mobil ATF (Dexron III)	863	35	7.9	211	-48	196
Mobil ATF 200	890	44	7.8	149	-40	208
Mobil ATF 210	880	41	8.5	192	-45	202
Mobil ATF 220	870	36	7.0	161	-45	208
Mobil SHC	834	33	7.4	200	-42	210
ESSO ATF D (21065) *1)	868	36	7.2	?	-39	210
ESSO ATF D (21611)	873	40	7.6	?	-42	210
ESSO ATF F-30320 (Dexron III)	868	34	7.4	?	-42	188
ESSO ATF LDS	839	32	7.5	?	-51	212
ESSO ATF LT 71141	855	37	7.3	?	-54	219
ESSO ATF Type Suffix A *2)	880	35	6.9	?	-39	202
Nippon Mitsubishi Dexron 3 ATF SP-III	?	39	7.8	176	-54	?
ATF +3 (Type 7176)	869	36	7.6	188	-48	194

Таблица 2.2

*1) Соответствует спецификации GM до 92 г.
*2) Соответствует спецификации GM Type A Suffix A

Процедура проверки уровня рабочей жидкости

1) Запаркуйте автомобиль на горизонтальной поверхности.

2) Доведите температуру рабочей жидкости автоматической трансмиссии до нормальной (70 - 80°C).

3) Переведите двигатель в режим холостых оборотов.

4) Последовательно переместите рычаг селектора в каждое из положений на 30 секунд. Затем переместите рычаг в положение “N”.

5) Вставьте щуп для измерения уровня рабочей жидкости в направляющую трубку и проверьте уровень жидкости (рис. 2-2).

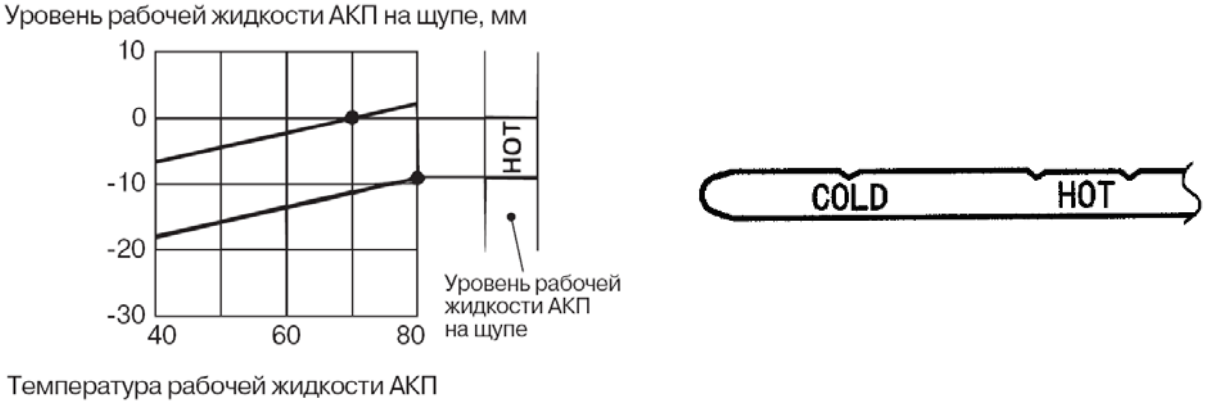


Рис. 2-2

3. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПЕРДАЧИ

Любая гидродинамическая передача состоит из двух или более лопастных колес.

Лопастное колесо, соединенное с источником энергии (двигателем), называют насосным, а колесо, соединенное с потребителем энергии (ведущими колесами), - турбинным.

В гидродинамической передаче, в дальнейшем просто гидропередаче, бесступенчато и автоматически, в зависимости от изменения внешней нагрузки, изменяется её передаточное отношение ***i***, т. е. отношение частоты вращения ведомого вала (вала турбинного колеса) n_T к частоте вращения ведущего вала (вала насосного колеса) n_H:

$$i = \frac{n_T}{n_H}.$$

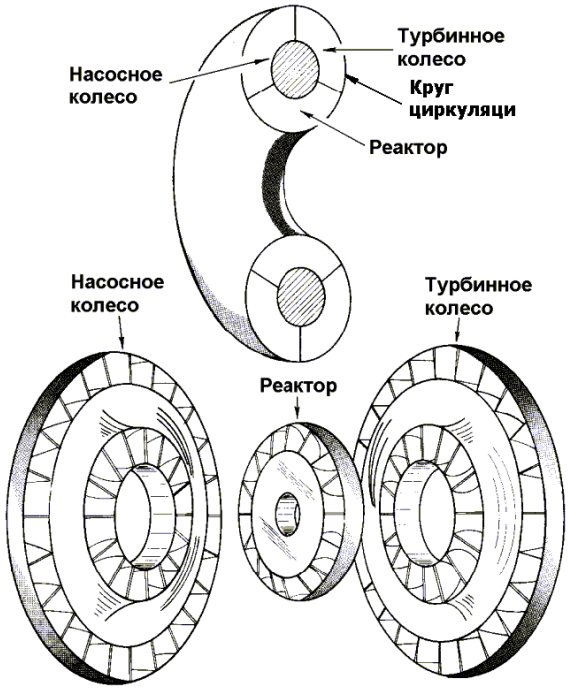


Рис. 3-1

Лопастные колеса гидропередачи образуют в плоскости оси вращения круг циркуляции жидкости (рабочую полость) (рис. 3-1).

Каждое лопастное колесо гидропередачи состоит из закрепленных на общем основании лопастей, по межлопастным каналам которых движется трансмиссионная жидкость, переходящая под действием развивающихся при вращении колеса центробежных сил из одного лопастного колеса в другое. В большинстве конструкций для снижения потерь мощности выход одного колеса максимально сближают с входом в другое лопастное колесо.

Гидропередачи в зависимости от того, как происходит передача момента от насосного колеса к турбинному, подразделяют на:

- гидродинамические муфты (гидравлические муфты или гидромуфты);
- гидродинамические трансформаторы (гидравлические трансформаторы или гидротрансформаторы).

3.1. ГИДРОМУФТА

Гидромуфта - это наиболее простая по устройству гидропередача, состоящая только из насосного и турбинного колеса (рис.3-2).

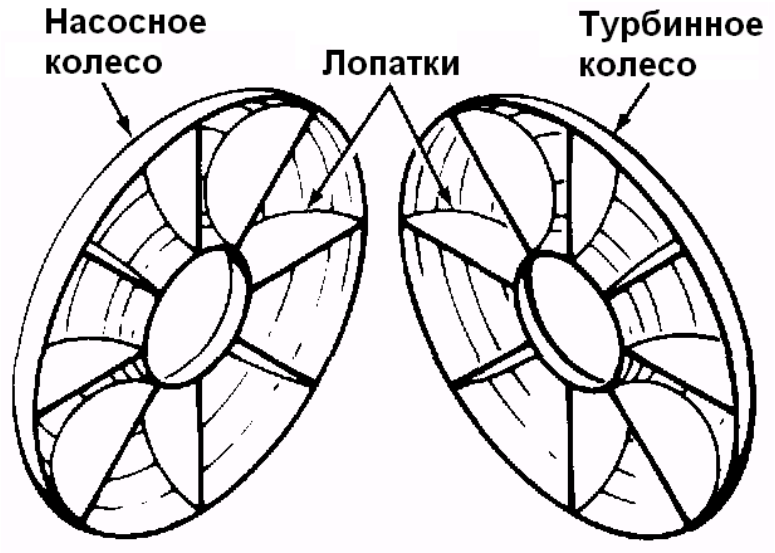


Рис.3-2

Насосное колесо приводится во вращение двигателем, с которым оно соединяется через маховик или стальную пластину. Турбинное колесо соединяется с ведущим валом коробки передач.

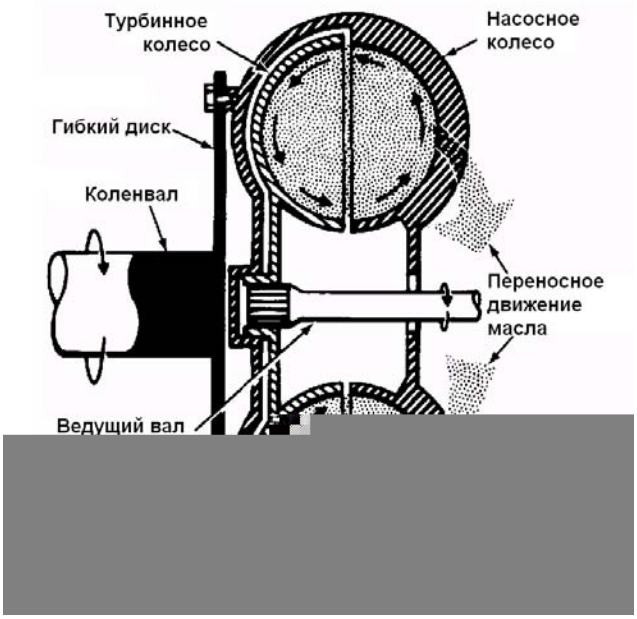
Гидромуфта постоянно заполнена трансмиссионной жидкостью. При вращении насосного колеса жидкость, находящееся между его лопатками, под действием центробежной силы устремляется к периферийной части, и, благодаря изогнутой форме поперечного сечения насосного колеса выходит из него и сразу же попадает в турбинное колесо (рис.3-3), где она, воздействуя на лопатки, отдает турбинному колесу часть своей энергии. В результате турбинное колесо начинает вращаться.

Находясь в насосном колесе, трансмиссионная жидкость совершает сложное движение: переносное, вращаясь вместе с насосным колесом, и относительное, двигаясь между лопатками от его внутренней части к периферии (рис.3-3).

Величина крутящего момента на турбинном колесе определяется кинетической энергией переносного движения жидкости, величина которой в свою очередь пропорциональна квадрату частоты вращения насосного колеса или двигателя.

Следует отметить одно весьма важное обстоятельство. Если угловая скорость одного из колес гидромуфты намного больше угловой скорости другого колеса, то, как показывают исследования, поток жидкости в круге циркуляции становится турбулентным (рис.3-4), что приводит к значительному снижению КПД гидромуфты. Возникновение такого потока нежелательно, поэтому необходимо

вносить в конструкцию муфты такие конструктивные элементы, которые предотвращали бы возникновение турбулентного потока.



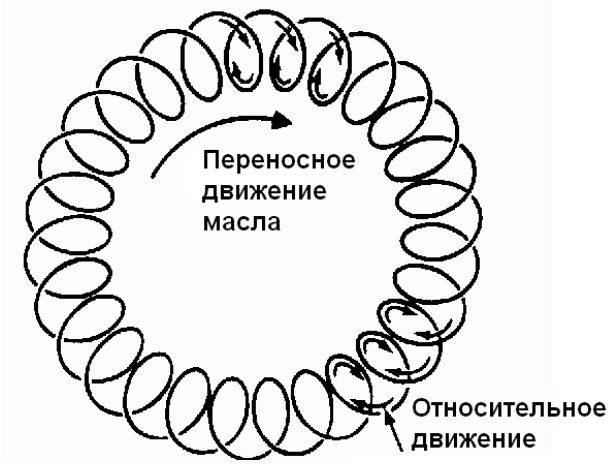


Рис.3-3

Один из способов ограничить вероятность возникновения в гидромуфте турбулентного потока – установка направляющего кольца (рис.3-5). Использование такого кольца внутри гидромуфты способствует формированию сглаженного (близкого к ламинарному) потока жидкости и, соответственно, повышению КПД гидромуфты.

Рис.3-4 Рис.3-5

Рассмотрим работу гидромуфты в процессе разгона автомобиля. В начале движения насосное колесо, жёстко соединенное с коленчатым валом двигателя, вращается, а турбинное колесо остается неподвижным, это состояние соответствует, нулевому значению передаточного отношения гидромуфты (i=0). Такой режим работы любой гидропередачи принято называть «стоповым» режим работы. На «стоповом» режиме неподвижная турбина, практически, не создает

Принцип действия регулятора давления

Регулятор давления 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 клапана действует пружина, а к другому подводится давление (рис.6-11).

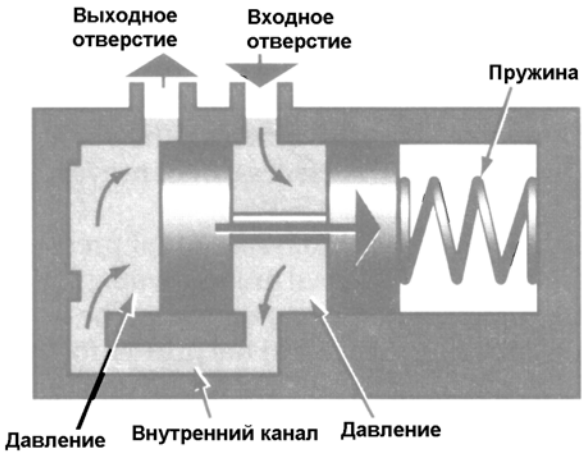


Рис. 6-11

В начальный момент клапан под действием пружины находится в крайнем левом положении. В таком положении он открывает входное отверстие и перекрывает своим левым пояском выходное отверстие. При поступлении в клапан жидкости, в кольцевой канавке и в левой полости клапана начинает формироваться давление, которое создает на левом торце клапана силу, пропорциональную величине формируемого давления и площади торца клапана. Как только, сила давления достигнет величины, способной деформировать пружину, клапан начнет перемещаться вправо, открывая при этом выходное отверстие и перекрывая входное отверстие. В результате ATF устремится в выходное отверстие и давление в клапане начнет уменьшаться. Сила давления на левый торец клапана уменьшается, и клапан под действием пружины начнет перемещаться влево. Выходное отверстие перекрывается, а входное вновь откроется. Давление в клапане опять возрастет, и процесс повторится вновь. Результатом такой работы клапана будет определенное устойчивое давление в выходной магистрали. Величина этого давления определяется, прежде всего, жёсткостью пружины. Чем жестче пружина, тем выше давление в выходной магистрали.

В некоторых регуляторах давления к клапану со стороны пружины подводится дополнительно 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.

Электромагнитные клапаны (соленоиды) регулирования давления

В системах управления с электронным блоком управления для регулирования давления в основной магистрали используются PWM-соленоиды или по-другому Duty Control-соленоиды (рис.6-12).

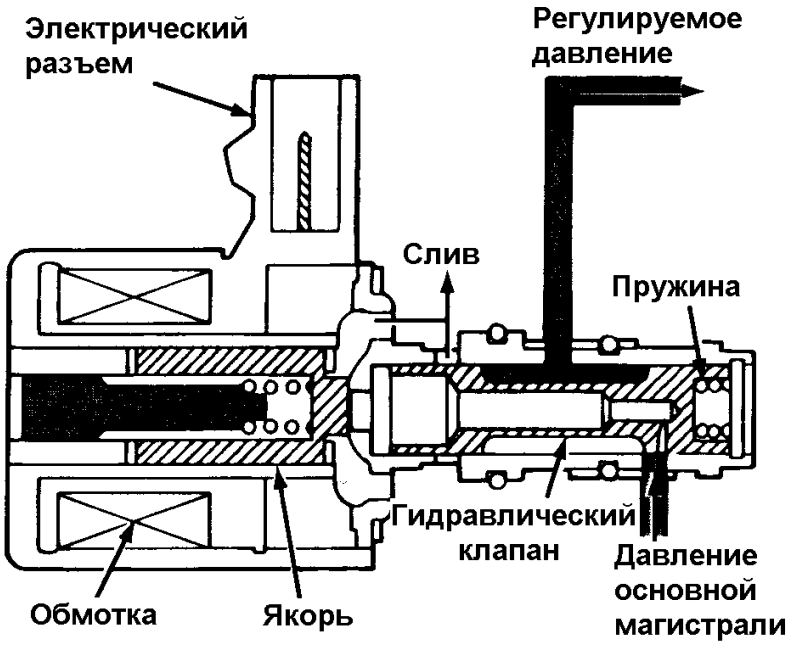


Рис. 6-12

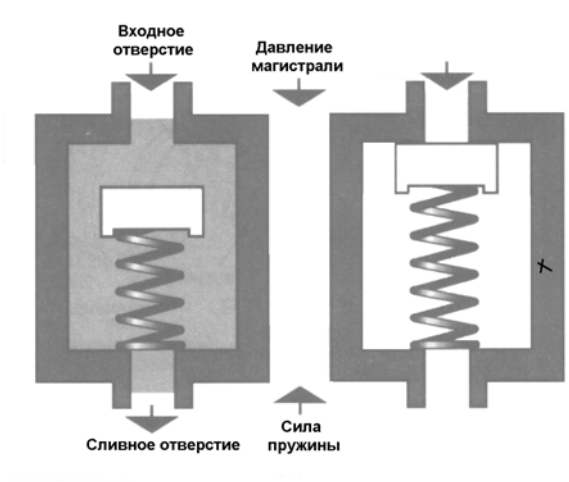
Для управления такими соленоидами электронный блок непрерывно посылает сигналы определённой частоты. Управление заключается в изменении времени включенного состояния соленоида по отношению ко времени выключенного состояния при неизменной частоте сигнала, в зависимости угла открытия дроссельной заслонки, скорости автомобиля и других параметров. При этом 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.

Предохранительный клапан

Назначение предохранительного клапана заключается в предохранении магистрали, в которой он установлен, от чрезмерно высокого давления. В случае, когда давление превысит определенную величину, сила давления, действующая на клапан, сжимает его пружину, и клапан открывается, соединяя при этом магистраль со сливом в поддон (рис.6-13). Давление в магистрали и, следовательно, сила давления быстро уменьшаются, и пружина вновь закроет клапан.

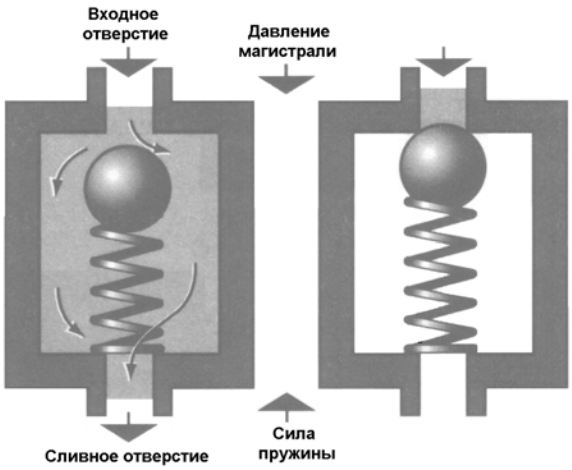
Отсутствие предохранительного клапана может приводить к нежелательным последствиям, как, например, разрушение уплотнений, появлению утечек и т.п. Поэтому в гидроситеме управления АКПП, как правило, используется несколько предохранительных клапанов.

Предохранительные клапаны бывают двух типов: тарельчатые (рис.6-13) и шариковые (рис.6-14).



Клапан открыт Клапан закрыт

Рис. 6-13



Клапан открыт Клапан закрыт

Рис. 6-14

Клапаны, управляющие потоками жидкости

Клапаны, управляющие потоками жидкости или клапаны переключения, направляют ATF 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 жидкости в одной магистрали (рис.6-15). Одноходовой клапан очень похож на предохранительный клапан, за исключением того, что при открытии клапана ATF попадает не в поддон, а в какую-то магистраль. Пока, давление не достигнет определенной величины, пружина подпирает шарик и не позволяет, таким образом, жидкости перемещаться по магистрали, где установлен этот клапан. При определенном давлении, которое также определяется жёсткостью пружины, клапан открывается и ATF попадает в магистраль (рис.6-15а). Движение жидкости через клапан будет происходить до тех пор, пока давление не станет меньше заданной пружиной величины. Движение жидкости в обратном направлении через одноходовой клапан невозможно.

Второй тип одноходового клапана – клапан, в котором сила пружина 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.

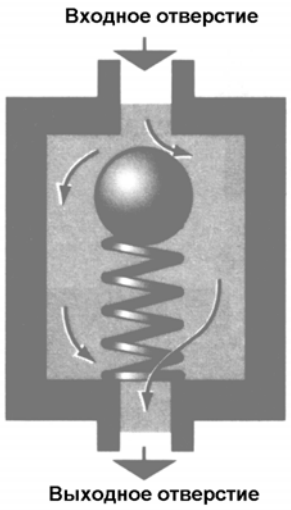


Рис. 6-15 а)

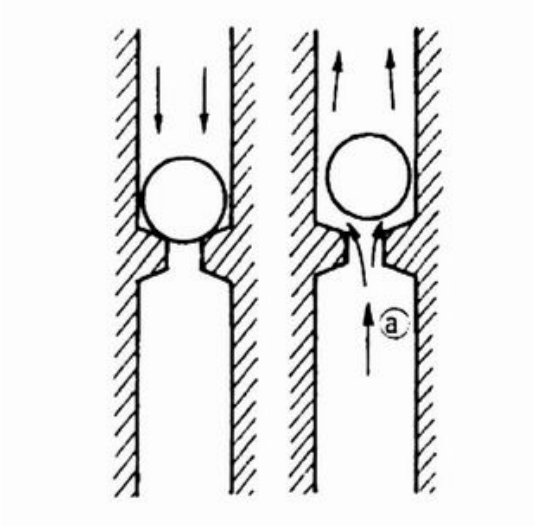


Рис. 6-15 б)

Двухходовые клапаны

Двухходовой клапан управляет потоками жидкости одновременно в двух магистралях, направляя поток ATF в выходную магистраль либо из левой входной магистрали, либо из правой входной магистрали (рис.6-16).

При поступлении жидкости из правой входной магистрали шарик перекатывается и садится в левое седло клапана, перекрывая тем самым доступ жидкости в левую входную магистраль (рис.6-16а). ATF из правой входной магистрали через клапан направляется в выходную магистраль. В случае, если жидкость подводится к клапану через левую входную магистраль, шарик перекрывает правую входную магистраль (рис.6-16б), обеспечивая тем самым доступ ATF из левой входной магистрали в выходную магистраль.

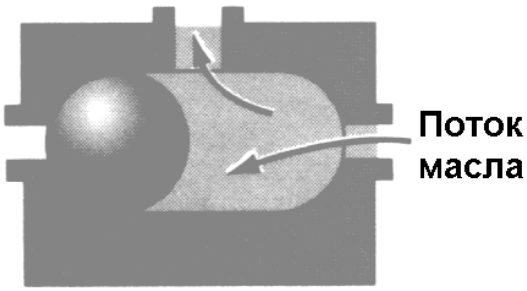


Рис. 6-16 а)

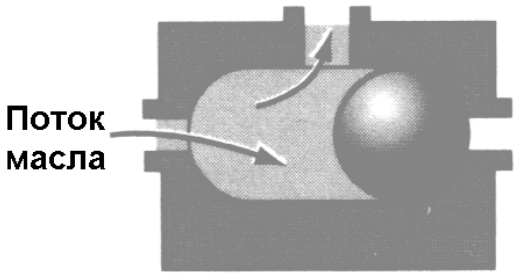


Рис. 6-16 б)

Шарики клапанов, управляющих потоками жидкости 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 седла клапана. Шарики, изготовленные из других материалов, меньше изнашивают седла клапана, но больше изнашиваются сами.

Клапан выбора режима (Manual Valve)

Клапан выбора режима (рис.6-17), является одним из основных управляющих элементов в гидравлической системе АКПП.

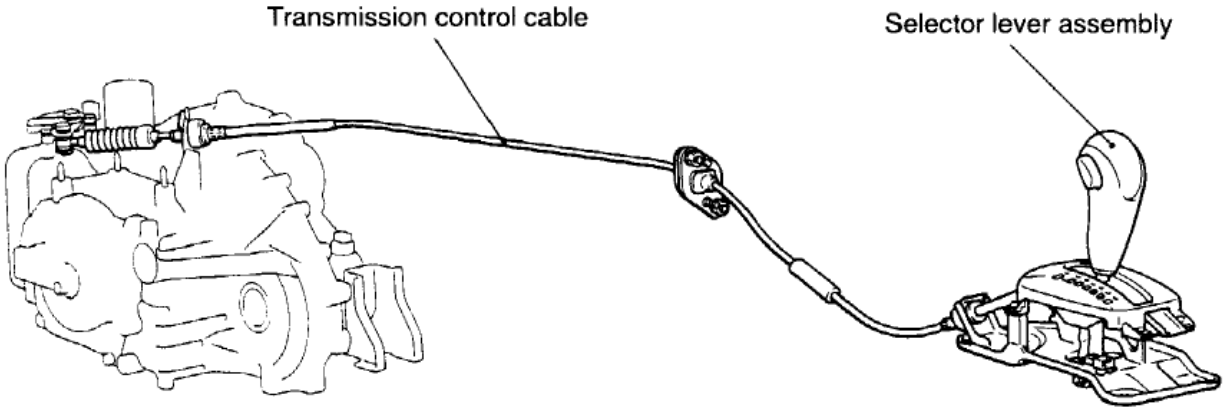


Рис. 6-17

Этот клапан имеет механическую связь с рычагом селектора режимов, установленного в салоне автомобиля. Перемещение селектора через механическую связь передается клапану выбора режима, каждое положение которого фиксируется с помощью специального механизма – гребёнки, поджимаемой пружинным фиксатором (рис.6-18).

Рис. 6-18

Основная задача клапана выбора режима распределить поток ATF таким образом, чтобы жидкость подводилась только к тем клапанам переключения, которые используются для включения разрешенных в данном режиме передач. К клапанам переключения передач, включение которых запрещено в выбранном режиме, ATF не подводится (рис.6-19).

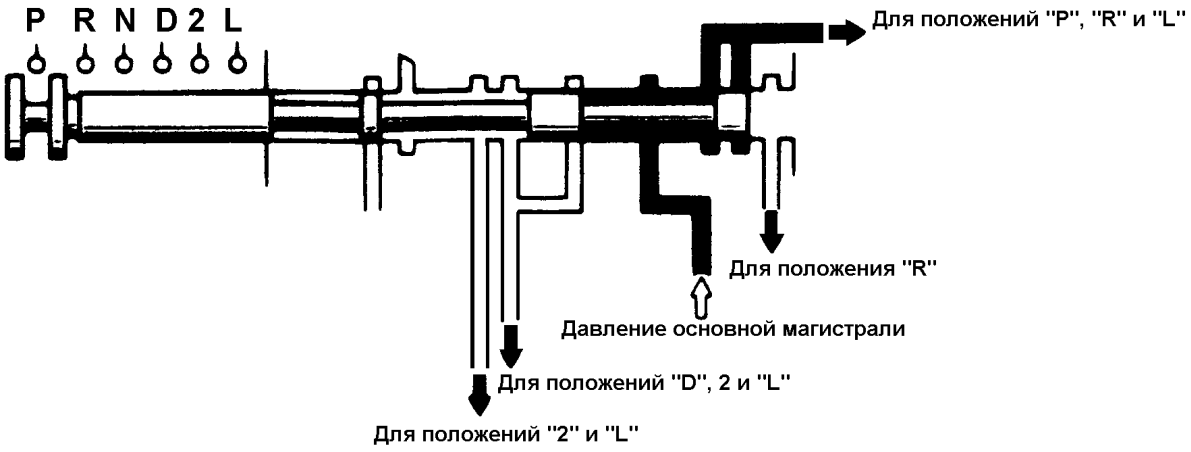


Рис. 6-19

Клапаны, формирующие вспомогательные давления

Основными параметрами состояния автомобиля, по соотношению которых в АКПП определяются моменты переключения передач, являются скорость движения автомобиля и загруженность двигателя, определяемая углом открытия дроссельной заслонки и оборотами коленчатого вала. 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 загруженности 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 использовать либо трос, либо система тяг и рычагов. Во втором способе для управления клапаном-дросселем используется вакуумный модулятор. Модулятор с помощью трубки соединен с задроссельным пространством впускного коллектора двигателя. Степень разряжения во впускном коллекторе и является задающим параметром для получения давления, пропорционального степени загруженности двигателя. Чем выше загрузка двигателя, тем выше давление, которое формирует клапан-дроссель. Часто давление клапана-дросселя называю TV-давлением, что происходит от английского словосочетания «**T**hrottle **V**alve 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 путем 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 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 определенное решение и выдается сигнал на соответствующий соленоид.

Клапаны переключения

Клапаны переключения предназначены для управления переключением передач (рис.6-20).

В чисто гидравлических системах управления моменты переключения определяются соотношением TV-давления и давления скоростного регулятора. Поэтому к одному торцу клапана подводится давление клапана-дросселя, а к другому давление скоростного регулятора (рис.6-20). В зависимости от соотношения этих давлений клапан может занимать крайнее нижнее положение (передача выключена) или крайнее верхнее положение (передача включена). С помощью пружины, действующей на торец клапана со стороны подвода TV-давления, можно осуществлять корректировку моментов включения и выключения передачи. Кроме того, пружина при отсутствии в гидросистеме давления удерживает клапан переключения в положении, соответствующему выключению передачи.

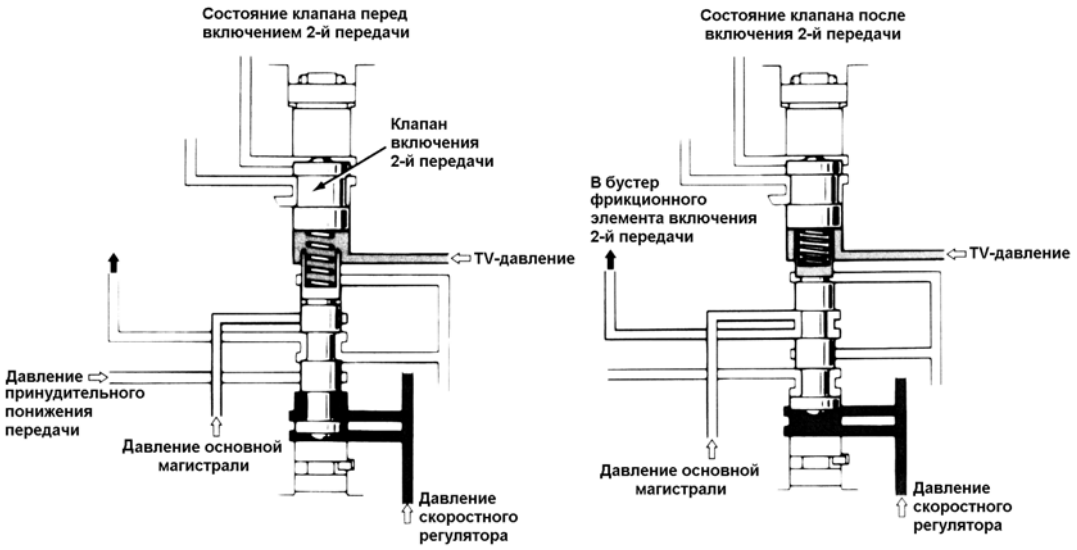


Рис. 6-20

Рассмотрим принцип работы клапана переключения несколько подробнее. В начальный момент суммарная сила упругости пружины и давления клапана-дросселя, действующая на правый торец клапана, больше силы давления скоростного регулятора, которая приложена к левому торцу клапана (рис.6-21а). Это обстоятельство определяет крайнее левое положение клапана. При этом клапан своим правым пояском перекрывает отверстие подвода давления основной магистрали и не позволяет, таким образом, жидкости пройти через клапан и попасть в гидропривод фрикционного элемента управления АКПП.

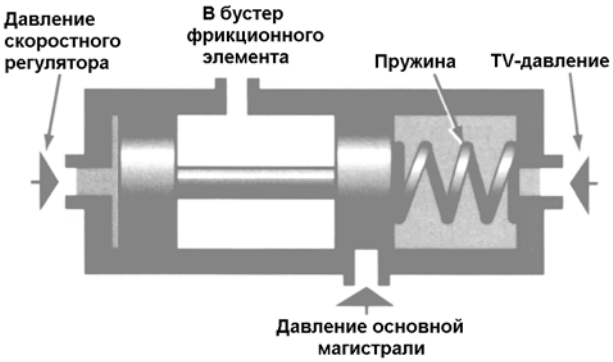


Рис. 6-21 а)

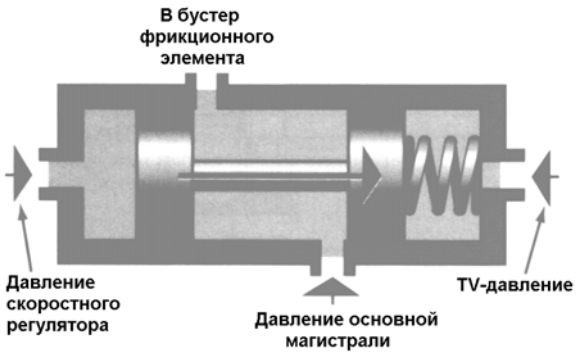


Рис. 6-21 б)

Как только сила давления скоростного регулятора, в результате роста скорости автомобиля, станет больше суммарной силы пружины и силы давления клапана-дросселя, так сразу же клапан переместится в крайнее правое положение (рис.6-21 б). При этом основная магистраль через клапан переключения соединяется с магистралью подвода давления в бустер фрикционного элемента управления, в результате чего начнется процесс переключения передачи.

6.2.4. КЛАПАННАЯ КОРОБКА

Большая часть клапанов системы управления АКПП расположено в клапанной коробке (рис.6-22). Корпус клапанной коробки чаще всего изготавливается из алюминиевого сплава. 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 клапаны. Кроме того, на торцевых поверхностях имеются отверстия для установки в них деталей многочисленных клапанов. Большинство клапанных коробок состоит из двух или трех частей, которые стягиваются между собой болтами, а между ними устанавливают сепараторные (разделительные) пластины с прокладками. Часть каналов гидросистемы, а иногда и часть клапанов располагаются в картере АКПП. Сепараторные пластины имеют большое количество калиброванных отверстий (жиклёров), через которые осуществляется сообщение между различными частями клапанной коробки.

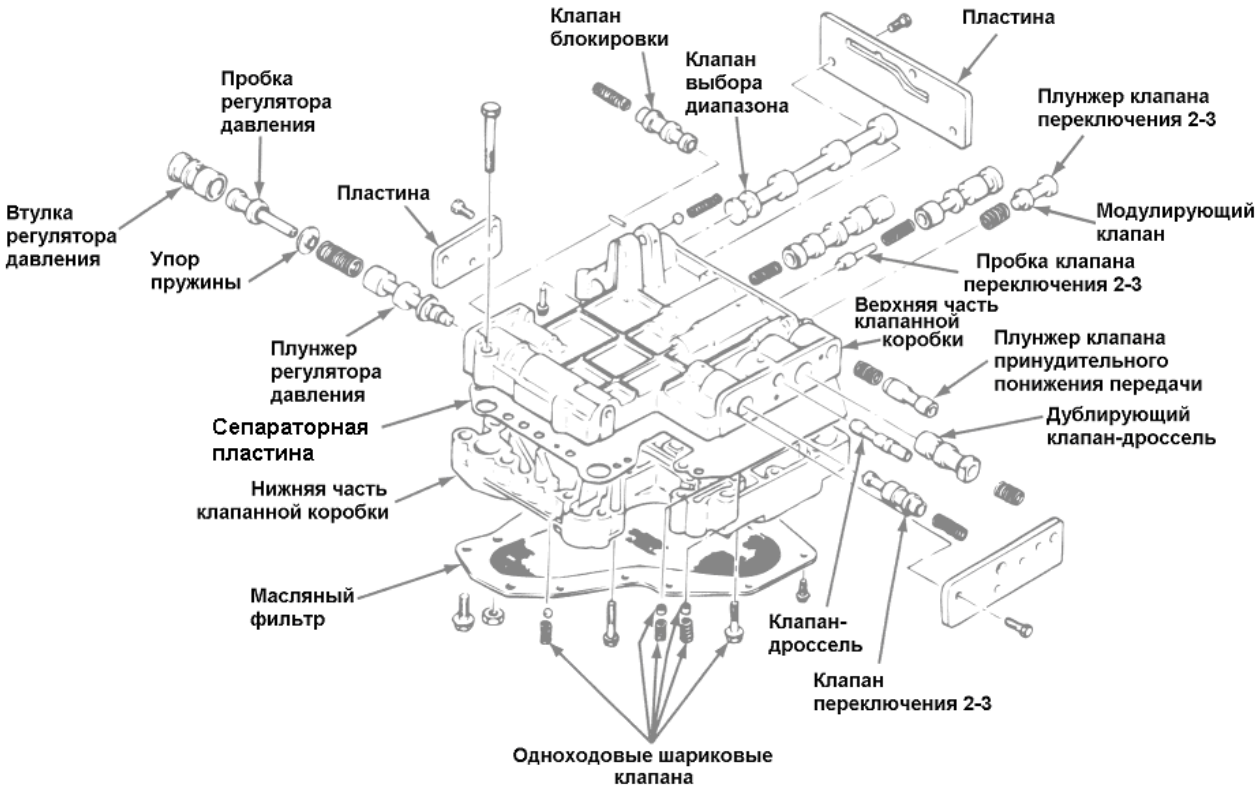


Рис. 6-22

Клапанные коробки АКПП современных автомобилей имеют в своем составе соленоиды (рис.6-23), наличие которых обеспечивает более качественное управление процессами, протекающими в системе управления АКПП.

Соленоид
переключения "B"
Соленоид
переключения "A"
Соленоид регулирования
давления в основной
магистрали
Соленоид управления
блокировкой
гидротрансформатора

Рис. 6-23

6.2.5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАГИСТРАЛИ

Насос всасывает ATF из поддона, которая затем, пройдя регулятор давления, попадает в клапанную коробку. В клапанной коробке происходит распределение потока жидкости к соответствующим сервоприводам, с помощью которых и осуществляется управление фрикционными муфтами и тормозами. Кроме того, часть жидкости из регулятора давления подается в систему подпитки и управления блокировочной муфтой гидротрансформатора. После гидротрансформатора ATF попадает в систему охлаждения, затем используется в системе смазки АКПП и вновь попадает в поддон.

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

6.2.6 ГИДРОЦИЛИНДР

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

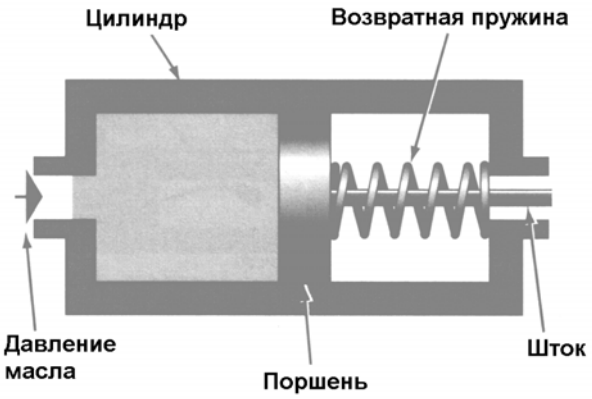


Рис. 6-24

Давление жидкости создает силу на поверхности поршня гидроцилиндра, которая вызывает перемещение поршня (рис.6-24). Величина этой силы пропорциональна площади поршня и давлению, действующего на поршень.

Термин гидроцилиндр, как правило, относится к механизму, который используется для включения ленточного тормоза (рис.6-25а). Если же речь идет о включении дискового тормоза или блокировочной муфты, то используется термин «бустер» (рис.6-25б), который представляет собой кольцевое пространство, куда подается ATF.

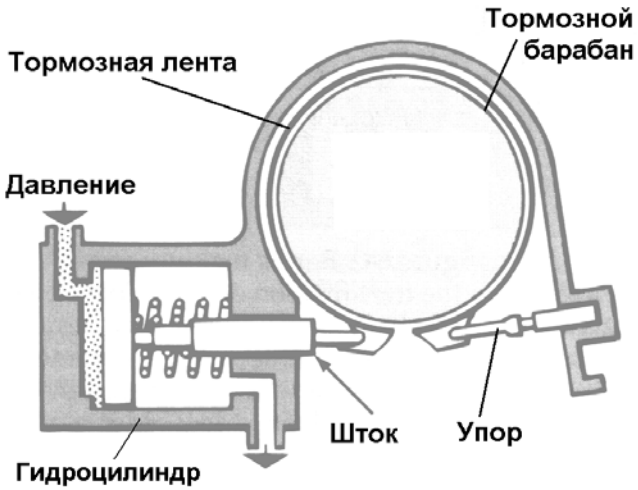


Рис. 6-25 а)

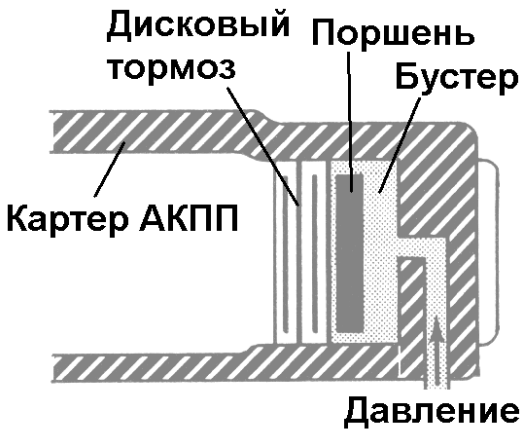


Рис. 6-25 б)

6.2.7. ЖИКЛЁРЫ И ГИДРОАККУМУЛЯТОРЫ

Второй основной задачей любой системы управления АКПП, после определения моментов переключения передач, является задача обеспечение 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 типа системы управления (чисто гидравлическая или электрогидравлическая). Если управление АКПП осуществляется с помощью электронного блока управления, то за качество переключения дополнительно отвечает еще 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.6-26). Жиклёр создает дополнительное сопротивление для движения жидкости, что позволяет, например, снизить скорость заполнения жидкостью гидроцилиндра или бустера фрикционного элемента управления.

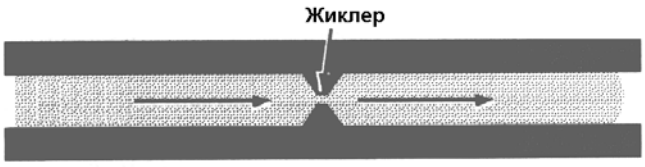
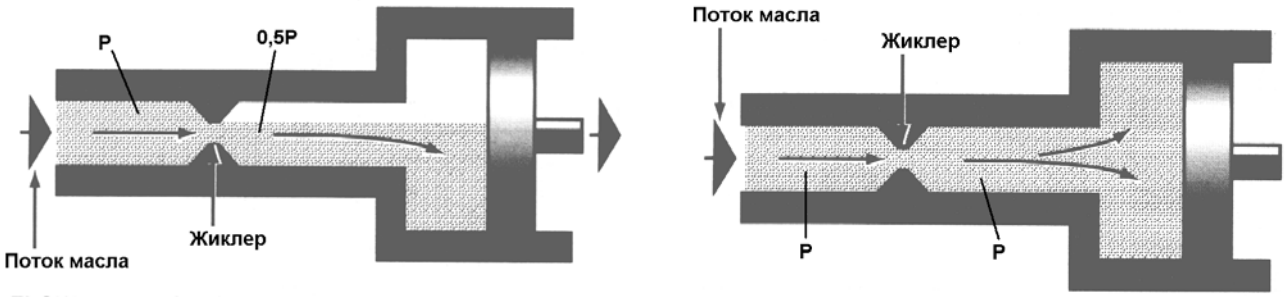


Рис. 6-26

Из-за резкого изменения поперечного сечения канала жидкость не может свободно проходить через жиклёр, и поэтому со стороны насоса создается повышенное давления, а за жиклёром формируется более низкое давление. Если за жиклёром нет тупика, т.е. жидкость 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.6-27), то давление по обе стороны жиклёра по истечении некоторого времени постепенно станет одинаковым.



В начале заполнения цилиндра После заполнения цилиндра

Рис. 6-27

Жиклёры используются в гидросистемах управления АКПП для обеспечения плавного нарастания давления или управления расходом жидкости. Как правило, жиклёры устанавливаются перед гидроцилиндром или бустером фрикционных элементов управления АКПП, где они совместно с гидроаккумуляторами формируют требуемый закон нарастания давления. 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 гидроприводу подводятся два канала (рис.6-28).

В одном канале устанавливается жиклёр, а во втором шариковый клапан одностороннего действия. Во время включения фрикционного элемента давление жидкости, подводимой из основной магистрали, прижимает шарик к седлу клапана (рис.6-28а). В результате жидкость 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.6-28б), и жидкость вытекает по двум каналам, что значительно увеличивает скорость его опорожнения.

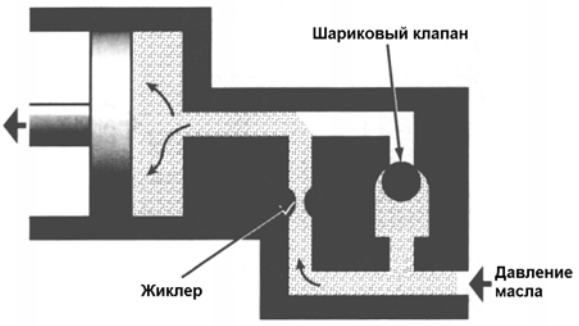


Рис. 6-28 а)

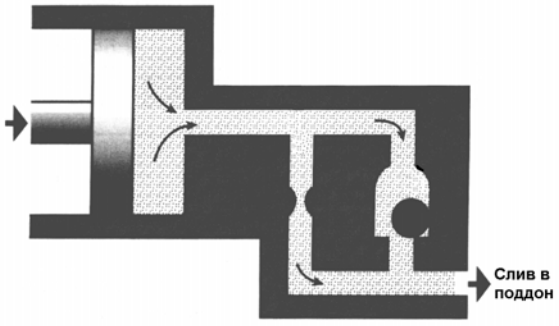


Рис. 6-28 б)

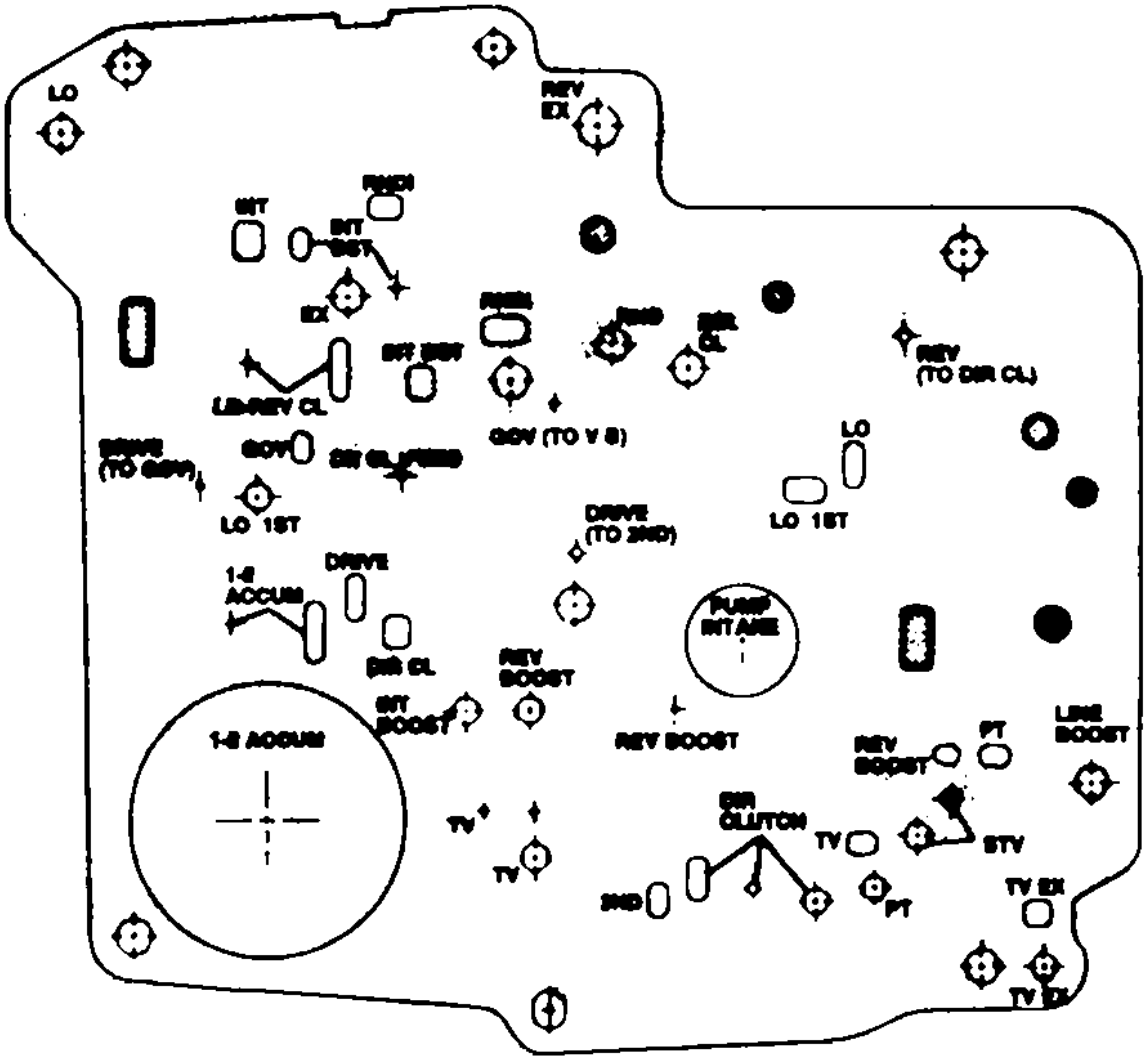


Рис. 6-29

Жиклёры, как правило, располагаются в сепараторной пластине клапанной коробки, и представляют собой отверстия вполне определенного диаметра (рис.6-29).

Гидроаккумуляторы

Гидроаккумулятор представляет собой обычный цилиндр с подпружиненным 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.6-30), процесс включения любого фрикционного элемента можно разделить на четыре этапа (рис.6-31):

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

После того, как клапан переключения переместится и соединит основную магистраль с каналом подвода давления в гидропривод фрикционного элемента управления АКПП, жидкость 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. Причем, поскольку перемещение поршня прекратилось, то давление в гидроцилиндре или бустере, практически мгновенно изменяется до некоторой величины, которая определяется жёсткостью и величиной предварительной деформацией пружины гидроаккумулятора.

Следует отметить, что жёсткость и предварительная деформация пружины подбираются таким образом, чтобы на первых трех этапах работы поршень гидроаккумулятора оставался неподвижным. После того, как давление в гидроприводе и, следовательно, в гидроаккумуляторе достигнет величины, при которой сила давления на поршень гидроаккумулятора, будет способна преодолеть силу пружины, начнется заключительный, этап управляемого включения фрикционного элемента. Перемещение поршня гидроаккумулятора приводит к снижению интенсивности нарастания давления в гидроприводе, и в результате происходит плавное включение фрикционного элемента. В момент остановки поршня гидроаккумулятора давление в гидроцилиндре или бустере должно стать равным давлению основной магистрали. На этом процесс включения фрикционного элемента заканчивается.

Рис. 6-30

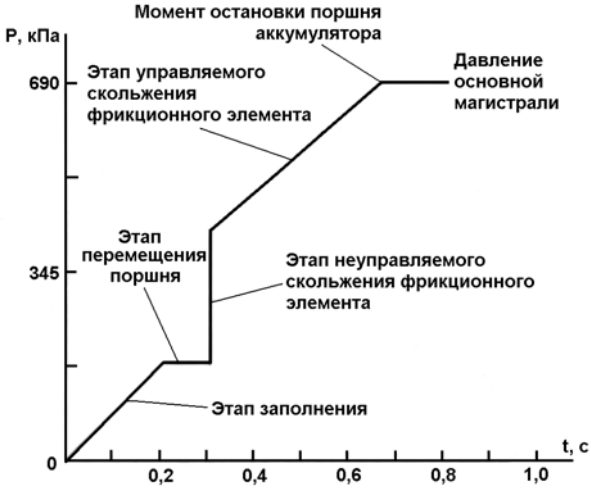


Рис.6-31 а)

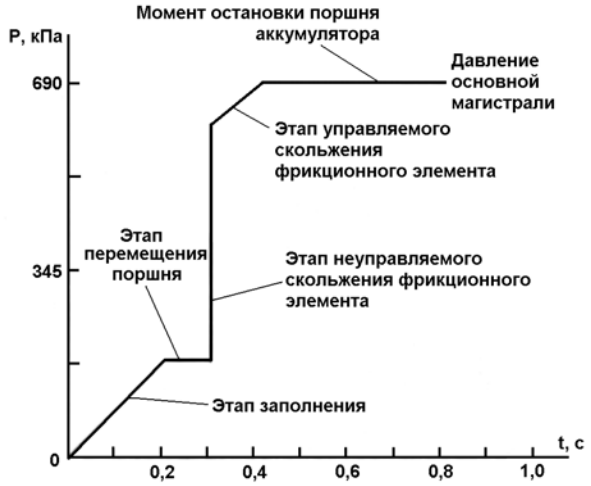


Рис. 6-31 б)

Нетрудно показать, что, чем меньше жёсткость или предварительная деформация пружины гидроаккумулятора, тем меньше скачок давления на третьем этапе включения фрикционного элемента управления и тем более растянут этап управляемого скольжения фрикционного элемента (рис.6-31а). И, наоборот, увеличение жёсткости или величины предварительной деформации пружины приводят 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 приведет к ухудшению качества включения фрикционного элемента. Уменьшение жёсткости или величины предварительной деформации пружины вызовет чрезмерное длительное скольжение фрикционного элемента, и, как следствие этого, 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 интенсивность 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 во времени переключения, принося в жертву этому качество переключения. И все это должен обеспечивать один и тот же гидроаккумулятор. Для решения этой задачи в автоматических коробках передач используется весьма простой прием. К поршню гидроаккумулятора со стороны расположения пружины подводится давление, называемое давлением подпора (рис.6-32).

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 жестче будет происходить переключения передач.

Рис. 6-32

Для эффективной работы гидроаккумулятора, его рабочий объём должен быть соизмерим с объёмом гидропривода включаемого элемента управления, поэтому все вышеописанные гидроаккумуляторы имеют достаточно большие размеры.

6.3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРВЛЕНИЯ АКПП

6.3.1 РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Среднее давление, создаваемое 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 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 используется клапаны, назначение которых - поддерживать соответствующую величину давления в гидросистеме.

Кроме регулятора давления в гидросистеме могут использоваться и другие клапаны, формирующие всякого рода вспомогательные 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-дросселя (TV-давление);
- давление скоростного регулятора.

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

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

Давление в основной магистрали

Как уже отмечалось, производительность насоса рассчитана на обеспечение системы управления достаточным потоком жидкости при минимальных оборотах двигателя. При номинальных частотах вращения его производительность становится явно выше потребной. В результате в гидросистеме может возникнуть слишком высокое давление, которое приведёт к выходу из строя ее некоторых элементов. Для того, чтобы этого не происходило, в каждой системе управления АКПП имеется регулятор давления, задачей которого является формирования давления в основной магистрали. Кроме того, в

гидросистемах большинства трансмиссий с помощью регулятора давления происходит регулирование еще ряда других вспомогательных давлений, таких, например, как давления подпитки гидротрансформатора, давление управления производительностью насоса лопастного типа 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 создается 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, пропорционально давлению основной магистрали осуществляется формирование всех остальных перечисленных выше давлений гидросистемы АКПП.

Обычно регулятор давления устанавливается в основной магистрали сразу же после насоса. Регулятор давления начинает работать сразу же после запуска двигателя. Трансмиссионная жидкость из насоса проходит через регулятор давления и направляется затем в два контура: в контур системы управления АКПП и в контур системы подпитки гидротрансформатора (рис.6-33а). Кроме того, ATF по внутреннему каналу подается под левый торец клапана.

После заполнения всей гидросистемы жидкостью, в ней начинает возрастать давление, которое создает на левом торце клапана силу, пропорциональную величине давления и площади торца клапана регулятора давления. Силе давления ATF противодействует сила пружины, поэтому до определенного момента клапан регулятора давления остается неподвижным. При достижении величины давления определенного значения его сила становится больше силы, развиваемой пружиной, и в результате клапан начнет перемещаться вправо, открывая при этом отверстие слива жидкости в поддон (рис.6-33б). Давление в основной магистрали станет падать, результатом чего будет уменьшение силы давления, действующей на левый торец клапана. Под действием силы пружины клапан переместится влево, перекрыв при этом сливное отверстие, и давление в основной магистрали вновь начнет увеличиваться. Далее весь процесс регулирования давления повторится вновь.

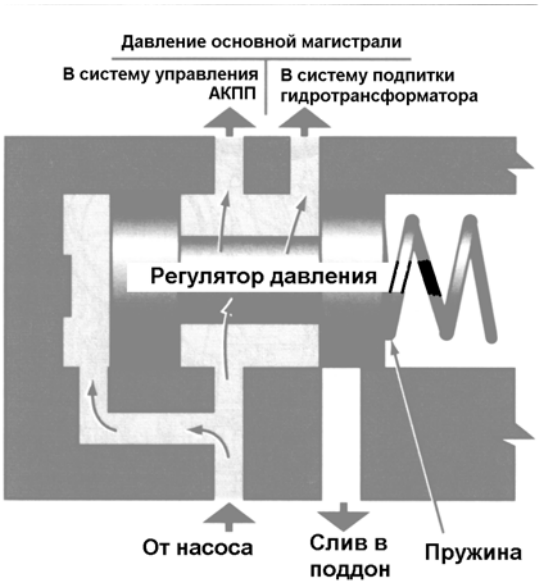


Рис. 6-33 а)

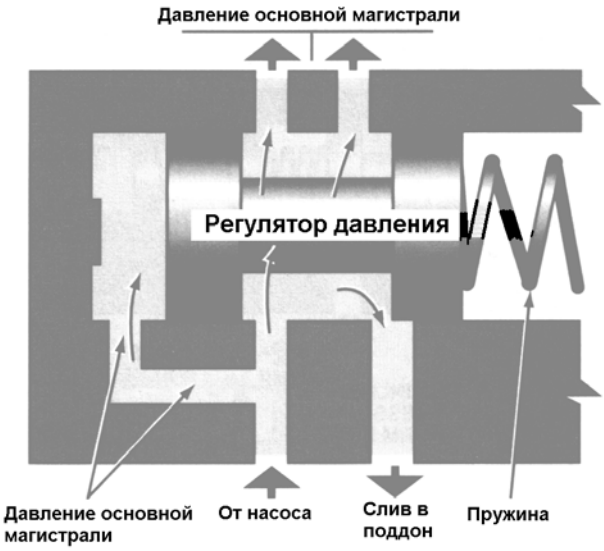


Рис. 6-33 б)

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

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 выше перечисленные факторы, с тем, чтобы обеспечить достаточно длительную и нормальную работу элементов коробки передач.

В начале движения двигателю приходится преодолевать, помимо сопротивления качению колес, еще и значительные инерционные нагрузки, складывающиеся из инерции поступательного движения автомобиля, инерции вращательного движения колес и деталей трансмиссии. Кроме того, 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 торцев клапана регулятора давления. Для создания такой силы используется или механическое воздействие на клапан 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 рисунке 6-34.

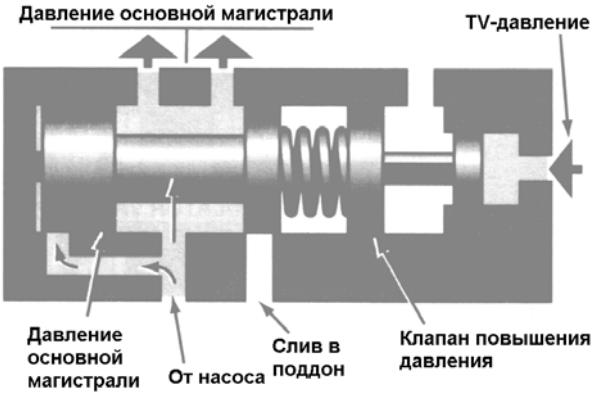


Рис. 6-34 а)

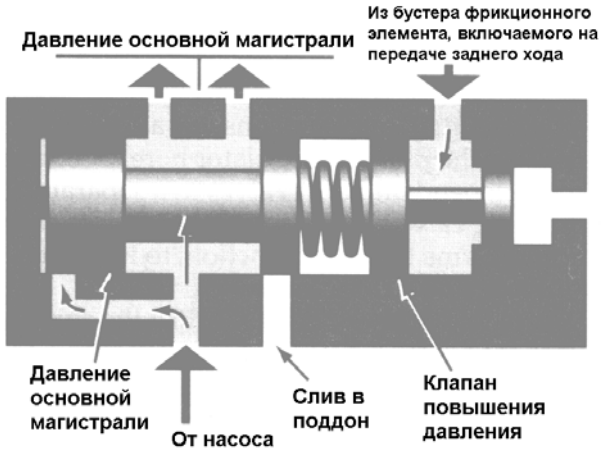


Рис. 6-34 б)

Клапан повышения давления может управляться несколькими давлениями. Так на рисунке 6-34а к правому торцу его клапана подводится TV-давление, т.е. давление пропорциональное степени загрузки двигателя. В этом случае силе давления, действующей на левый торец клапана регулятора, необходимо преодолевать теперь, помимо силы пружины, еще и силу, создаваемую TV-давлением. В результате, при неизменной площади левого торца клапана регулятора давления, давление в основной магистрали должно возрасти. Чем выше загрузка 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.6-34б). Здесь за счет разности диаметров левого и правого торцев клапана повышения давления, создается сила давления, направленная в сторону торца, имеющего больший диаметр. Таким образом, в этом случае силе давления, действующей на левый торец клапана регулятора давления, необходимо преодолевать сопротивление деформации пружины и силы давления, возникающей в кольцевой канавке клапана повышения давления. В результате давление в основной магистрали также должно повыситься.

Электрический способ регулирования давления

В настоящее время нашел 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, действующих на клапан регулятора давления, используется управляемый электронным блоком соленоид, устройство которого показано на рисунке 6-35.

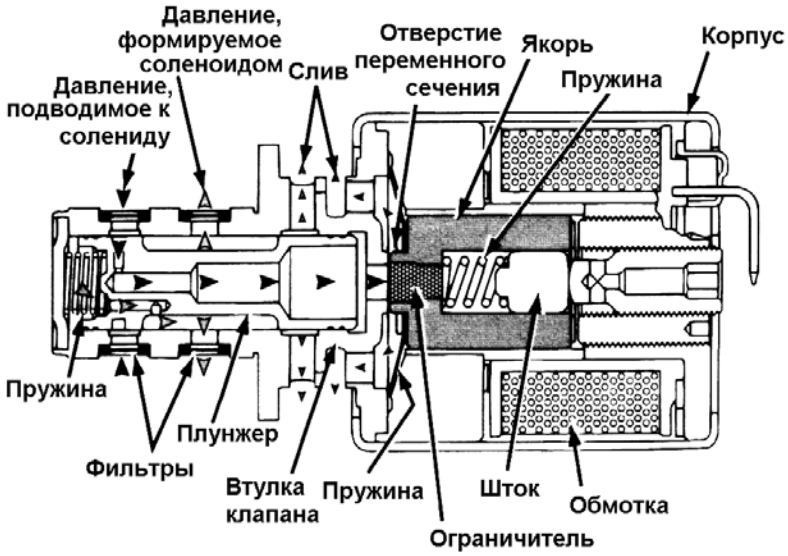


Рис. 6-35

Электронные 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, как правило, управляются сигналами широтно-импульсной модуляции (Duty Control). Такие соленоиды способны с высокой частотой переключаться из

положения «Вкл» в положение «Выкл». Управление таким соленоидом можно представить, как следующий один за другим циклов сигналов (рис.6-36).

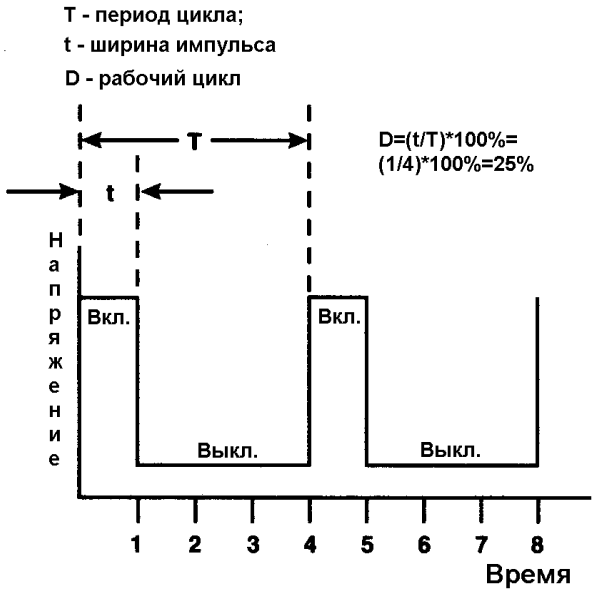


Рис. 6-36 а)

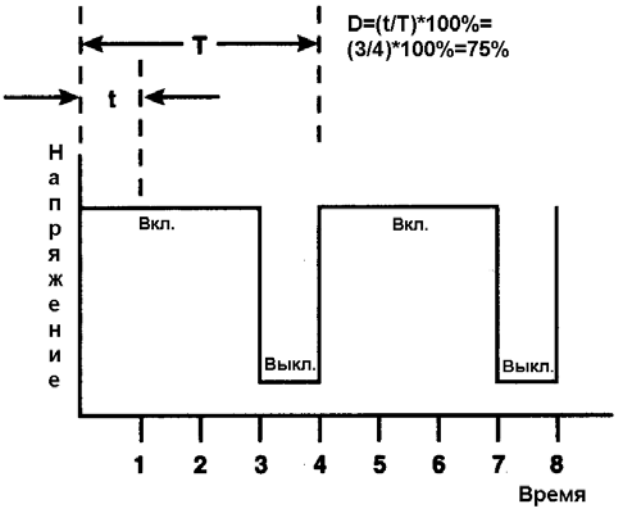


Рис. 6-36 б)

Каждый цикл состоит из двух фаз: фазы наличия (Вкл.) сигнала (напряжения) и фазы отсутствия (Выкл.) сигнала (рис.6-36). Длительность всего цикла T принято называть периодом цикла. Время в пределах одного цикла t, когда на соленоид подается напряжение, называется шириной импульса. Данный вид управляющего сигнала принято характеризовать отношением ширины импульса к периоду цикла, выраженным в процентах. Следует отметить, что период импульса в течение всего процесса управления остается постоянной величиной, а ширина импульса может изменяться плавно от нуля до величины равной периоду импульса. Тем самым достигается плавное регулирование давления.

Давление клапана-дросселя (TV-давление)

Для определения степени загруженности 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 работы которого основан на использовании разряжения 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 регулятор давления (рис.6-34а).

В трансмиссиях с электронным блоком управления от использования TV-давления отказались. Для определения степени открытия дроссельной заслонки на ее корпус устанавливается специальный датчик – TPS (**T**hrottle **P**osition **S**ensor), 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

Механическую связь дросселя с клапаном-дросселем можно осуществить двумя способами: с помощью рычагов и тяг (рис.6-37) и с помощью троса (рис.6-38).

Устройство клапана-дросселя с механическим приводом управления весьма похоже на устройство регулятора давления. Он также состоит из клапана и пружины, которая упирается в один из торцов клапана (рис.6-39). В корпусе клапана имеется внутренний канал, который позволяет подводить формируемое давление к другому торцу клапана. К клапану-дросселю подводится давление основной магистрали, из которого и формируется TV-давление.

Рис. 6-37

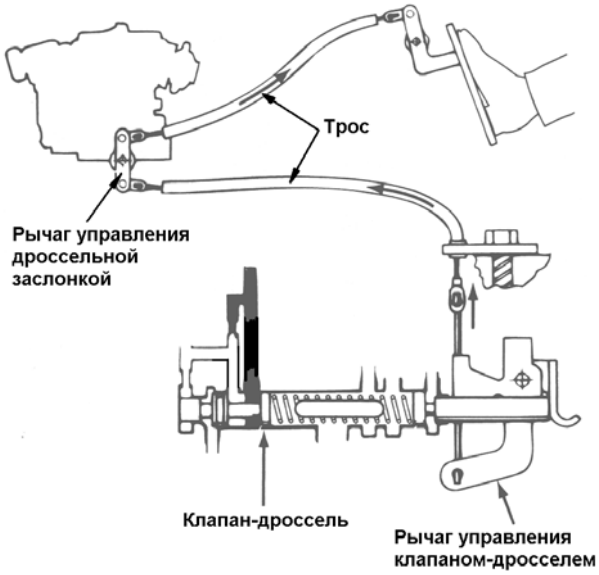


Рис. 6-38

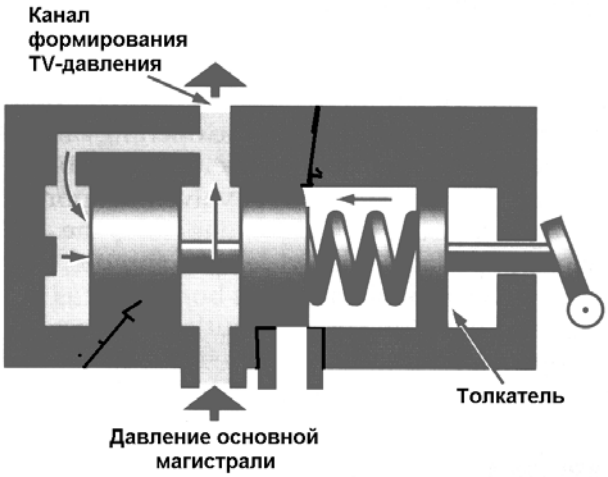


Рис. 6-39

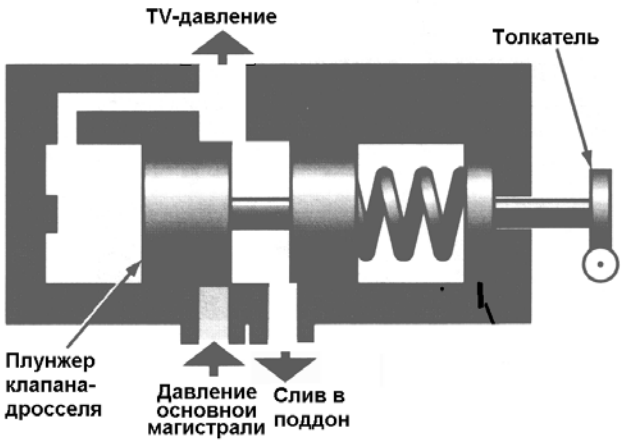


Рис. 6-40

В начальный момент плунжер клапана-дросселя под воздействием пружины находится в крайнем левом положении (рис.6-39). При этом отверстие, соединяющее клапан с основной магистралью, полностью открыто и ATF под давлением поступает в канал формирования TV-давления и под левый торец клапана-дросселя. При определенном давлении, определяемом жёсткостью и величиной предварительной деформации пружины, сила давления на левый торец клапана превысит усилие пружины, и он начнет перемещаться вправо. При этом поясок клапана перекроет отверстие основной магистрали и откроет сливное отверстие (рис.6-40). TV-давление начнет падать, и клапан под действием пружины вновь переместится влево, перекрывая при этом сливную и открывая основную магистраль. Давление в канале формирования TV-давления вновь начнет возрастать.

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 соединен с педалью управления дроссельной заслонкой (рис.6-37 и 6-38), и его положение зависит от положения педали. При полностью отпущенной педали толкатель под действием все той же пружины занимает крайнее правое положение (рис.6-40). В этом случае пружина имеет минимальную величину предварительной деформации, поэтому в канале формирования TV-давления достаточно небольшого давления, чтобы переместить клапана-дроссель вправо. При нажатии на педаль управления дроссельной заслонкой перемещение педали с помощью механического привода передается толкателю. Он перемещается влево, увеличивая тем самым величину предварительной деформации пружины. Теперь для того, чтобы переместить клапана-дроссель вправо потребуется повышение TV-давления. Причем, чем больше перемещение педали управления дроссельной заслонкой, тем больше должно быть давление на выходе из клапана-дросселя. Так происходит формирование давления пропорционального степени открытия дроссельной заслонки. Причем, чем больше угол открытия дроссельной заслонки, тем выше TV-давление, и наоборот.

Управление клапаном дросселем с помощью модулятора

Во многих АКПП с чисто гидравлической системой управления для управления клапаном-дросселем используется модулятор. Модулятор представляет собой камеру, разделенную с помощью металлической или резиновой диафрагмы на две части (рис.6-41).

Левая часть камеры соединена с атмосферой, правая с помощью шланга с впускным коллектором двигателя. Пружина, которая в случае механического привода непосредственно действовала на клапан дросселя, размещена в этом случае в камере модулятора, соединенной с впускным коллектором двигателя. Клапан-дроссель соединен с диафрагмой модулятора с помощью толкателя.

Таким образом, слева на диафрагму модулятора действует сила атмосферного давления и сила TV-давления, которая создается на левом торце клапана-дросселя и передается на диафрагму с помощью толкателя. С права на диафрагму действует сила пружины и сила, создаваемая давлением во впускном коллекторе двигателя.

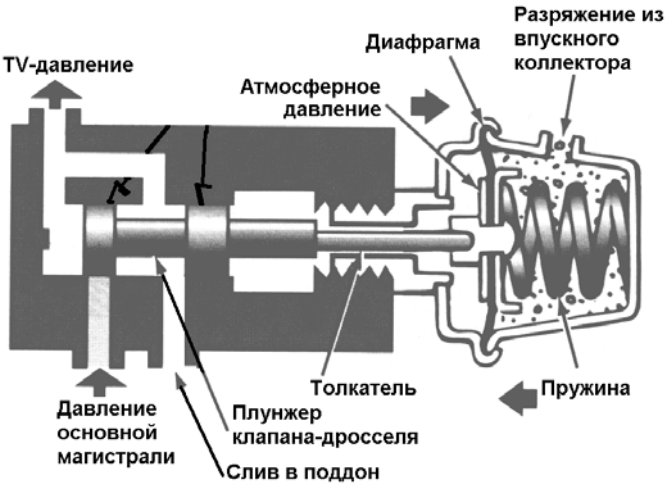


Рис. 6-41

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 клапан-дроссель вправо (рис.6-42).

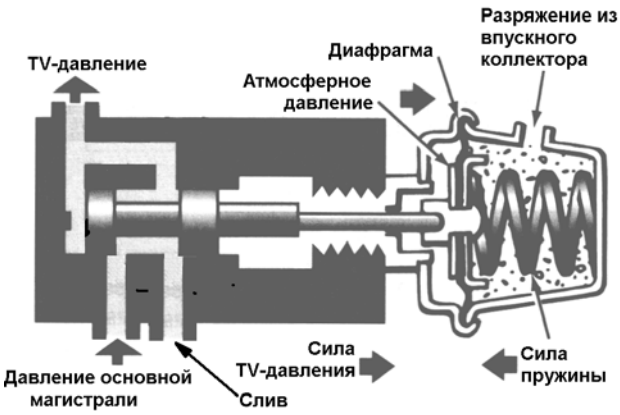


Рис. 6-42

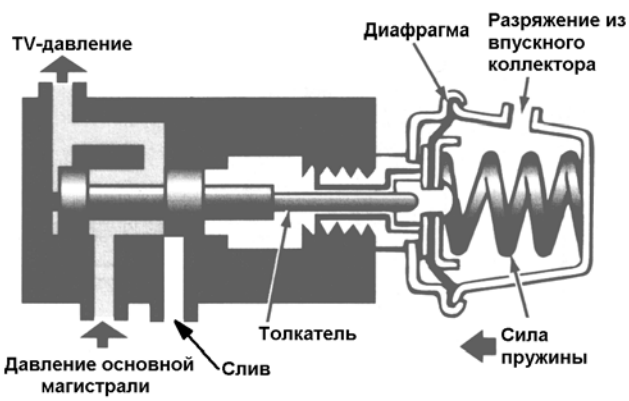


Рис. 6-43

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

В случае открытия дроссельной заслонки разряжение 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 клапана-дросселя (рис.6-43). В этом случае для того, чтобы сместить клапан вправо, требуется уже более высокое TV-давление.

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

Давление скоростного регулятора

Давление скоростного регулятора используется, наряду с TV-давлением, для определения моментов переключения передач.

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.

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 и приводом от ведомого вала АКПП

Скоростной регулятор золотникового типа состоит из клапана, двух типов грузов (первичного и вторичного) и пружин (рис.6-44). В начальный момент, когда автомобиль стоит на месте, скоростной регулятор, соединенный с помощью зубчатого зацепления с ведомым валом коробки передач, также неподвижен. Поэтому клапан скоростного регулятора под действием собственного веса находится в крайнем нижнем положении. При таком положении верхний поясок

клапана перекрывает отверстие, соединяющее регулятор с основной магистралью, а нижний поясок открывает сливную магистраль (рис.6-44а). В результате давление на выходе из скоростного регулятора равно нулю.

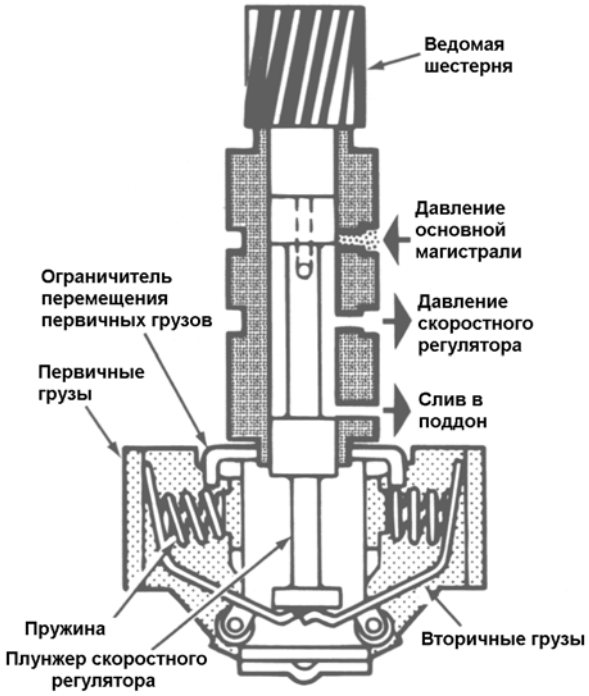


Рис. 6-44 а)

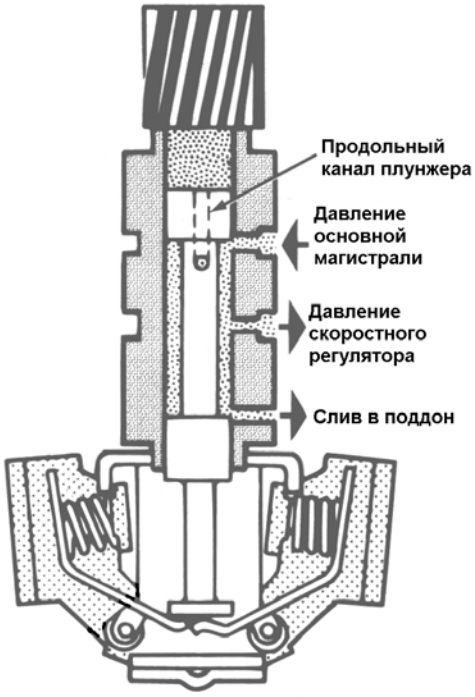


Рис. 6-44 б)

При движении автомобиля, скоростной регулятор вращаться с угловой скоростью, пропорциональной угловой скорости ведомого или промежуточного вала АКПП. При определенной скорости транспортного средства под действием центробежной силы грузы скоростного регулятора начинают расходиться и, преодолевая силу тяжести клапана, перемещают его вверх. Такое перемещение клапана приводит к открытию отверстия основной магистрали и закрытию отверстия сливного канала (рис.6-44б). В результате ATF из основной магистрали начинает поступать в канал формирования давления скоростного регулятора. Кроме того, по радиальному и осевому отверстиям трансмиссионная жидкость поступает в полость между корпусом скоростного регулятора и верхним торцом клапана (рис.6-44б). Давление жидкости на этот торец клапана создает силу, которая совместно с силой тяжести клапана противодействует центробежной силе, возникающей в грузах. При достижении определенного значения давления сумма сил, действующих на верхний торец клапана, станет больше центробежной силы грузов, и клапан начнет перемещаться вниз, перекрывая отверстие основной магистрали и открывая одновременно сливной канал. При этом давление скоростного регулятора начнет уменьшаться, что приведет уменьшению силы давления на верхний торец клапана. В какой-то момент действие центробежной силы опять станет больше силы веса и давления, и клапан вновь начнет подниматься. Так происходит формирование давления скоростного регулятора. В

случае увеличения скорости движения автомобиля для того, чтобы клапан стал опускаться вниз, потребуется, очевидно, более высокое давление скоростного регулятора. В конечном счете, при определенной скорости автомобиля вес клапана регулятора совместно с давлением, действующим на верхний торец клапана, 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 (р) от скорости движения автомобиля (V) близкую к линейной (рис.6-45).

На первом этапе первичные (более тяжелые) и вторичные (легкие) грузы действуют на клапан скоростного регулятора совместно. Пружины удерживают вторичные грузы относительно первичных. Конструкция выполнена таким образом, что более легкие грузы через рычаги действуют непосредственно на клапан скоростного регулятора. При этом грузы двигаются совместно.

Начиная с определенных оборотов, скоростного регулятора центробежная сила, которая, как известно, зависит от квадрата частоты вращения, становится весьма большой. Так, например, двукратное увеличение оборотов увеличивает центробежную силу в четыре раза. Поэтому становится необходимо принять меры к снижению влияния центробежной силы на формируемое скоростным регулятором давление. Жёсткость пружин подобрана таким образом, что, примерно, на скорости движения 20 миль/ч (16 км/ч), центробежная сила первичных грузов превышает силу пружины, и они отклоняются в крайнее положение и упираются в ограничители (рис.6-44б). Первичные грузы в таком положении не воздействуют на вторичные и становятся неэффективными, а клапан скоростного регулятора на втором этапе уравновешивается центробежной силой только вторичных грузов и силой пружины.

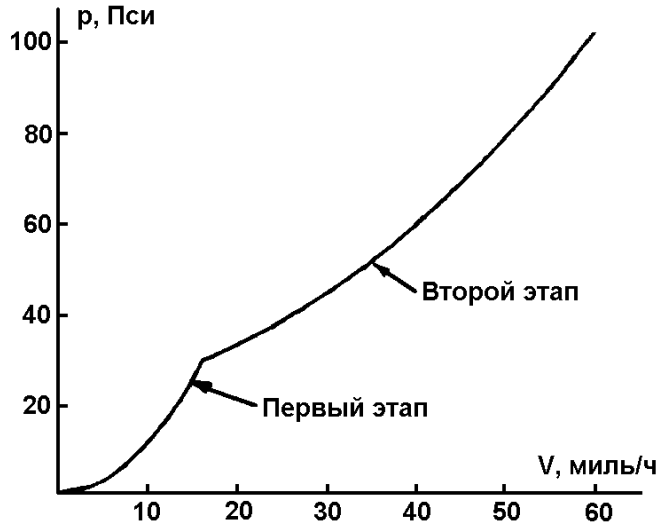


Рис. 6-45

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 закрепленных на валу (рис.6-46). 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 расположенный им шарики (рис.6-46).

При неподвижном автомобиле скоростной регулятор не вращается, поэтому грузы не оказывают ни какого воздействия на шарики, и вся жидкость, подводимая 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 (легкий) груз мала, и пружина не позволяет прижать его к седлу отверстия. В это время регулировка давления скоростного регулятора осуществляется только за счет первичного (более тяжелого) груза, который прижимает свой шарик к седлу с силой пропорциональной квадрату скорости движения автомобиля. При определенной скорости движения первичный груз полностью прижимает шарик к седлу отверстия, и утечки ATF 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 счет 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.

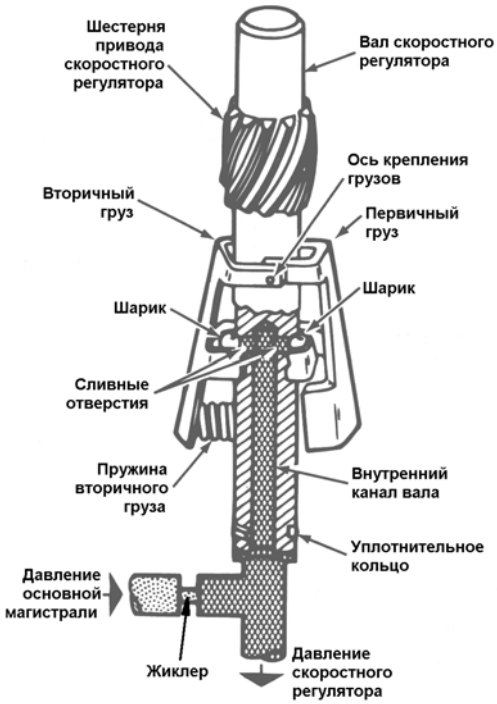


Рис. 6-46

Давление подпитки гидротрансформатора

Часть ATF после регулятора давления поступает в основную магистраль, а другая его часть используется в системе подпитки гидротрансформатора. Для предотвращения в гидротрансформаторе кавитационных явлений желательно, чтобы жидкость в нем находилась 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 своем 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 колеса 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 ее включения. Естественно, что подобный способ управления блокировочной муфтой гидротрансформатора возможен только лишь в случае использования на автомобиле электронного блока управления.

Давление в системе охлаждения

Даже во время штатной работы трансмиссии с автоматической коробкой передач выделяется большое количество тепла, что приводит к необходимости охлаждения ATF, используемой в трансмиссии. В результате перегрева, трансмиссионная жидкость быстро теряет свои свойства, необходимые для нормальной работы трансмиссии. В результате снижается ресурс коробки передач и гидротрансформатора. Для охлаждения ATF постоянно пропускается через радиатор, куда она поступает из гидротрансформатора, поскольку именно в гидротрансформаторе выделяется большая часть тепла.

Для охлаждения ATF используются два типа радиаторов: внутренний или внешний.

На многих современных автомобилях используются внутренний тип радиатора. В этом случае он расположен внутри радиатора охлаждающей жидкости двигателя (рис.6-47). Горячая жидкость поступает в радиатор, где отдает тепло, охлаждающей жидкости двигателя, которая, в свою очередь, охлаждается воздушным потоком.

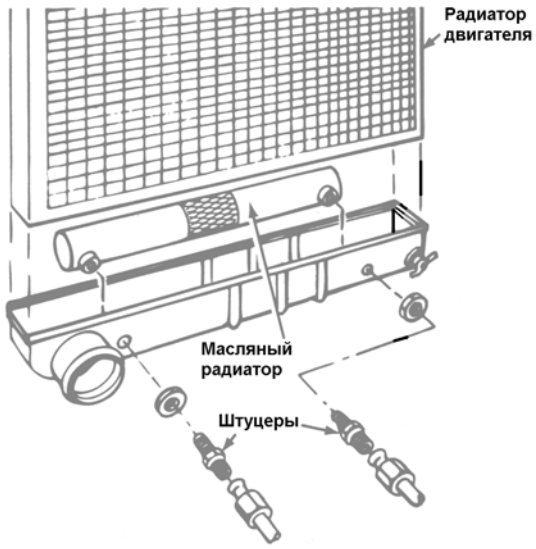


Рис. 6-47

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

После охлаждения, как правило, ATF направляется в систему смазки АКПП.

Давление в системе смазки АКПП

В автоматических коробках передач используется принудительный способ смазки трущихся поверхностей. Трансмиссионная жидкость непрерывно под давлением через специальную систему каналов и отверстий подается к зубчатым зацеплением, подшипникам, фрикционным элементам управления и всем остальным трущимся деталям коробки передач. В большинстве АКПП жидкость поступает в систему смазки после прохождения через радиатор, в котором она предварительно охладилась.

6.3.2. ПРИНЦИП РАБОТЫ КЛАПАНОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

Клапаны переключения предназначены для управления маршрутами, по которым ATF 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 своем 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 определенный сигнал на соленоид переключения, а тот, в свою очередь преобразует его в давление жидкости, которое подводится к соответствующему клапану переключения.

Поскольку принцип работы клапана переключения в случае электрогидравлической системы управления достаточно прост, то рассмотрим более подробно, каким образом работают эти клапана в АКПП с чисто гидравлической системой управления.

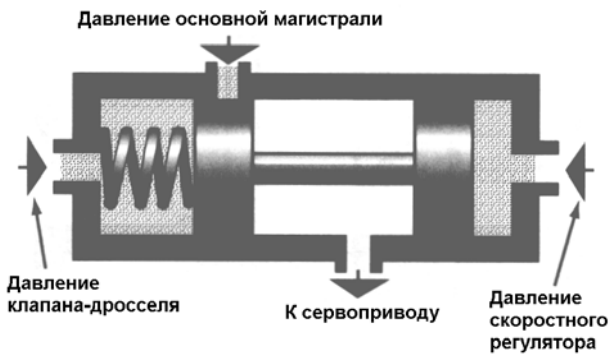


Рис. 6-48 а)

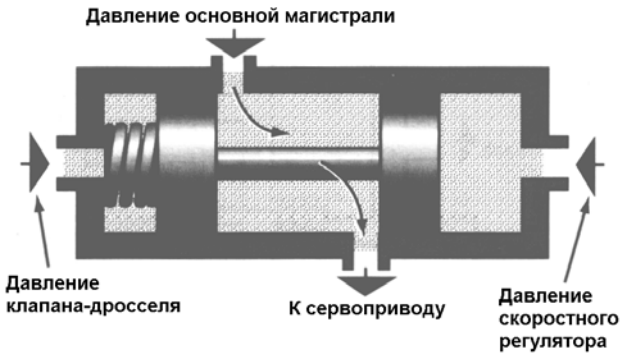


Рис. 6-48 б)

Повышающие переключения

Любой клапан переключения это клапан золотникового типа, к которому подводится давление основной магистрали. Клапан переключения может занимать только два положения либо крайнее правое (рис.6-48а), либо крайнее левое (рис.6-48б). В первом случае правый поясок клапана перекрывает отверстие основной магистрали, и давление не поступает в гидропривод фрикционного элемента управления АКПП. В случае перемещения клапана в крайнее левое положение он открывает отверстие основной магистрали, соединяя ее тем самым с каналом подвода давления в гидропривод.

Одно из двух упомянутых положений клапана переключения определяется тремя факторами: давлением скоростного регулятора, давлением клапана-дросселя и жёсткостью пружины. На левый торец клапана действует сила пружины, и к этому же торцу подводится давление клапана-дросселя (TV-давление). К правому же торцу клапана подводится давление скоростного регулятора. При неподвижном автомобиле давление скоростного регулятора TV-давление, практически, равны нулю, поэтому клапан под действием пружины будет находиться в крайнем правом положении, разъединяя основную магистраль и канал подвода давления в гидропривод фрикционного элемента (рис.6-48а). После начала движения начинают формироваться давления скоростного регулятора и TV-давление. Причем, 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 определенной скорости давление скоростного регулятора достигнет величины, при которой сила, создаваемая им на правый торец клапана переключения, станет больше суммы силы пружины и TV-давления, которые действуют на левый торец клапана. В результате клапан 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, этот 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 счет 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 идет, 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 клапана-дросселя и величина ее 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. Причем, чем выше передача, тем большей жёсткостью должна обладать пружина.

В качестве примера рассмотрим в упрощенном виде работу системы управляющей переключением трехскоростной 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 режима. Давление жидкости от насоса через регулятор давления подается к клапану выбора режима. Поток ATF разделяется этим клапаном на четыре. Один из них подводится к скоростному регулятору давления, второй к клапану-дросселю, третий к клапану переключения 1-2 и четвертый направляется непосредственно в гидропривод фрикционного элемента, включаемого на первой передаче (рис.6-49).

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

Клапан переключения 1-2 перемещается, соединяя при этом основную магистраль с каналом подвода давления в сервопривод включения второй передачи (рис.6-50). Помимо этого давление основной магистрали подводится к клапану переключения 2-3, готовя его тем самым к следующему переключению. Кроме того, давление основной магистрали подается в канал подвода давления к клапану, ответственному за выключение первой передачи, что необходимо делать для предотвращения одновременного включения двух передач.

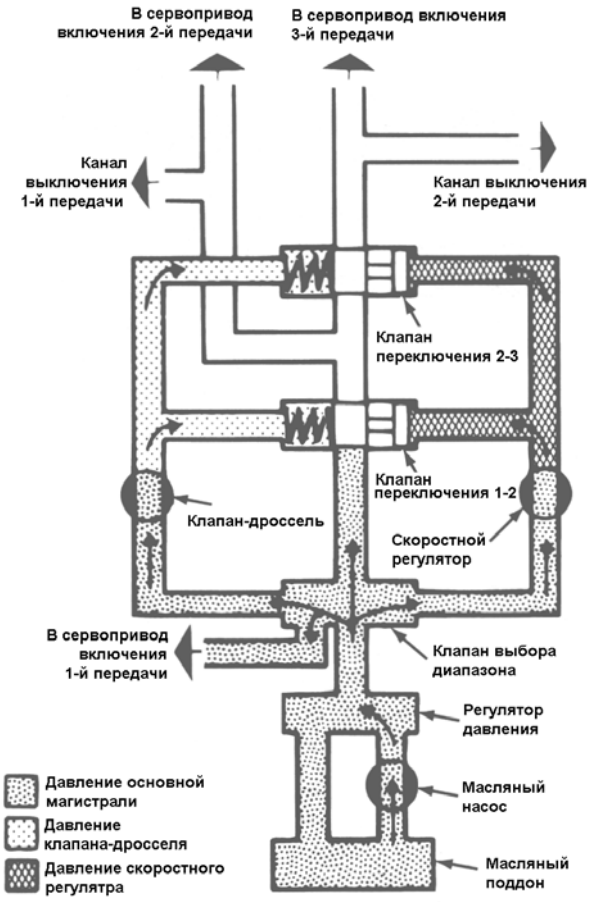


Рис. 6-49

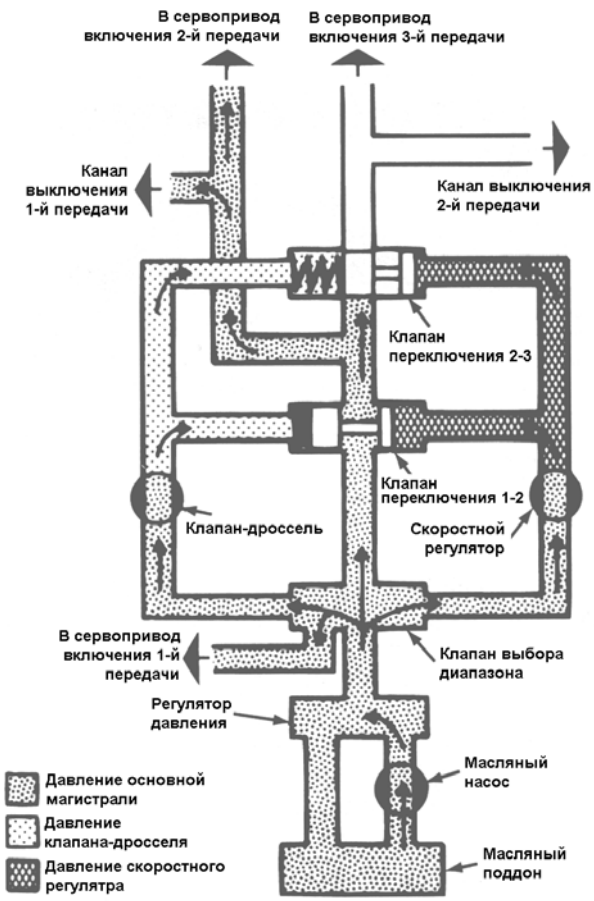


Рис. 6-50

За счёт большей жёсткости пружины, установленной в клапане переключения 2-3, клапан остается на этом этапе управления АКПП неподвижным. Дальнейшее увеличение скорости автомобиля приводит к тому, что сила давления скоростного регулятора становится способной переместить и клапан переключения 2-3. В этом случае давление основной магистрали поступает в сервопривод включения третьей передачи и подается к клапану выключения второй передачи (рис.6-51).

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

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 произойдет понижающее переключение. К такому же эффекту приведет и небольшое уменьшение скорости движения автомобиля, вызванного, например, незначительным подъемом. В дальнейшем опять-таки из-за небольшого отпускания педали управления дроссельной заслонкой или восстановления скорости движения автомобиля в АКПП вновь произойдет повышающее

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

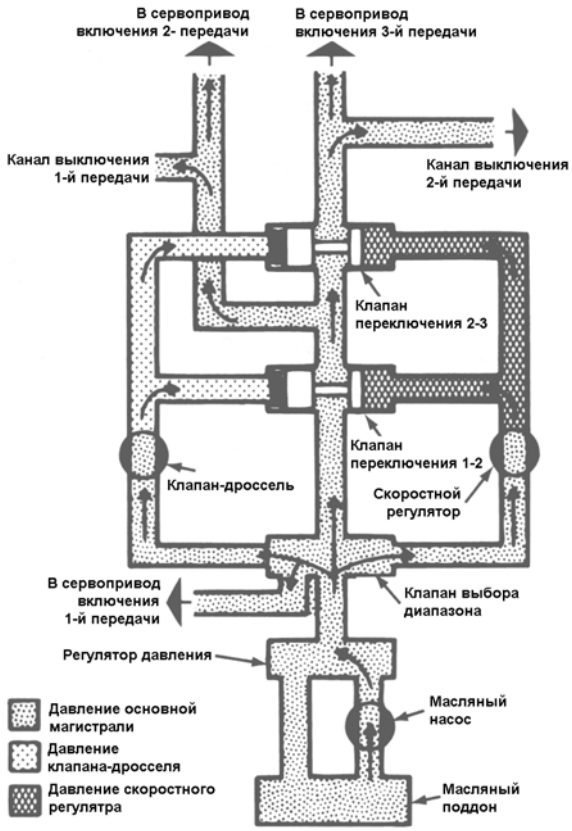
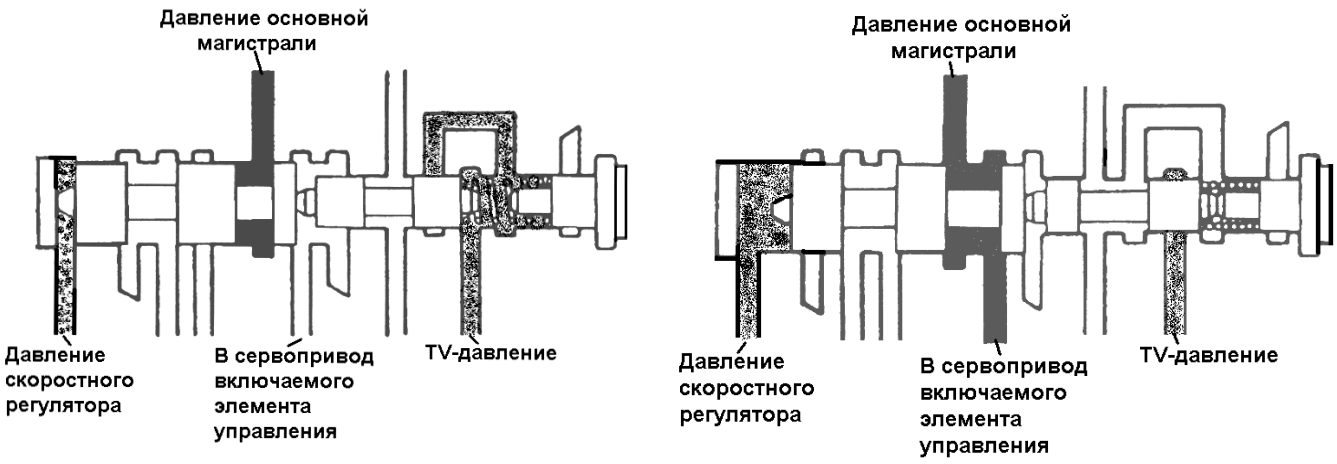


Рис. 6-51

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

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-дросселя (рис.6-52). В этом случае силе давления скоростного регулятора, действующей на торец 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.



До включения передачи После включения передачи

Рис. 6-52

Если во время движения водитель полностью отпустит педаль управления дроссельной заслонкой, то автомобиль начнет постепенно замедляться, что автоматически приведет и к снижению давления скоростного регулятора. В момент, когда сила этого давления на клапан переключения станет меньше силы пружины, клапан начнет перемещаться в противоположное положение. При этом основная магистраль перекроется и в АКПП произойдет 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 колесам 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 управлении, такой режим работы предусмотрен. Для принудительного переключения на пониженную передачу водитель должен нажать до упора на педаль управления дроссельной заслонкой. При этом, если речь идет о чисто гидравлической системе управления, то это вызывает повышение TV-давления до величины давления основной магистрали и, кроме того, в клапане-дросселе открывается дополнительный канал, позволяющий подвести TV-давление к торцу клапана переключения в обход ранее заблокированного канала. Под действием повышенного TV-давления клапан переключения перемещается в противоположное положение и в АКПП произойдет понижающее переключение. Клапан, с помощью которого осуществляется весь описанный выше процесс, называется клапаном принудительного понижения передачи.

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 (рис.6-53). При наличии сигнала управления соленоид открывает дополнительный канал подвода максимального TV-давления к клапану переключения.

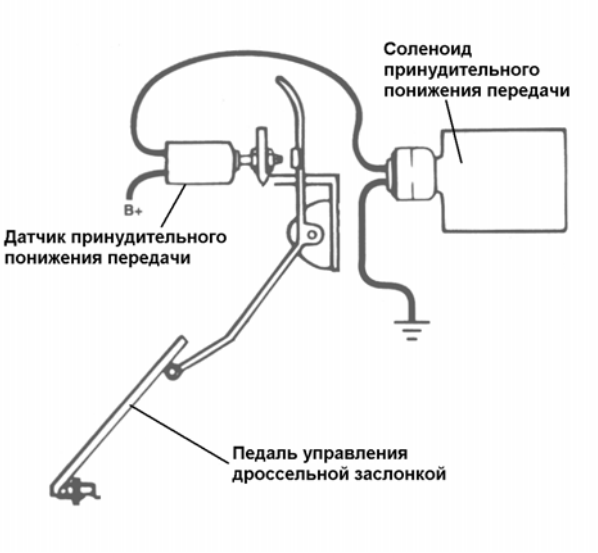


Рис. 6-53

В случае использования в трансмиссии электронного блока управления все решается несколько проще. Для определения режима принудительного понижения передачи может использоваться так же, 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.

7. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Начиная со второй половины 80-х годов прошлого столетия, для управления автоматическими трансмиссиями стали активно использоваться специальные компьютеры (электронные блоки управления). Их появление на автомобилях позволило реализовать более гибкие системы управления, учитывающие гораздо большее, по сравнению с чисто гидравлическими системами управления, число факторов, что, в конечном счете, повысило КПД связки двигатель-трансмиссия и качество переключения передач.

Первоначально компьютеры использовались только для управления блокировочной муфтой трансформатора и в некоторых случаях для управления повышающим планетарным рядом. Последнее касается трехскоростных коробок передач, в которых для получения четвертой (повышающей передачи) использовался дополнительный планетарный ряд. Это были достаточно простые блоки управления, как правило, входящие в состав блока управления двигателем. Результаты эксплуатации автомобилей с подобной системой управления имели положительный результат, что и послужило толчком развития уже специализированных систем управления трансмиссией. В настоящее время практически все автомобили с автоматическими коробками передач выпускаются 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), анализирующую (блок управления) и исполнительную (соленоиды).

В состав измерительной части системы управления, могут входить следующие элементы:

- датчик положения селектора режимов;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- датчик температуры ATF;
- датчик частоты вращения выходного вала коробки передач;
- датчик частоты вращения турбинного колеса гидротрансформатора;
- датчик скорости автомобиля;
- 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 различные соленоиды:

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

В блок управления поступают сигналы от датчиков, 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.

Иногда 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 поступаю 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.7-1а) (непрерывно изменяющегося), так и в форме дискретного сигнала (рис.7-1б).

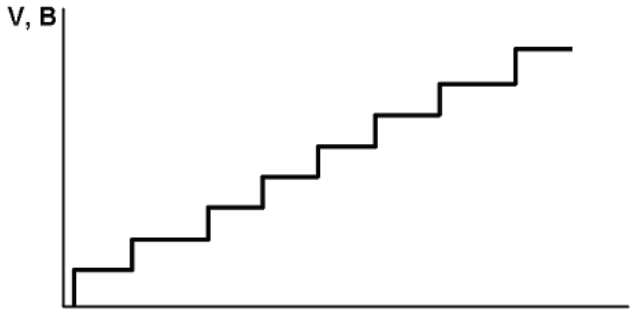


Рис. 7-1 а)

Рис. 7-1 б)

Аналоговые сигналы преобразовываются в блоке управления с помощью аналого-цифрового преобразователя в оцифрованный сигнал (рис.7-2). Полученная информация оценивается в соответствии с алгоритмами управления, находящимися в памяти компьютера. На основе сравнительного анализа поступивших и хранящихся в памяти данных, вырабатываются управляющие сигналы.

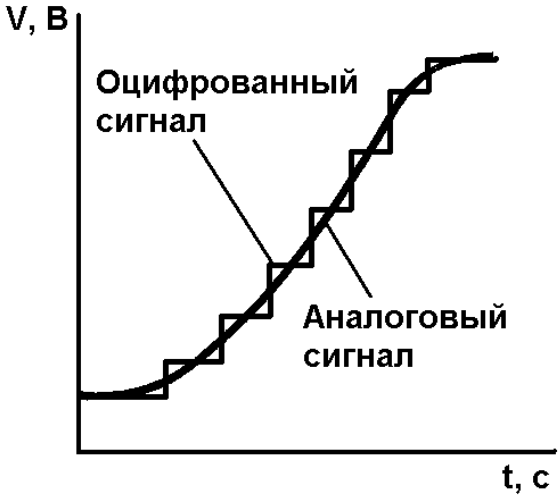


Рис. 7-2

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

7.1 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.

Часто 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 ее 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 автомобилях более позднего выпуска в блоках управления стали использовать программируемые запоминающие устройства. Такие устройства позволяют с помощью специальных приборов достаточно оперативно корректировать программы управления.

На начальном этапе движения, когда двигатель и трансмиссия еще не достаточно 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 учета фактических значений параметров состояния двигателя и трансмиссии. В этом случае для принятия решений блок управления использует только данные, записанные в его памяти.

Для трансмиссии этот режим характеризуется запретом блокировки гидротрансформатора, более поздними по оборотам двигателя переключениями передач и иногда запретом включения повышающей передачи.

Для управления трансмиссией в штатном режиме работы, в память ее 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 селектора режимов часто располагался специальный переключатель, который в зависимости от марки автомобиля мог иметь различные обозначения:

«POWER», «COMFORT», «S», «SPORT», «AUTO», «A/T 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 резком воздействии на педаль управления дроссельной заслонкой. Кроме того, современные системы управления способны автоматически предотвращать нежелательное переключение с третьей на четвертую передачу. Это может происходить, например, при движении с прицепом, когда двигатель имеет большую нагрузку, или при движении по дороге с большим уклоном. 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 серьезной поломке АКПП, блок управления начинает работать по аварийной программе управления трансмиссией, что позволяет добраться своим ходом до сервиса с минимальными отрицательными последствиями для автомобиля и пассажиров.

Обычно, в таком защитном режиме в коробке передач включается одна какая-либо передача и запрещены все переключения. Номер передачи, включаемой в аварийном 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.

7.2. БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИКА

Трансмиссионные компьютеры осуществляют 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), электроцепи датчиков и соленоидов. Все это происходит достаточно быстро. Даже если все первичные проверки прошли успешно, блок управления продолжает контролировать состояние трансмиссии в процессе езды.

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

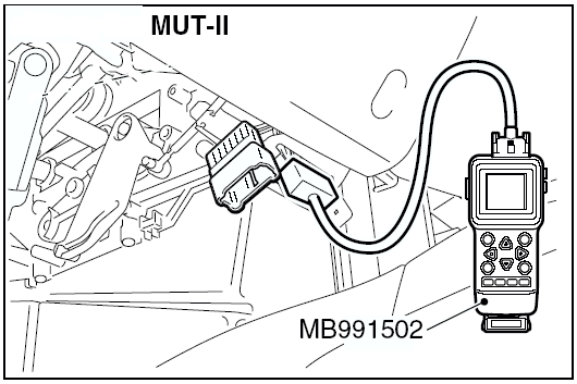
Каждый датчик системы и исполнительный механизм имеют рабочие диапазоны изменения напряжения. Блок управления контролирует напряжение на этих элементах. При этом контролируется наличие сигнала, его значение и выход за установленные пределы. При обнаружении проблем с тем или иным элементом системы управления информация об этом 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 ее системе управления, в память блока записывается информация о возникавших сбоях в работе в виде соответствующих кодов отказов. 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 отказов и реагировали только на обрывы и короткие замыкания в электроцепях. Зачастую, считывание кодов отказов из памяти блока управления было возможно без специального диагностического оборудования.

На современных автомобилях устанавливаются более совершенные блоки управления, для которых чтение кодов неисправности представляет собой достаточно простую процедуру. Для этого имеется диагностический разъем, к которому подключается специальный диагностический прибор MUT-II или MUT-III (рис.7-3).



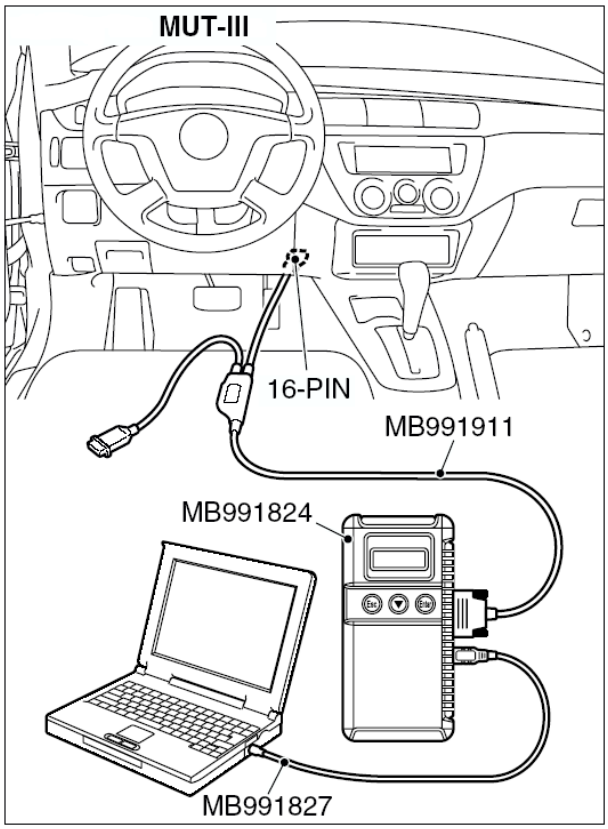


Рис. 7-3

Современные бортовые блоки управления непрерывно контролируют состояние системы.

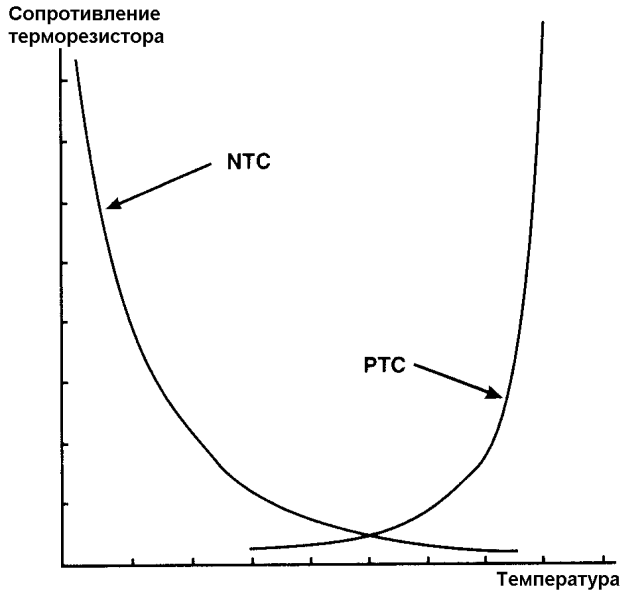
7.3. ДАТЧИКИ

Датчики предназначены для преобразования перемещения, температуры или давления в электрический сигнал. Электрогидравлические системы управления имеют в своем 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 ATF

Датчик температуры ATF представляет собой термистор (терморезистор), сопротивление которого зависит от температуры. Они классифицируются на две группы (рис.7-4):

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



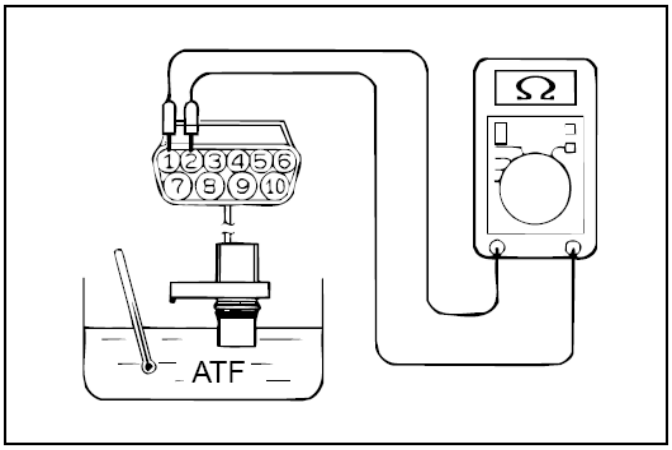


Рис. 7-4

В результате изменения температуры ATF, меняется сопротивление и падение напряжения на датчике, что и регистрирует блок управления. Зависимость сопротивления термистора от температуры представляет собой аналоговый сигнал.

Датчики давления

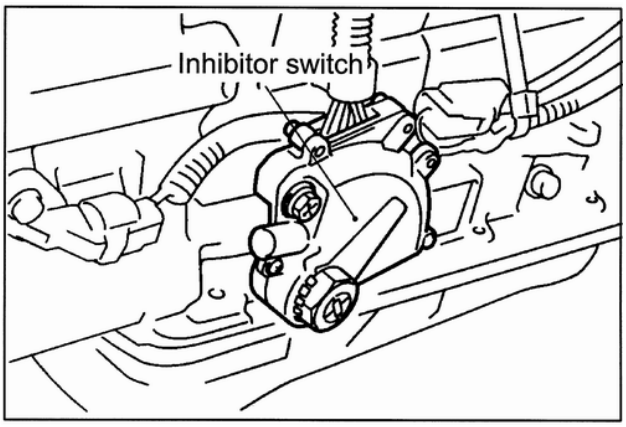
В некоторых типах трансмиссий используются датчики давления. Эти датчики предназначены для измерения давления в отдельных каналах системы управления АКПП. Они преобразуют давление жидкости в электрический сигнал и передают его в блок управления. Существуют два типа датчиков давления: дискретные и аналоговые.

Датчики дискретного типа могут сообщать блоку управления только лишь о том, что в месте установки датчика давление жидкости не ниже заданной величины. Они по сути своей работают как выключатели. 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. В этих датчиках используются пьезоэлементы, электрическое сопротивление которых зависит от величины их деформации.

Датчик положения селектора режимов

Конструкции этих датчиков весьма разнообразны (рис.7-5а и рис.7-5б). Обычно этот датчик расположен на картере коробки передач и соединен с приводом клапана выбора режимов. Датчик предназначен для передачи в блок управления информации о положении селектора режимов АКПП, кроме того, сигналы датчика в режимах «P» и «N» используется блоком управления двигателем для разрешения запуска двигателя. Датчик представляет собой переключатель, который замыкает или размыкает определенные электрические цепи.



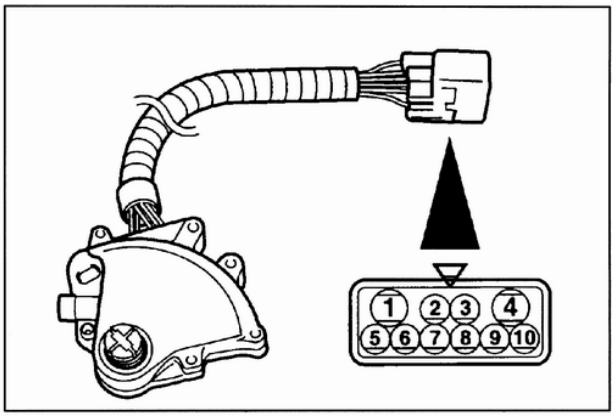


Рис. 7-5 а)

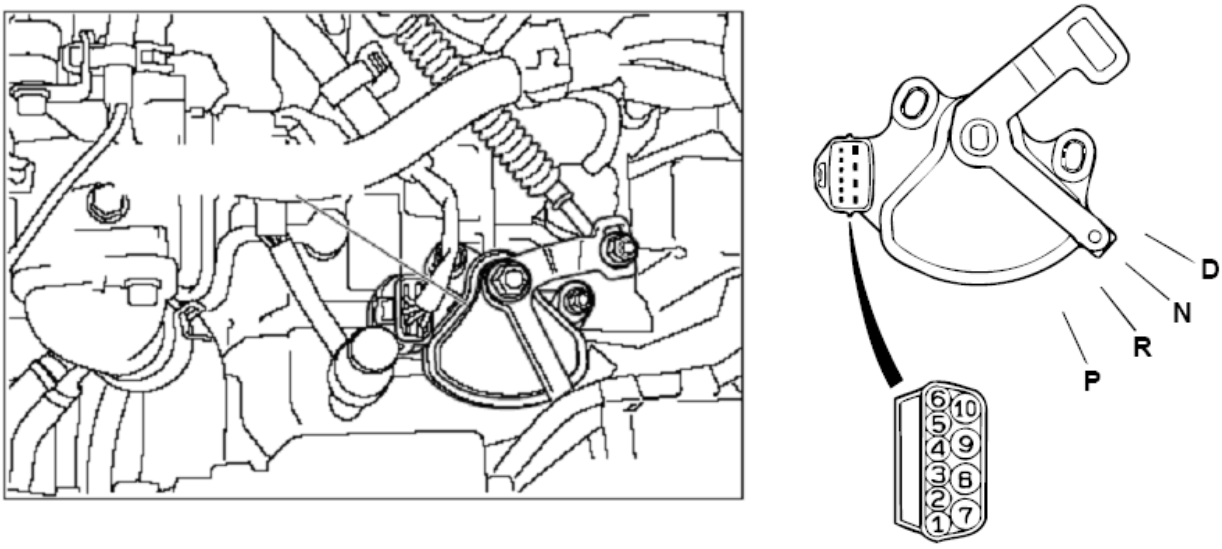
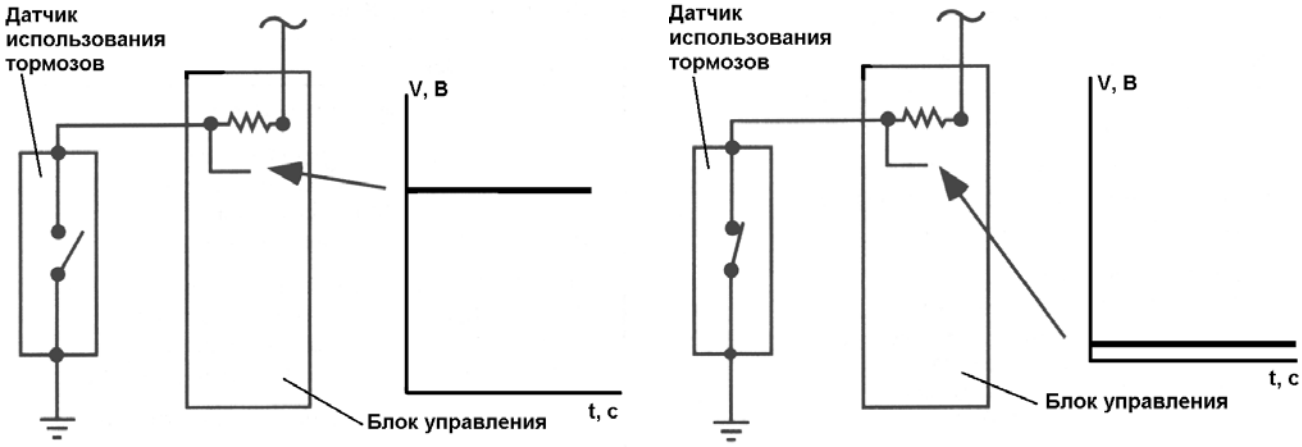


Рис. 7-5 б)

Датчик использования тормозов

Этот датчик размещен на тормозной педали. Датчик представляет собой обыкновенный выключатель, задача которого сообщать блоку управления о положении педали тормоза. Принцип работы датчика показан на рисунке 7-6.



Педаль отпущена Педаль нажата

Рис. 7-6

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

Датчик принудительного понижения передачи

Этот датчик размещен, чаще всего, под педалью акселератора. 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.

Датчик положения дроссельной заслонки

Чаще всего датчик состоит из двух частей: собственно датчика положения дроссельной заслонки и датчика полного закрытия дроссельной заслонки (рис.7-7). Этот датчик располагается, как правило, на корпусе дроссельной заслонки.

Датчик полного закрытия дроссельной заслонки представляет собой выключатель, который имеют только два рабочих положения: «Вкл» и «Выкл». Задача этого датчика - сообщать блоку управления о полном закрытии дроссельной заслонки. Сигнал этого датчика имеет дискретный характер (рис.7-8а).

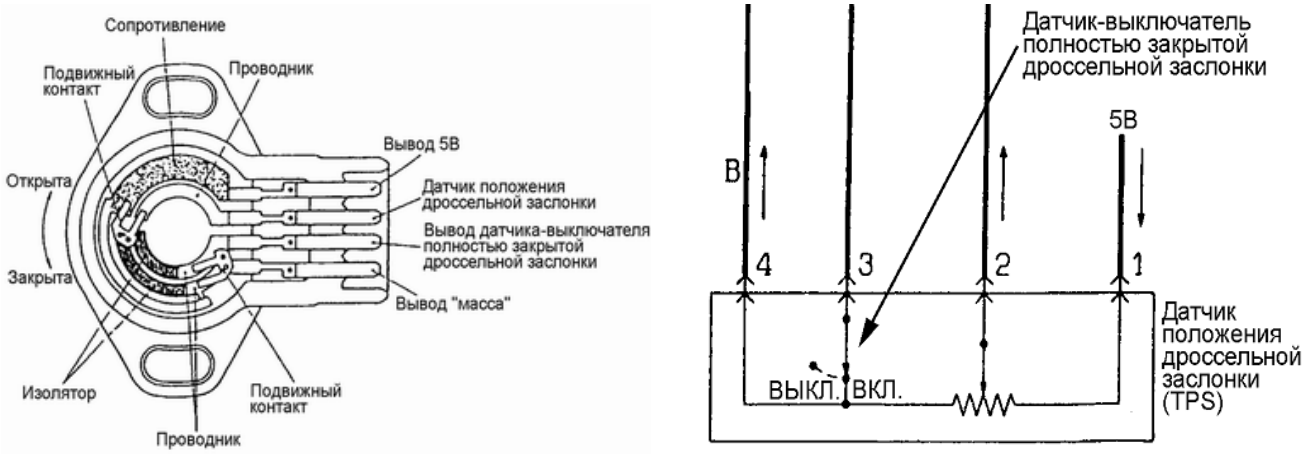


Рис. 7-7

Датчик положения дроссельной заслонки представляет собой резистор переменного сопротивления. Датчик определяет положение дроссельной заслонки и передает эту информацию в электронный блок управления трансмиссией, который использует ее для управления переключением передач, блокировкой трансформатора и регулирования давления в основной магистрали. Зависимость сигнала этого датчика от угла открытия дроссельной заслонки носит линейный характер (рис.7-8б).

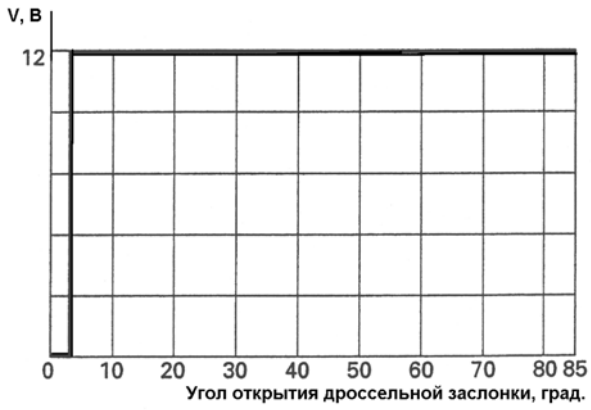


Рис. 7-8 а)

Рис. 7-8 б)

Выключатель повышающей передачи

Выключатель повышающей передачи используется для запрета использования повышающей передачи. При этом загорается контрольная лампочка блокировки включения этой передачи. Выключатель представляет собой кнопку с двумя фиксированными положениями, одно из которых соответствует включенному состоянию, а второе – выключенному состоянию. Как правило, кнопка выключателя повышающей передачи расположена на рычаге селектора режимов (рис.7-9).

Рис. 7-9

Переключатель режимов работы коробки передач

Как уже отмечалось выше, для адаптации работы коробки передач к определенным условиям движения в систему управления могут быть заложены несколько программ переключения передач. Выбор одной из этих программ может осуществлятся с помощью соответствующего переключателя. В зависимости от количества программ, заложенных в память блока управления, переключатель режимов работы АКПП может быть двухпозиционным или трех позиционным.

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 данный тип органов управления не используется, за исключение программы движения по скользкой дороге (режим «HOLD»).

Датчики измерения частоты вращения

Для определения частоты вращения вращающихся деталей в АКПП используются датчики оборотов следующих типов:

- индуктивные;
- электронные (на основе эффекта Холла и магниторезистивные).

Индуктивный датчик оборотов представляет собой катушку, внутри которой расположен постоянный магнит (рис.7-10).

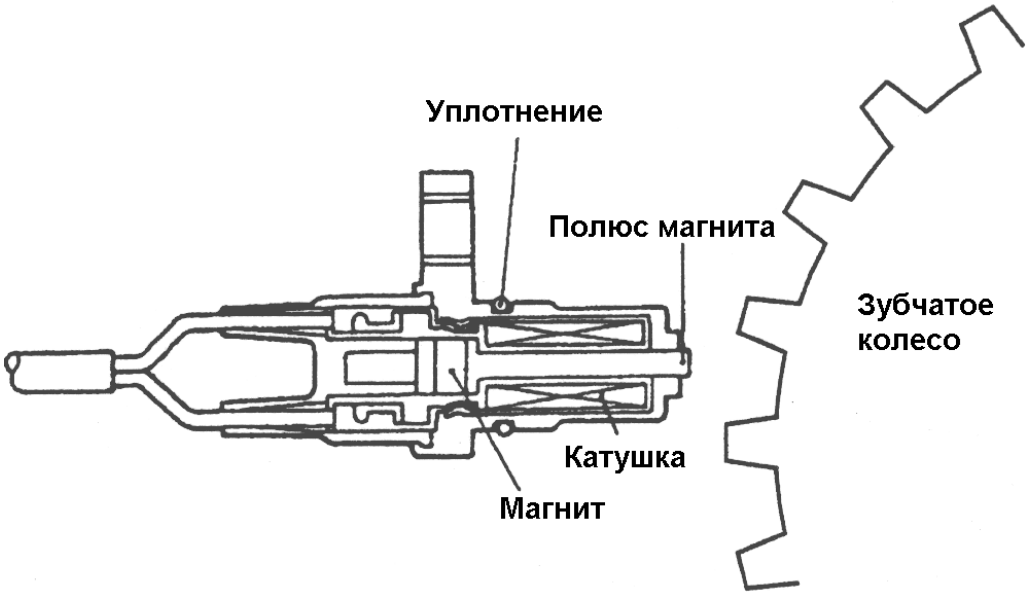


Рис. 7-10

В момент прохождения через магнитное поле датчика какого-либо металлического выступа, например зуба шестерни, в катушке датчика возбуждается напряжение (рис.7-11). Эти импульсы напряжения передаются в блок управления. Зная число зубьев шестерни, легко рассчитать скорость вращения шестерни.

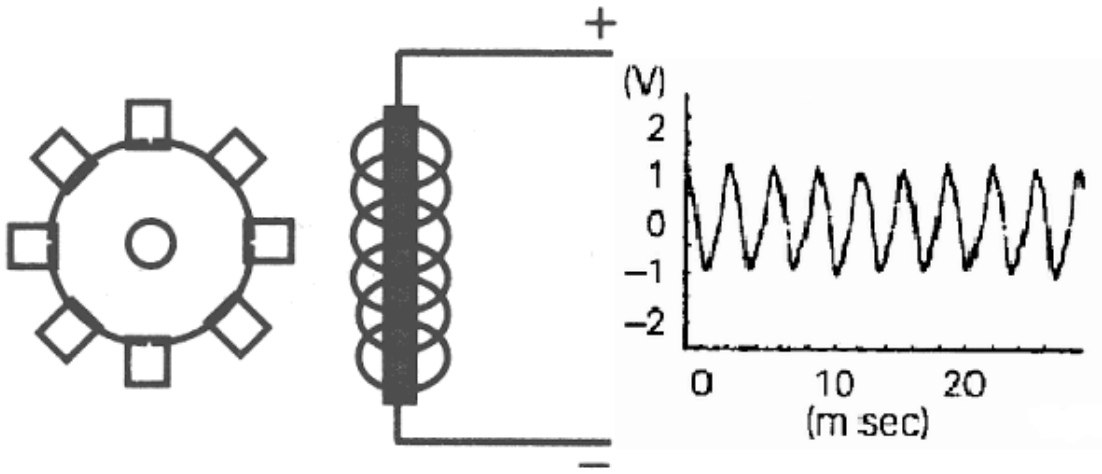


Рис. 7-11

Магниторезистивный датчик и датчик Холла представляют собой электронные датчики с тремя выводами. Выходной сигнал таких датчиков показан на рисунке -12.

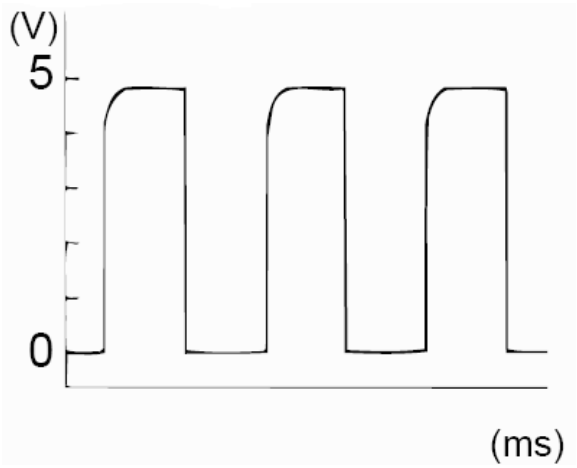


Рис. 7-12

7.4. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

После обработки блоком управления входных сигналов и определения требуемой реакции вырабатываются соответствующие сигналы элементам, называемым исполнительными механизмами, в которых они преобразовываются в механическое перемещение.

В автомобилях в качестве исполнительных механизмов чаще всего используются реле, шаговые двигатели и соленоиды. В системах же управления трансмиссией используются в основном электромагнитные клапаны (соленоиды).

Соленоид – это гидравлический клапан, управляемый электромагнитом. Внутри катушки находится сердечник, который соединен с подвижным элементом гидравлического клапана, это может быть либо плунжер (рис.7-13а), либо просто шарик (рис.7-13б).

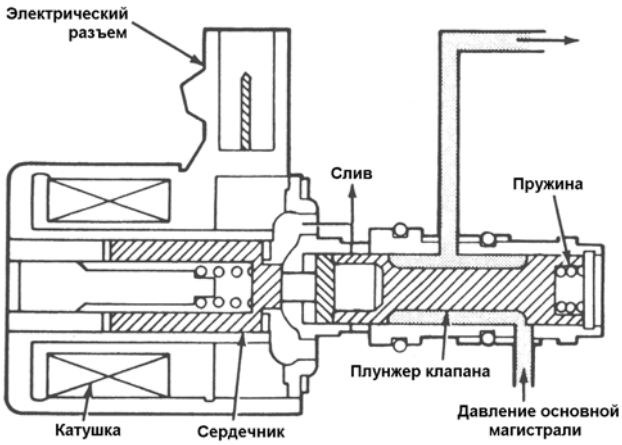


Рис. 7-13 а)

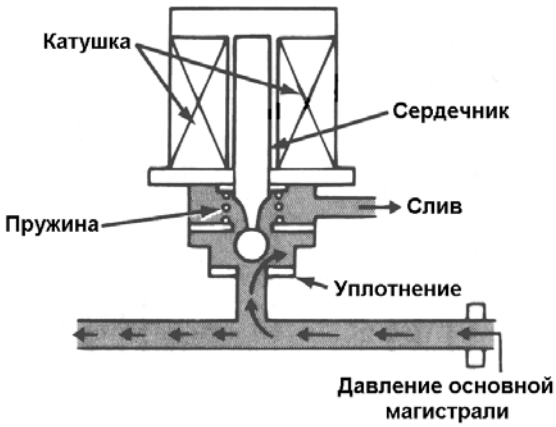


Рис. 7-13 б)

При подводе напряжения на катушку соленоида его сердечник под действием электромагнитной силы перемещается, а в случае снятия напряжения под воздействием пружины возвращается в исходное положение. Таким образом, соленоид преобразовывает электрическую энергию в механическую.

В автоматических трансмиссиях соленоиды используются для управления блокировочной муфтой гидротрансформатора, переключения передач и формирования давления.

В системах управления автоматическими коробками передач используются два типа соленоидов: нормально открытые и нормально закрытые. Клапан нормально открытого соленоида находится в открытом состоянии, пока на обмотку соленоида не будет подано напряжение. Для нормально закрытого соленоида всё наоборот.

В автоматических трансмиссиях применяется два типа управления соленоидами: дискретное (ON/OFF-соленоиды) и управление сигналами широтно-импульсной модуляции (Duty Control соленоиды).

Соленоиды с широтно-импульсной модуляцией используют для формирования давления, как в основной магистрали, так и непосредственно в бустерах фрикционных элементов управления. Кроме того, соленоиды с широтно-импульсной модуляцией используются для регулирования скорости скольжения блокировочной муфты гидротрансформатора и формирования давления подпора гидроаккумуляторов.

Принцип работы соленоидов управляемыми сигналами широтно-импульсной модуляцией

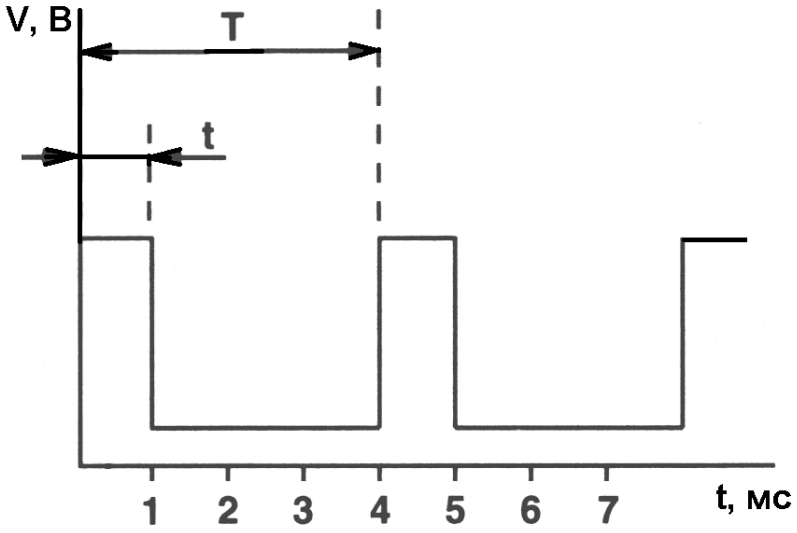


Рис. 7-14

Как уже отмечалось выше, соленоид может находиться только в двух состояниях: *включен* или *выключен*. Однако, если управляющее напряжение сформировать в виде следующих один за другим циклов, состоящих из включенного и выключенного состояний (рис.7-14), то сердечник соленоида будет постоянно находиться в подвижном состоянии. Следует отметить, что период каждого цикла (T) величина постоянная, блок управления может изменять только время наличия сигнала (t) (рис.7-14) или, по-другому - ширину импульса. Изменяя соответствующим образом ширину импульса, блок управления с помощью соленоида имеет возможность формировать требуемое на данный момент времени давление. Сигнал широтно-импульсной модуляции характеризуется отношением ширины импульса к периоду цикла, выраженным в процентах. Так, если период цикла T=4 мс и ширина импульса t=2 мс, то рабочий цикл соленоида будет составлять 50%. Если же при том же значении периода ширина импульса составляет 3 мс, то рабочий цикл равен уже 75%.

Частота пульсации, т.е. количество циклов поданных на соленоид за единицу времени, для разных соленоидов может изменяться в широких пределах, причем, чем выше частота, тем точнее происходит регулирование величины

давления. Например, в трансмиссии 4T80E для управления скольжением блокировочной муфтой гидротрансформатора используется сигнал с частой пульсации 32 Гц, а для регулирования давления в основной магистрали - 292,5 Гц.

8. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО СНЯТИЮ/УСТАНОВКЕ И РЕМОНТУ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

При снятии и установке автоматической трансмиссии на автомобиль используйте специальный инструмент, с соответствии с руководством по ремонту.

Перед снятием трансмиссии слейте рабочую жидкость (ATF), а на некоторых моделях автомобилей требуется слить и охлаждающую жидкость двигателя.

При снятии и установке трансмиссии действуйте в порядке указанном в руководстве по ремонту (рис.8-1). Установка трансмиссии производится в обратном порядке.

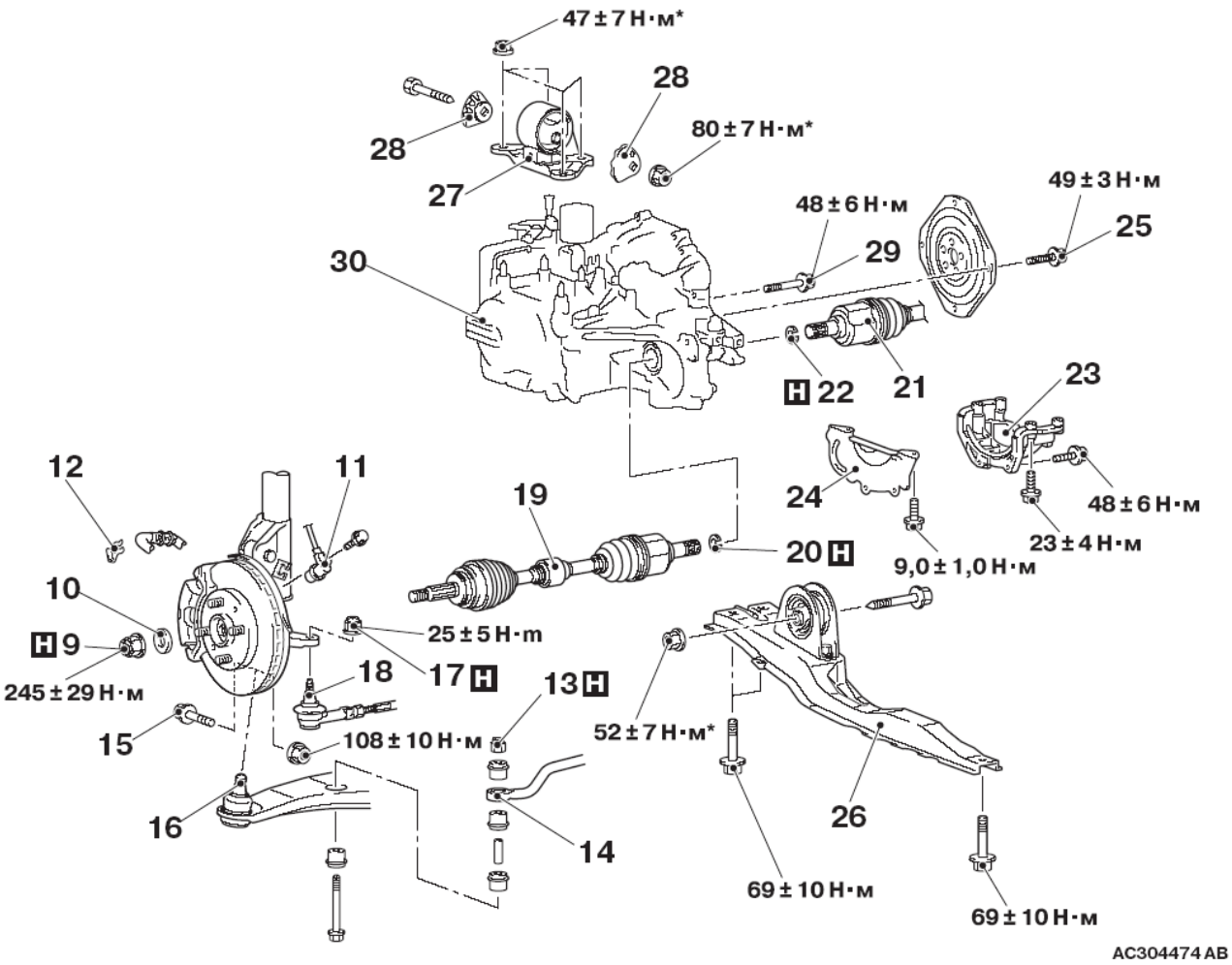


Рис. 8-1

Обратите внимание, что гидротрансформатор снимается и ставится вместе с трансмиссией.

Автоматическая трансмиссия состоит из большого числа прецизионных деталей, требующих аккуратного обращения при ремонте и обслуживании.

Работы по ремонту трансмиссии рекомендуется производить на столе, покрытом резиновым ковриком. В процессе работы поддерживайте чистоту и порядок на рабочем месте.

Не используйте матерчатые перчатки и ветошь при ремонте автоматической трансмиссии. При необходимости допускается использовать нейлоновые перчатки и бумажные салфетки.

После завершения разборки трансмиссии, все детали должны быть тщательно отмыты. Для очистки металлических деталей можно использовать растворитель, после чего хорошо высушить детали сжатым воздухом.

Для очистки пластиковых и резиновых деталей допускается использовать только ATF.

Прокладки, сальники и уплотнения являются одноразовыми деталями. Никогда не используйте их повторно. (Рис. 8-2) Такие детали на схемах помечаются буквой **N** (латинская) или **H (**русская).

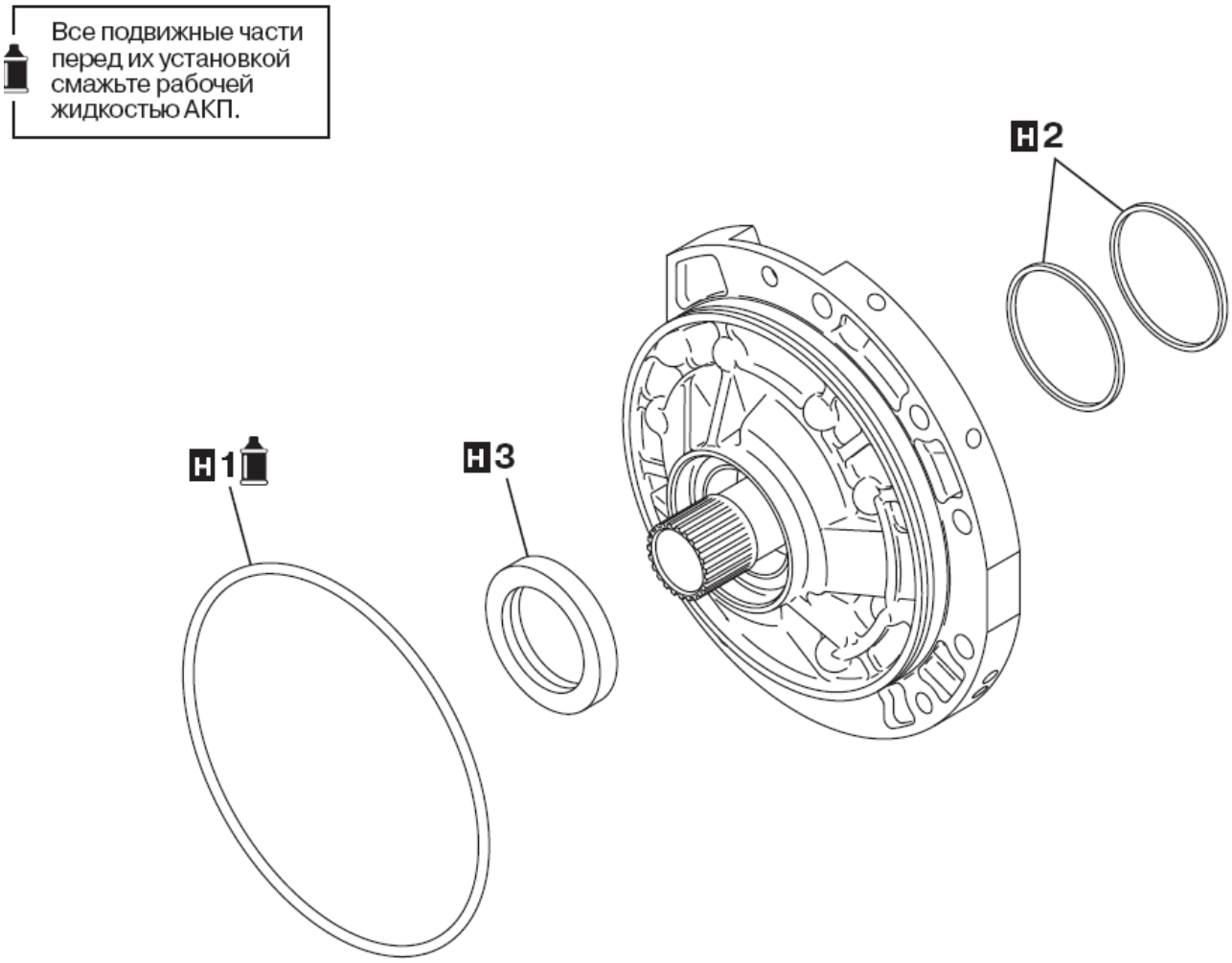


Рис. 8-2

При сборке трансмиссии используйте специальный синий гель или белый вазелин для смазки уплотнений и удержания лёгких деталей (рис.8-3). Для смазки остальных деталей при сборке используйте ATF.

Рис. 8-3

Перед установкой новых фрикционных элементов (дисков и тормозных лент) замачивайте их в ATF, не менее двух часов.

Не используйте герметик или клей для установки прокладок.

Если обнаружено повреждение подшипника скольжения, меняются все сопряжённые с ним детали на новые.

Перед установкой трансмиссии на автомобиль требуется промыть систему охлаждения ATF. Для промывки используйте ATF.

В отдельных случаях (например, при установке поддона) в качестве прокладки может использоваться герметик. После разборки трансмиссии удалите следы старого герметика при помощи скребка. При сборке, перед нанесением герметика, убедитесь, что поверхности ровные и чистые. Герметик наносится равномерно, без разрывов, жгутиком определённой толщины. После соединения деталей не допускается контакта герметика с ATF в течении часа.

Перед установкой трансмиссии на автомобиль проверьте размер ***A*** (рис. 8-4) в соответствии с документацией по ремонту, и убедитесь, что гидротрансформатор нормально установился в трансмиссии. Перед установкой гидротрансформатора смажьте трансмиссионной жидкостью приводную втулку насоса. Установку гидротрансформатора производите аккуратно, так чтобы не повредить сальник.

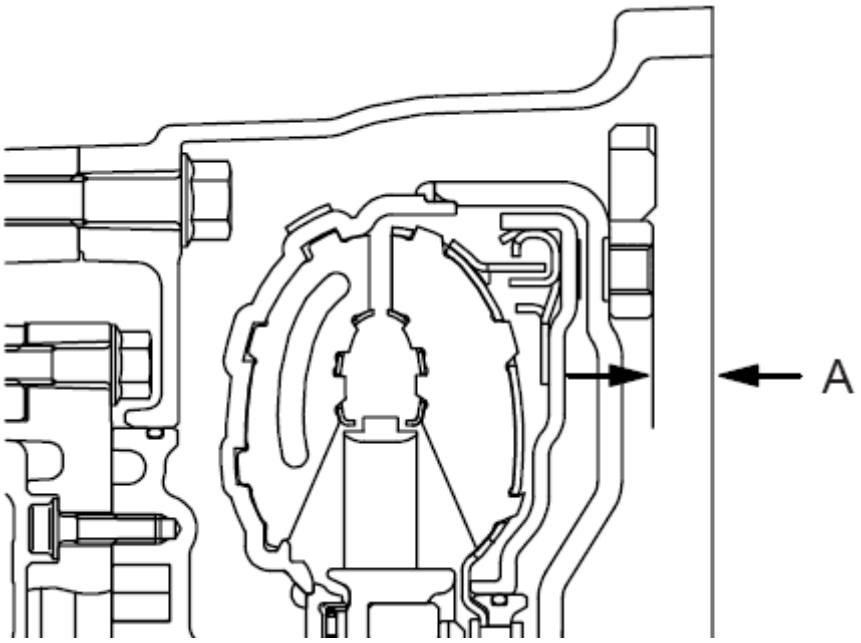


Рис. 8-4

После установки трансмиссии отрегулируйте привод селектора режимов и положение датчика селектора режимов АКПП (рис. 8-5). Заполните трансмиссию рабочей жидкостью и проверьте её уровень.

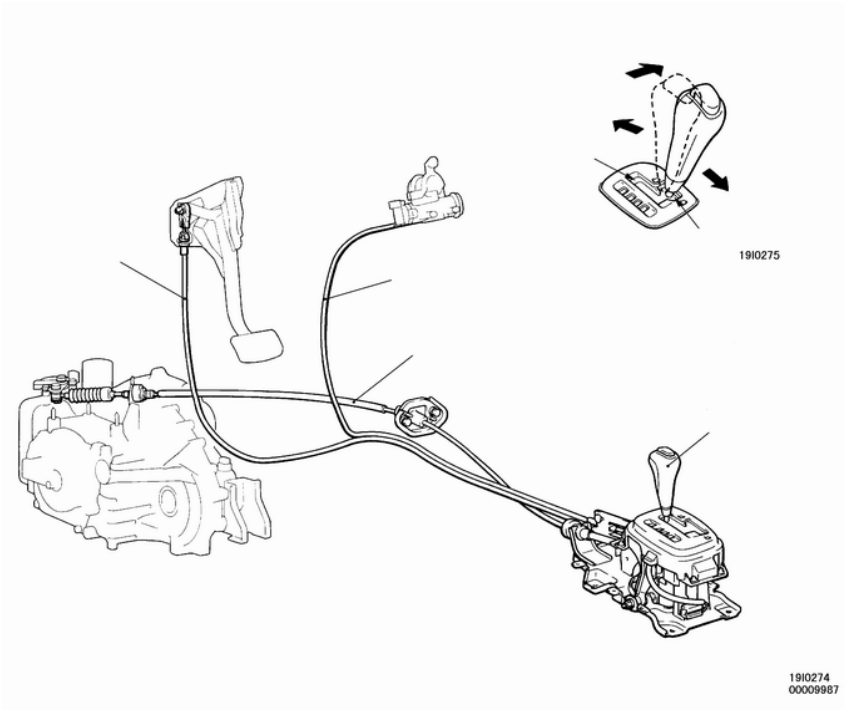


Рис. 8-5

9. МОДЕЛЬНЫЙ РЯД АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ MITSUBISHI

Тип трансмиссии		Серия	Модель	Тип трансмиссии		Серия	Модель
FWD	2WD	F3A2	F3A21	RWD	2WD	R4A5	R4A51
		F4A2	F4A21			R4AW	R4AW2
			F4A22				R4AW3
			F4A23				R4AW4
		F4A3	F4A33		4WD	V4AW	V4AW2
		F4A4	F4A41				V4AW3
			F4A42				V4AW4
			F4A4A			V4A5	V4A51
			F4A4B			V5A5	V5A51
		F4A5	F4A51				
		F5A4	F5A42				
		F5A5	F5A51				
	4WD	W4A3	W4A32				
			W4A33				
		W4A4	W4A42				
			W4A4B				

Система кодовых обозначений трансмиссий Mitsubishi

F 5 M 4 1

Последовательность разработки

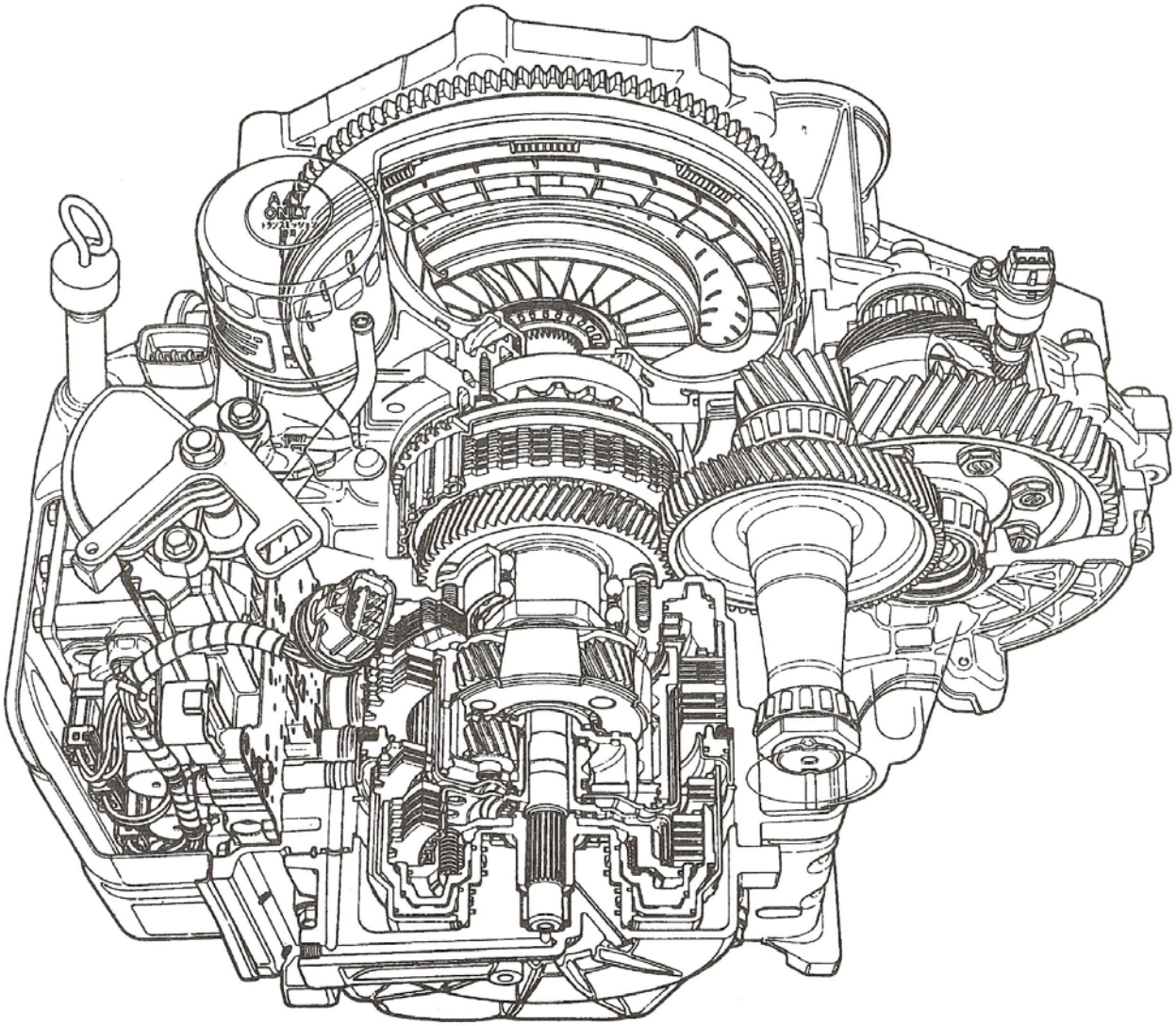
Производитель
- **1, 2, 3, 4, 5, T** — **MITSUBISHI**
- **C** — **CHRYSLER**
- **G** — **GETRAG**
- **W** — **AISIN AW**
- **R** — **RENAULT**
- **V** — **VOLVO**

Тип
- **M – с ручным управление**
- **A – с автоматическим управлением**

Число передач
- **3 – три передачи (устарело)**
- **4 – четыре передачи**
- **5 – пять передач**
- **6 – шесть передач (только с ручным управлением)**

Привод
- **F – переднепрводные**
- **R – заднеприводные**
- **W – полноприводные на базе переднеприводной**
- **V – полноприводные на базе заднеприводной**

10. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ СЕРИИ F4A4



10.1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Благодаря системе «INVECS-II» достигается максимально комфортное управление автомобилем.
- Управление с обратной связью и адаптивные алгоритмы управления обеспечивают превосходное качество переключения передач.
- Система управления позволяет качественно отрабатывать переключения передач даже при очень высоких оборотах двигателя.
- Количество валов снижено до двух, что снизило вес трансмиссии.
- Низкий уровень шума.

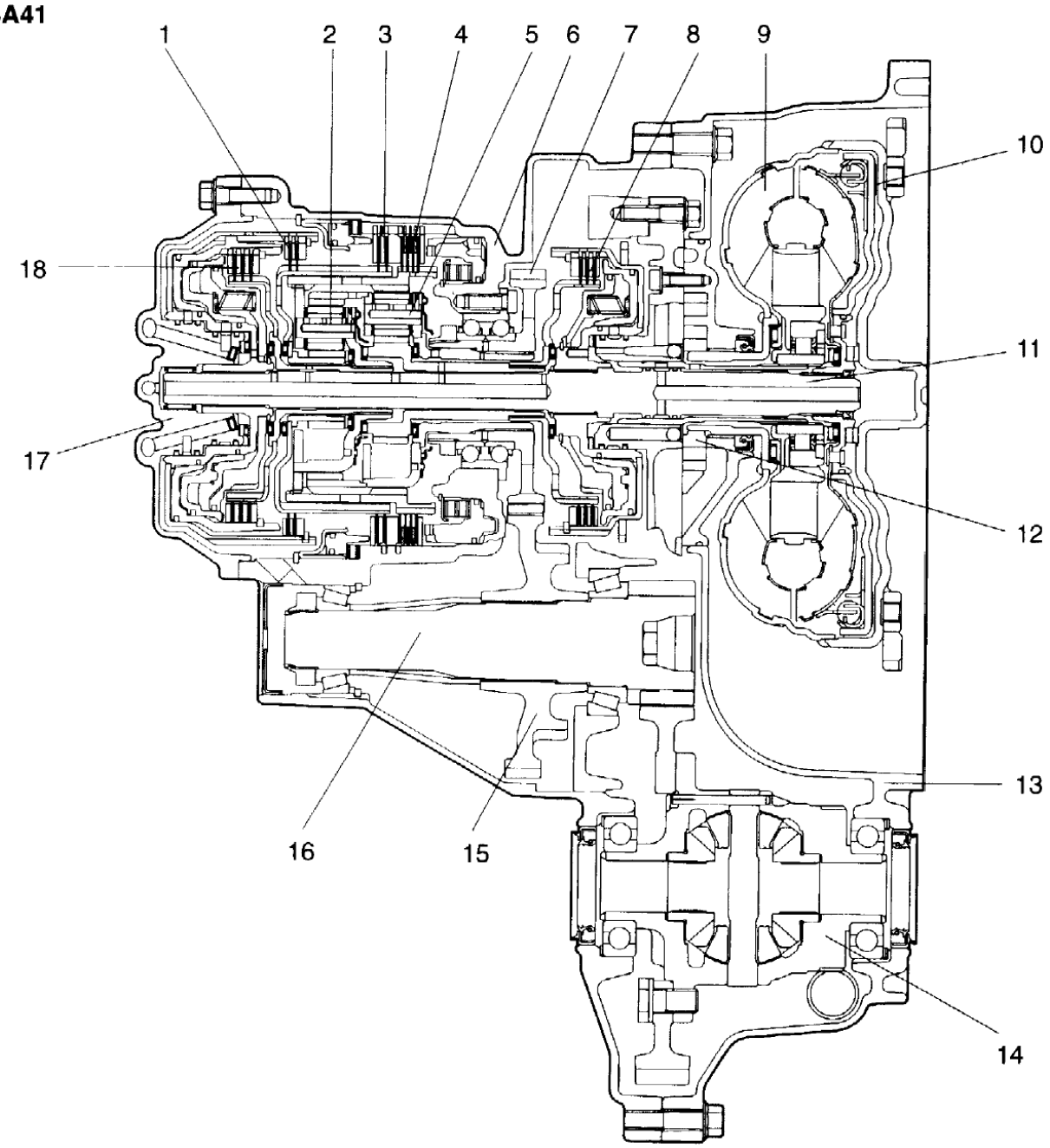
10.2. СПЕЦИФИКАЦИЯ

Модель трансмиссии	Модель двигателя			
F4A41	4G13 1.3		4.042	COLT, LANCER
	4G15 1.5		4.042	COLT, LANCER
	4G15 1.5		4.406	SPACE STAR
	4G92 1.6		4.042	CARISMA, COLT, LANCER
	4G18 1.6		4.406	CARISMA, SPACE STAR
F4A4A	4G18 1.6		4.406	NEW LANCER
F4A42-1	4G93 1.8		3.770	CARISMA
	4G93 1.8		4.042	CARISMA, GALANT, SPACE STAR
	4G93	1.8	4.406	CARISMA, SPACE STAR, SPACE RUNNER
	4G63	2.0	4.042	GALANT
	4G63	2.0	4.406	SPACE RANNER
	6A12	2.0	4.406	GALANT
F4A42-2	4G64	2.4	3.770	GALANT, SPACE WAGON
	4G64	2.4	4.042	GALANT, SPACE RUNNER, SPACE WAGON
	6A13	2.5	3.770	GALANT
F4A4B-2	4G69	2.4	4.406	GRANDIS
W4A4B-4	4G69	2.4	4.625	OUTLANDER

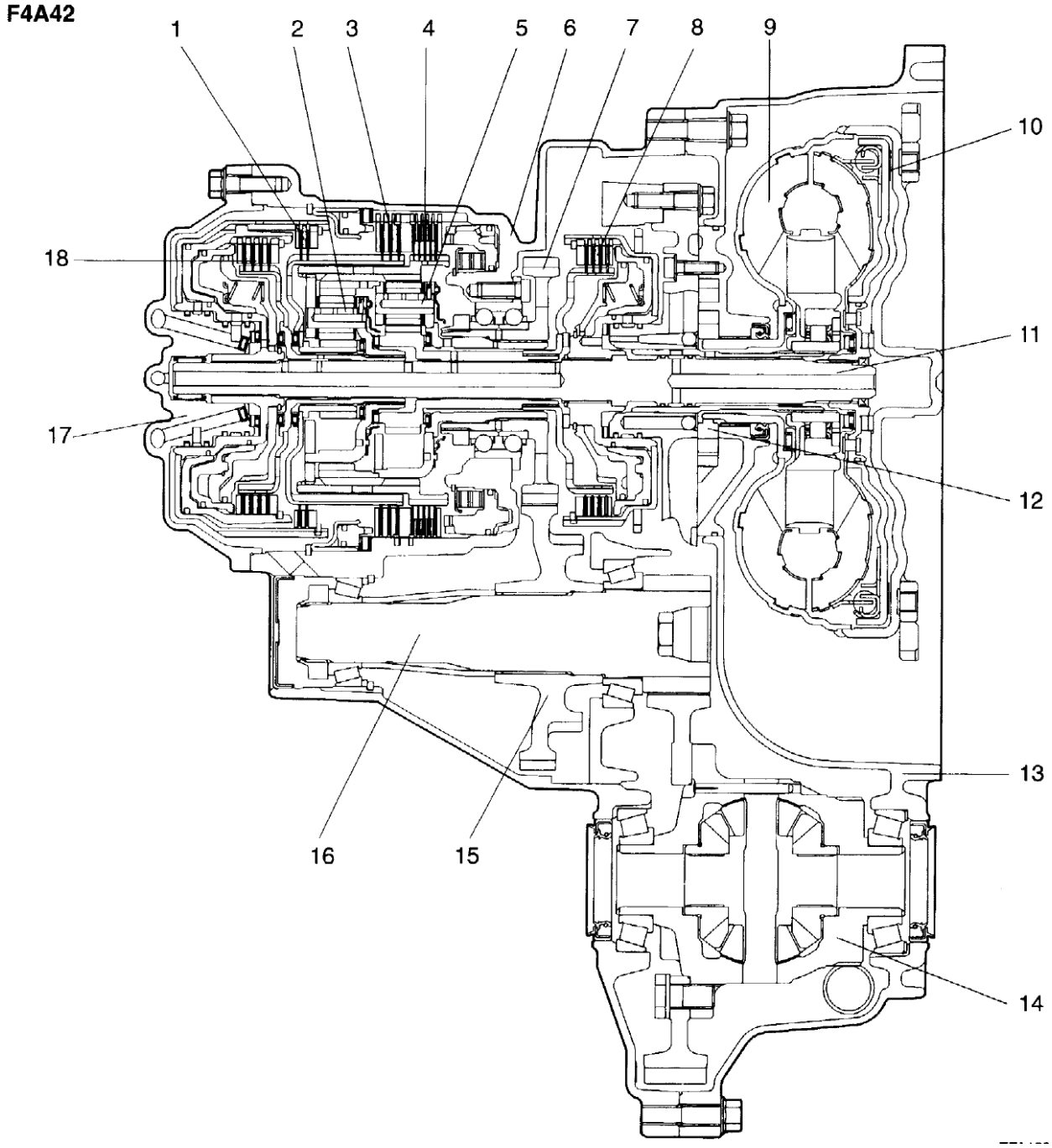
Модель трансмиссии		**F4A41**	**F4A42**
Гидротрансформатор	Тип	3-элементный, 2-фазный, с демпфером крутильных колебаний	
	Функция блокировки	Предусмотрена	
	Коэффициент трансформации крутящего момента в режиме stall-теста	2.00	
Тип трансмиссии		Автоматическая: четыре передачи вперёд, одна передача заднего хода	
Передаточные отношения	1-я	2.842	
	2-я	1.529	
	3-я	1.000	
	4-я	0.712	
	Задний ход	2.480	
Передаточное отношение главной пары		4.042	
Количество дисков муфты Underdrive		3	4
Количество дисков муфты Overdrive		3	4
Количество дисков муфты Reverse		2	2
Количество дисков тормоза Low-Reverse		4	5
Количество дисков тормоза Second		2	2
Рычаг селектора режимов		P-R-N-D-3-2-L (7 позиций)	
Управление переключением передач		Электронное управление (INVECS-II)	
Управление давлением ATF во время переключения передач		Электронное управление (независимое управление гидравлическими контурами муфт и тормозов)	
Управление блокировкой гидротрансформатора		Электронное управление	
Вес, кг		70	71

10.3. ВИД В РАЗРЕЗЕ

F4A41



1. Муфта Reverse	10. Муфта блокировки гидротрансформатора
2. Планетарный механизм Overdrive	11. Входной вал
3. Тормоз Second	12. Насос
4. Тормоз Low-Reverse	13. Картер гидротрансформатора
5. Выходной планетарный механизм	14. Дифференциал
6. Корпус трансмиссии	15. Ведомая промежуточная шестерня
7. Ведущая промежуточная шестерня	16. Выходной вал
8. Муфта Underdrive	17. Задняя крышка
9. Гидротрансформатор	18. Муфта Overdrive



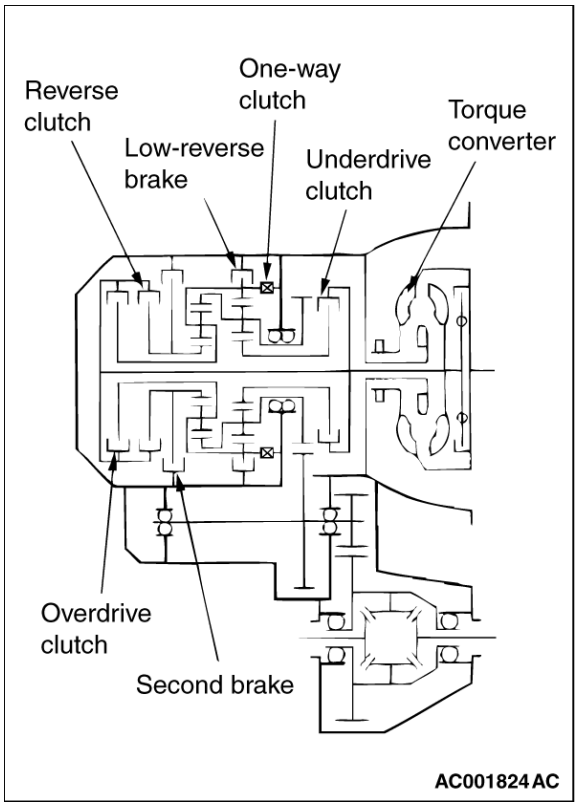
1. Муфта Reverse	10. Муфта блокировки гидротрансформатора
2. Планетарный механизм Overdrive	11. Входной вал
3. Тормоз Second	12. Насос
4. Тормоз Low-Reverse	13. Картер гидротрансформатора
5. Выходной планетарный механизм	14. Дифференциал
6. Корпус трансмиссии	15. Ведомая промежуточная шестерня
7. Ведущая промежуточная шестерня	16. Выходной вал
8. Муфта Underdrive	17. Задняя крышка
9. Гидротрансформатор	18. Муфта Overdrive

Замечание

Далее по тексту, *выходной* планетарный механизм будет называться *передним* планетарным механизмом, а планетарный механизм *Overdrive – задним* планетарным механизмом.

Сокращение ***«ПМ»*** означает «**П**ланетарный **М**еханизм».

10.4. СХЕМА ТРАНСМИССИИ F4A4



Трансмиссия состоит из гидротрансформатора и коробки передач.

Трёхэлементный, двухфазный гидротрансформатор с демпфером крутильных колебаний содержит встроенную муфту блокировки гидротрансформатора.

Коробка передач состоит из трёх многодисковых муфт, двух многодисковых тормозов и двух планетарных механизмов (ПМ).

Каждый планетарный механизм (ПМ) состоят из солнечного колеса, водила, сателлитов и короны.

10.5. УПРАВЛЯЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ ФУНКЦИИ

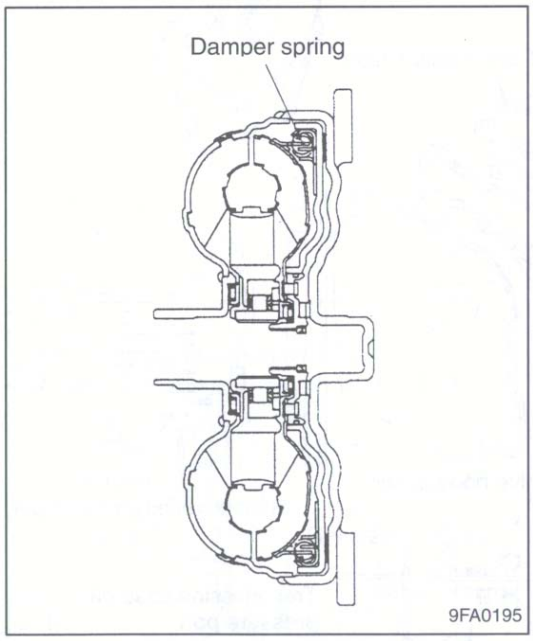
Управляющий элемент	Обозначение	Функция
Муфта Underdrive	UD	Передаёт крутящий момент с входного вала на солнечное колесо переднего ПМ
Муфта Reverse	REV	Передаёт крутящий момент с входного вала на солнечное колесо заднего ПМ
Муфта Overdrive	OD	Передаёт крутящий момент с входного вала на водило заднего ПМ
Тормоз Low-Reverse	LR	Останавливает корону переднего ПМ и водило заднего ПМ
Тормоз Second	2ND	Останавливает солнечное колесо заднего ПМ

Положение рычага селектора и работа управляющих элементов

Фрикционный элемент / Положение рычага селектора		UD	REV	OD	LR	2ND
P	**Парковка**	-	-	-	○	-
R	**Задний ход**	-	○	-	○	-
N	**Нейтральная передача**	-	-	-	○	-
D	**1-я передача**	○	-	-	○	-
	2-я передача	○	-	-	-	○
	3-я передача	○	-	○	-	-
	4-я передача	-	-	○	-	○
3	1-я передача	○	-	-	○	-
	2-я передача	○	-	-	-	○
	3-я передача	○	-	○	-	-
2	1-я передача	○	-	-	○	-
	2-я передача	○	-	-	-	○
1	1-я передача	○	-	-	○	-

Замечание: В режиме движения «HOLD», переключение на первую передачу в положениях рычага селектора «D», «3» и «2» не происходит. Для включения первой передачи в режиме «HOLD», рычаг селектора следует перевести в положение «L».

10.6. ГИДРОТРАНСФОРМАТОР



Используемый гидротрансформатор имеет аналогичную конструкцию, трансмиссии серии F4A2.

Имеется блокировка гидротрансформатора с демпфирующими пружинами.

В результате оптимизации алгоритма блокировки гидротрансформатора и применения новых материалов достигнуты: высокое качество включения и увеличен ресурс.

Структура и принципы работы аналогичны трансмиссии F4A2.

10.7. КОРПУС ТРАНСМИССИИ

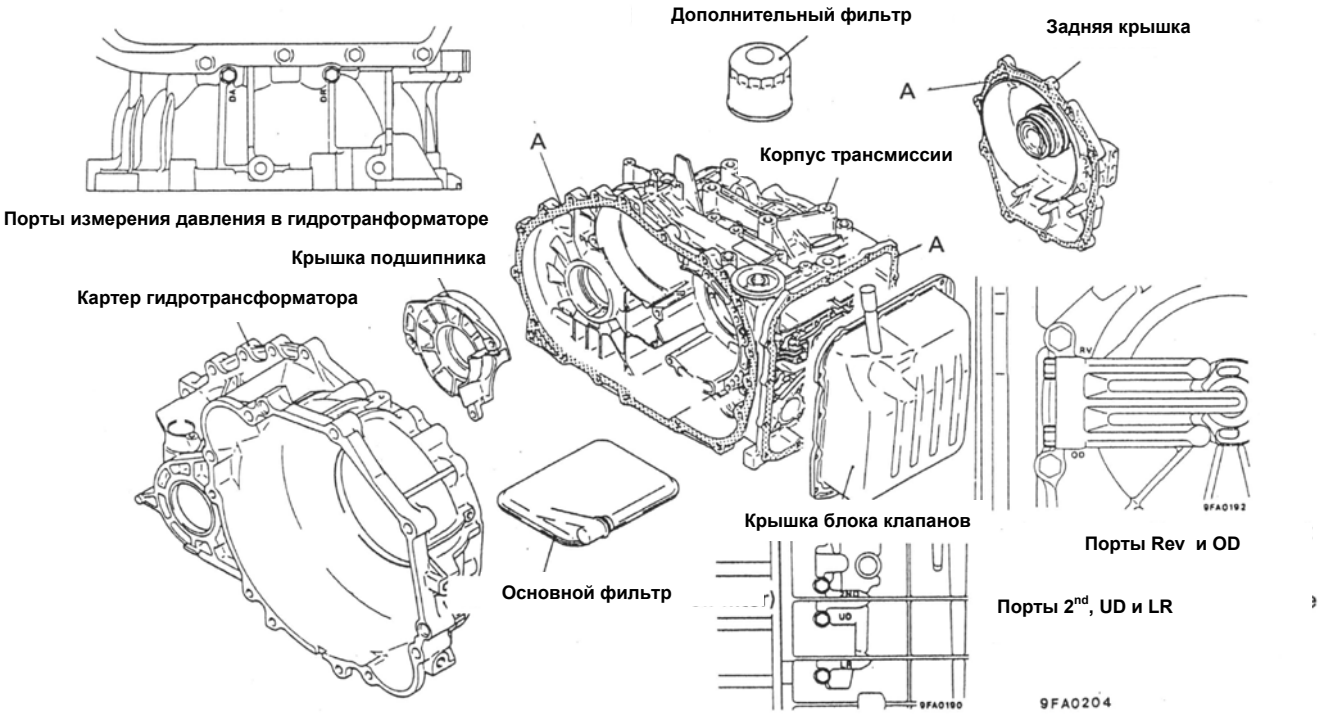
Корпус трансмиссии состоит из: картера гидротрансформатора, собственно корпуса трансмиссии, задней крышки и крышки блока клапанов.

Для уменьшения веса, картер гидротрасформатора, корпуса трансмиссии и задняя крышка сделаны из алюминиевого сплава.

При проектировании рёбер жёсткости корпуса применялись компьютерные технологии, что позволило добиться максимальной жёсткости конструкции при минимальном весе.

Для уплотнения сопрягаемых корпусных деталей используется герметик, что повышает качество соединения.

В дополнение, для облегчения идентификации контрольных пробок (портов), используемых для проверки давления в гидросистеме, на корпусе трансмиссии нанесены соответствующие обозначения.



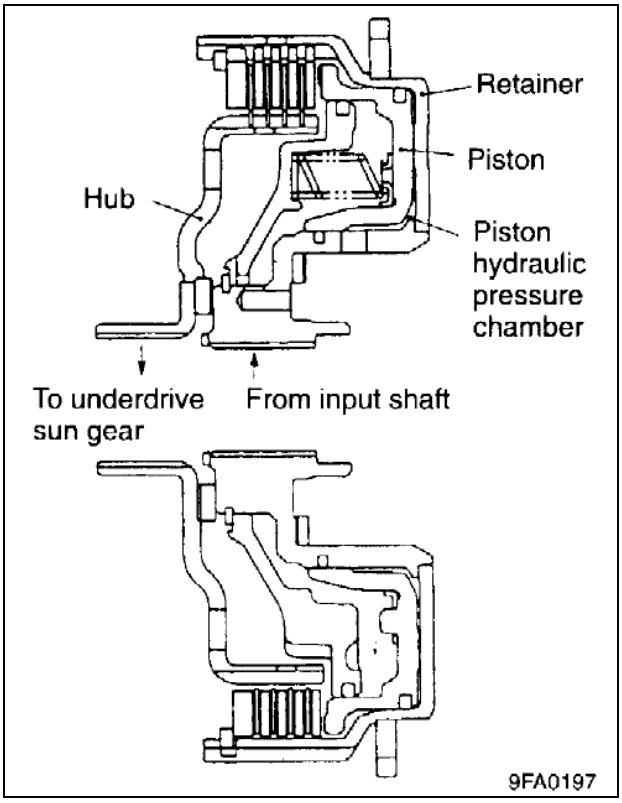
10.8. МУФТЫ

Механизм переключения передач содержит три многодисковых муфты.

Барабаны муфт выполнены из качественной листовой стали, что увеличивает продуктивность и снижает вес.

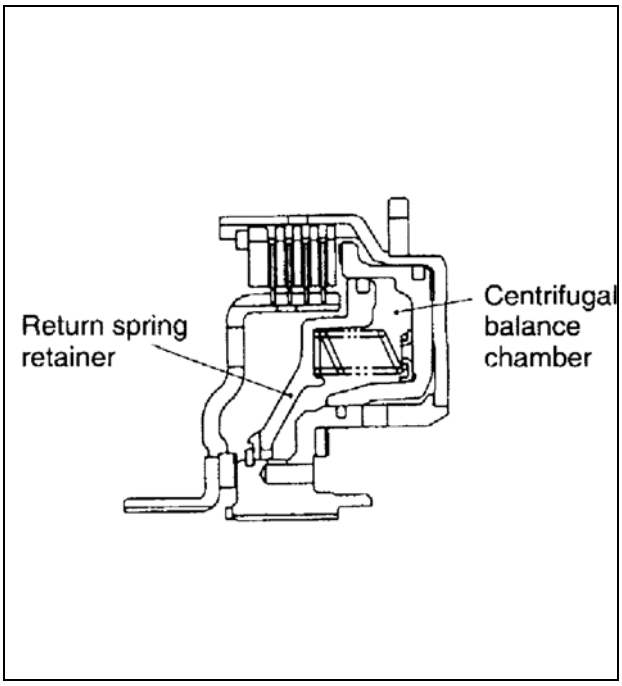
Кроме того, использован гидравлический балансировочный механизм, который компенсирует эффект центробежного давления.

Муфта Underdrive



Муфта Underdrive работает на 1-й, 2-й и 3-й передачах, передавая крутящий момент с входного вала на солнечное колесо переднего ПМ.

Давление жидкости поступает в полость между поршнем и корпусом барабана, поршень перемещается и сжимает пакет фрикционов и стальных пластин, таким образом, крутящий момент передаётся с барабана на ступицу.

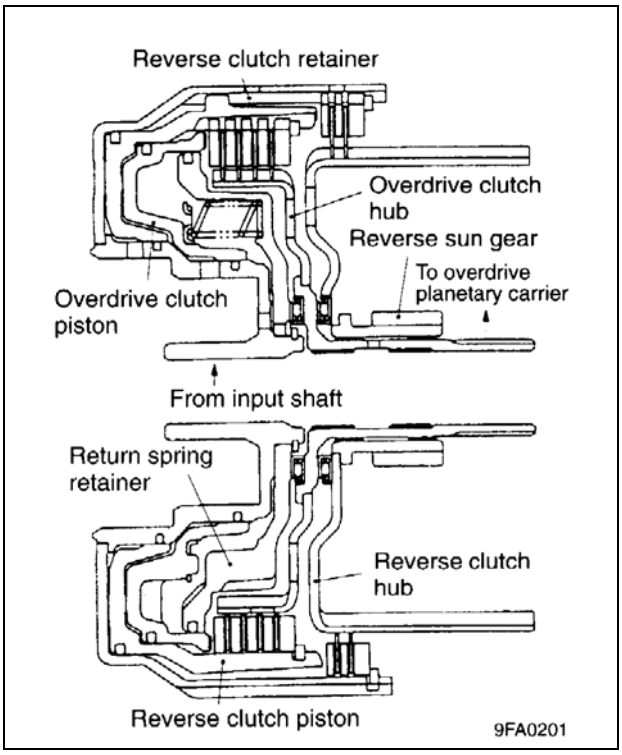


На высоких оборотах двигателя может возникнуть эффект, который затруднит выключение муфты, т. к. давление жидкости в камере между поршнем и барабаном будет поддерживаться за счёт центробежного эффекта, и усилия возвратной пружины может оказаться недостаточно для быстрого выключения муфты. Поэтому, со стороны возвратной пружины расположена ещё одна камера, давление жидкости в которой, появляющееся с ростом оборотов, компенсирует аналогичное давление с противоположной стороны поршня.

Количество фрикционных дисков и стальных пластин

Муфта	Модель трансмиссии	Фрикционные диски	Стальные пластины
Underdrive	F4A41	3	3
	F4A42	4	4

Муфты Reverse и Overdrive



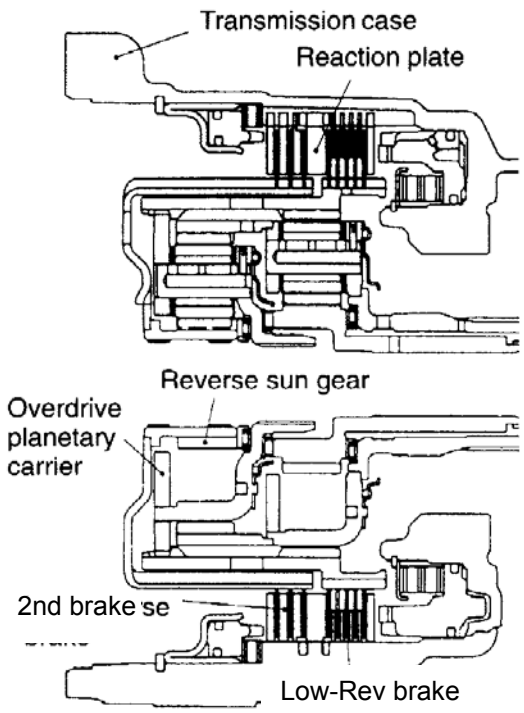
Муфта Reverse работает на передаче заднего хода, передавая крутящий момент с входного вала на солнечное колесо заднего ПМ.

Муфта Overdrive работает на 3-й и 4-й передачах, передавая крутящий момент с входного вала на водило заднего ПМ и корону переднего ПМ.

Количество фрикционных дисков и стальных пластин

Муфта	Модель трансмиссии	Фрикционные диски	Стальные пластины
Reverse	F4A41	2	2
	F4A42	2	2
Overdrive	F4A41	3	3
	F4A42	4	4

10.9. ТОРМОЗА



Механизм переключения передач содержит два многодисковых тормоза.

Тормоз Low-Reverse, тормоз Second (2nd)

Тормоз Low-Reverse работает на 1-й передаче и на передаче заднего хода, а также в положениях селектора «P» и «N»,останавливая корону переднего ПМ и водило заднего ПМ.

Тормоз Second работает на 2-й и 4-й передачах, останавливая солнечное колесо заднего ПМ.

Конструкция обоих тормозов показана на рисунке слева. Пакеты расположены с двух сторон от упорной пластины (reaction plate) и фиксируются в корпусе трансмиссии стопорными кольцами.

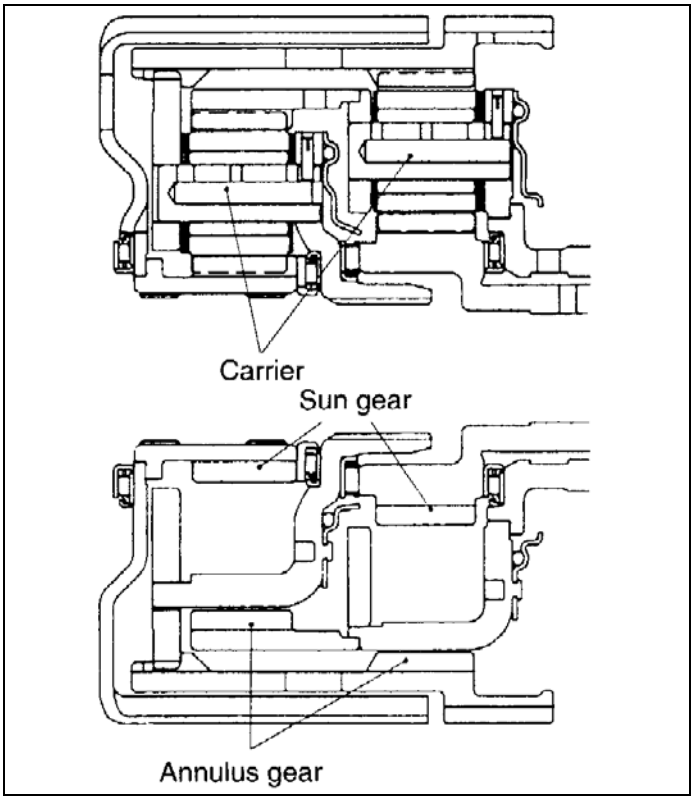
Количество фрикционных дисков и стальных пластин

Тормоз	Модель трансмиссии	Фрикционные диски	Стальные пластины
Low-Reverse	F4A41	4	3
	F4A42	5	4
Second	F4A41	2	1
	F4A42	3	2

Количество фрикционных дисков и стальных пластин (сводная таблица)

Муфты и тормоза	Модель трансмиссии	Фрикционные диски	Стальные пластины
Underdrive clutch	F4A41	3	3
	F4A42	4	4
Reverse clutch	F4A41	2	2
	F4A42	2	2
Overdrive clutch	F4A41	3	3
	F4A42	4	4
Low-Reverse brake	F4A41	4	3
	F4A42	5	4
Second brake	F4A41	2	1
	F4A42	3	2

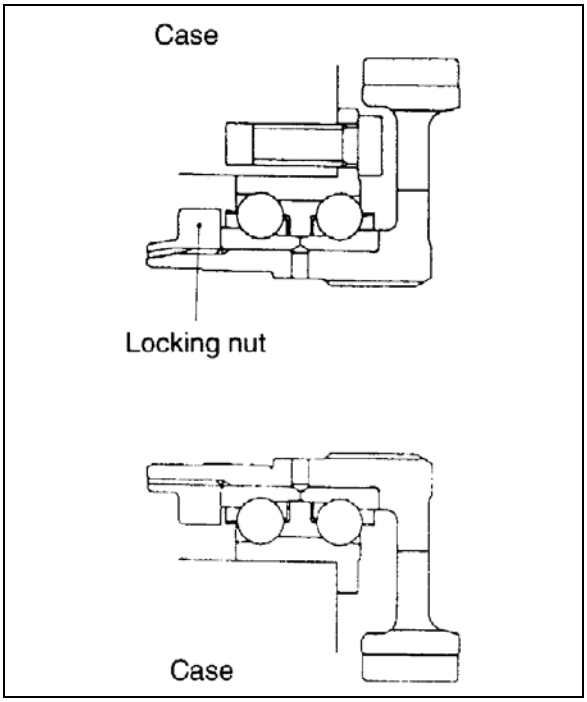
10.10. ПЛАНЕРАТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ



Трансмиссия содержит комбинацию из двух планетарных механизмов.

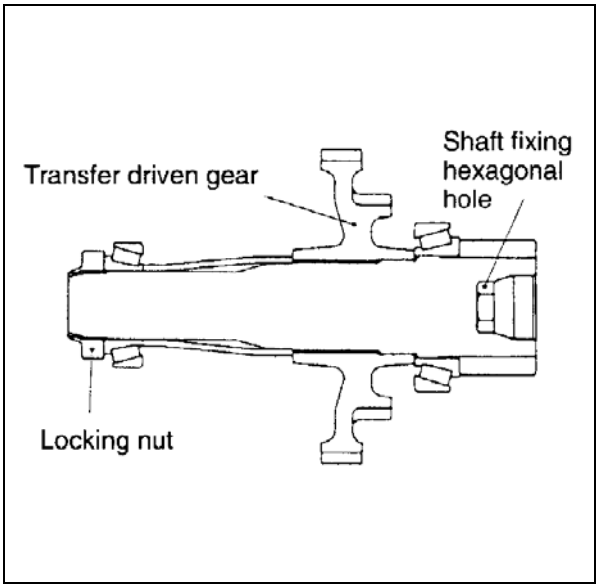
Водило заднего ПМ механически связано с короной переднего ПМ.

10.11. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ВАЛ, ДИФФЕРЕНЦИАЛ И ГЛАВНАЯ ПАРА



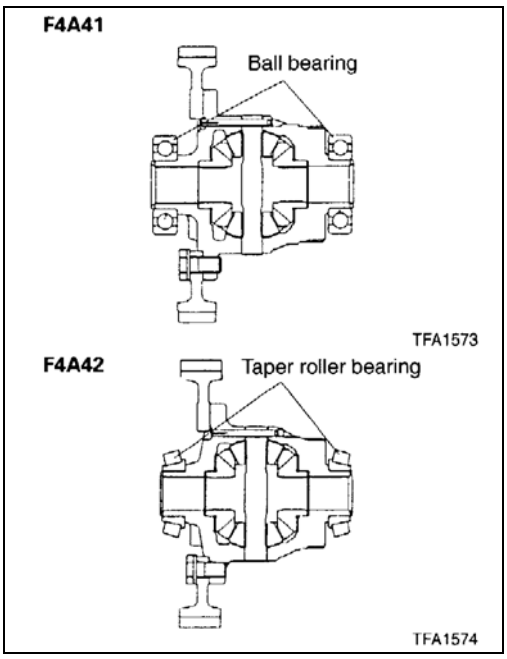
Ведущая шестерня промежуточной передачи

Компактные размеры, модульная структура и большая высота зубьев передачи приводят к увеличению эффективности зацепления и уменьшению уровня шума. Кроме того, подшипники передачи имеют предварительный натяг, что исключает зазоры. Подшипники крепятся непосредственно к корпусу трансмиссии, что повышает жёсткость конструкции.



Выходной вал и ведомая шестерня промежуточной передачи

Выходной вал с напрессованой ведомой шестернёй промежуточной передачи устанавливается в подшипниках и фиксируется гайкой, как показано на рисунке слева. Гайка имеет левую резьбу. Для фиксации выходного вала при отворачивании, либо заворачивании гайки, на противоположном конце вала имеется шестигранное углубление под соответствующий инструмент.



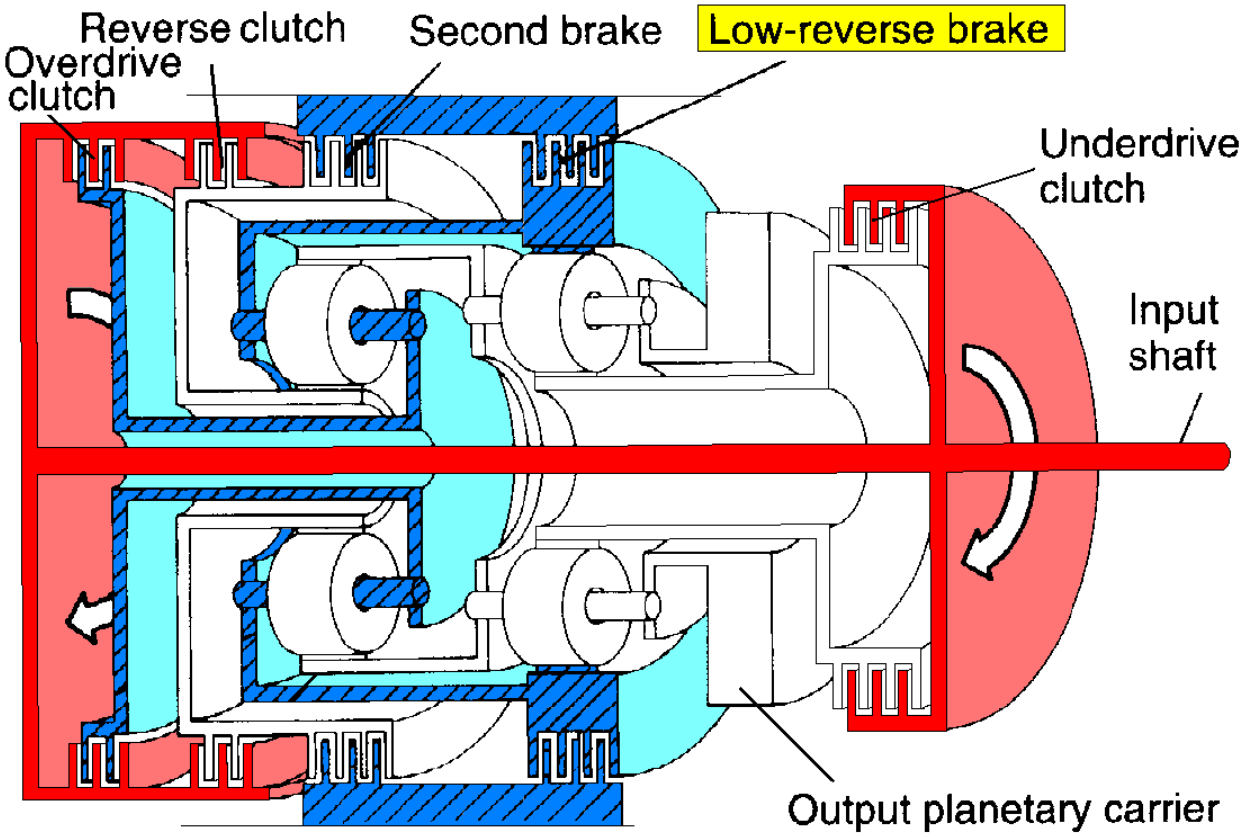
Дифференциал и главная пара

Передаточное отношение главной пары выбрано равным 4.042 (Carisma)

10.12. ПОТОК МОЩНОСТИ

Парковка и нейтральная передача

Так как все муфты выключены, крутящий момент не может передаваться через планетарные механизмы. Тем не менее, тормоз Low-Reverse остаётся включенным, чтобы обеспечить быстрое включение первой передачи или передачи заднего хода.



Первая передача

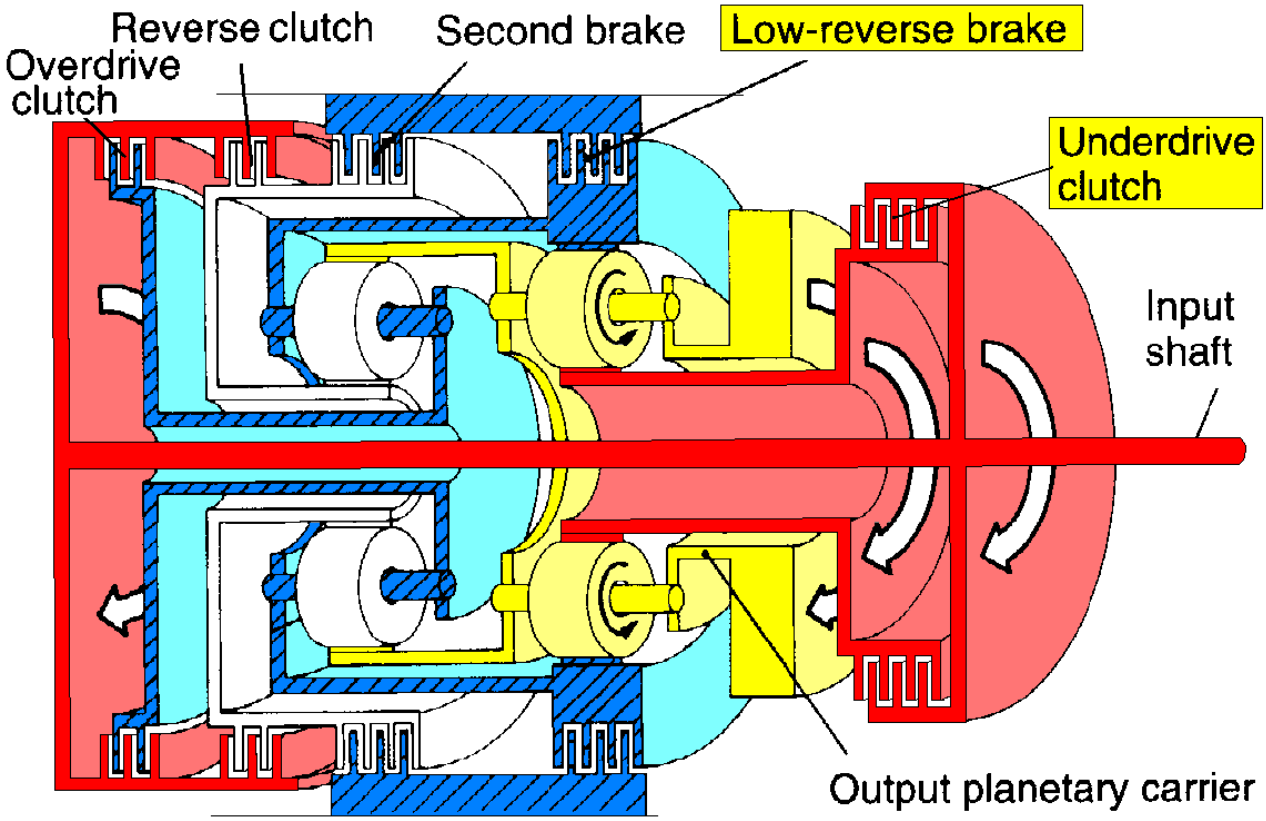
На первой передаче включаются муфта Underdrive и тормоз Low-Reverse.

Крутящий момент через муфту Underdrive передаётся на солнечное колесо переднего ПМ и через сателлиты пытается провернуть против часовой стрелки корону переднего ПМ. Сателлиты переднего ПМ вращаясь вокруг солнечного колеса, поворачивают водило по часовой стрелке.

Но корона переднего ПМ вращаться не может, т. к. включен тормоз Low-Reverse. Поэтому, вращается только водило - по часовой стрелке.

Таким образом, реализуется первая передача.

Так как, водило переднего ПМ имеет механическую связь с короной заднего ПМ, сателлиты заднего ПМ так же вращаются. Но, солнечное колесо заднего ПМ вращается свободно, и это не оказывает никакого влияния на водило переднего ПМ.

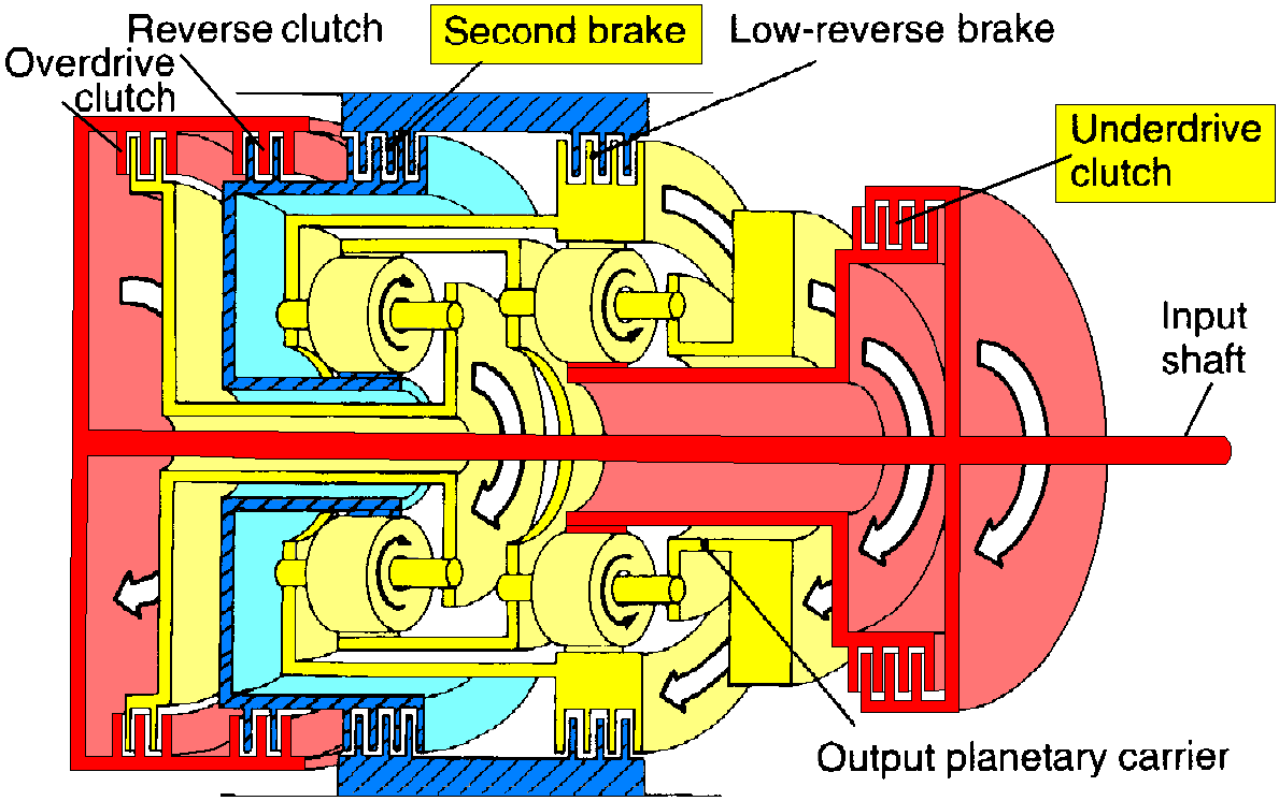


Вторая передача

На второй передаче включены муфта Underdrive и тормоз Second (2nd).

По сравнению с первой передачей, включился тормоз Second, а муфта Low-Reverse выключилась. Теперь солнечное колесо заднего ПМ остановлено и вращение короны заднего ПМ вызывает вращение сателлитов, а вместе с ними и водила заднего ПМ по часовой стрелке.

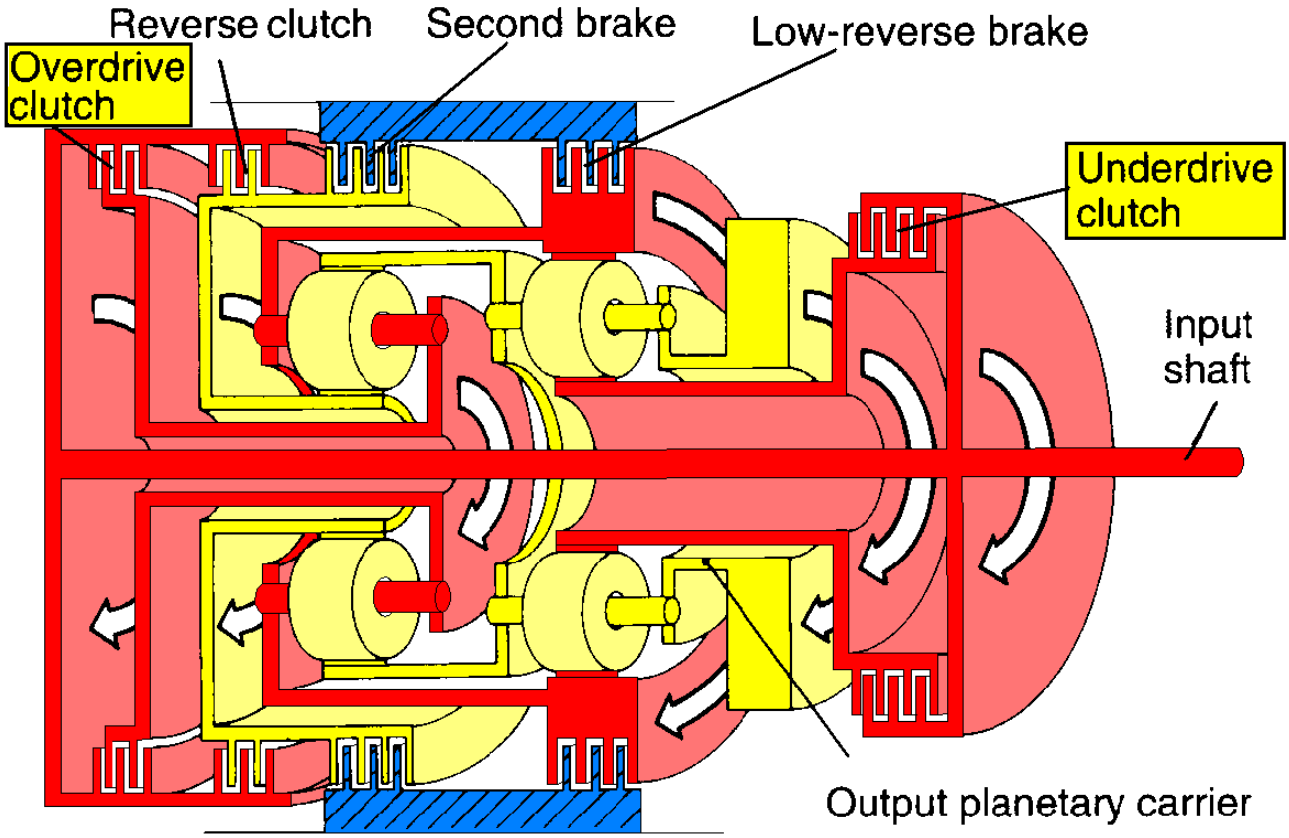
Одновременно начнет вращаться и корона переднего ПМ, так как она механически связана с водилом заднего ПМ, что увеличит скорость вращения водила переднего ПМ по сравнению с первой передачей.



Третья передача

На третьей передаче работают муфты Underdrive и Overdrive.

Муфта Overdrive соединяет между собой входной вал и водило заднего ПМ с короной переднего ПМ. С другой стороны скорость вращения солнечного колеса переднего ПМ равна скорости вращения входного вала, так как они соединяются муфтой Underdrive. Таким образом, передний ПМ оказывается заблокированным и вращается как одно целое, реализуя третью, прямую передачу.



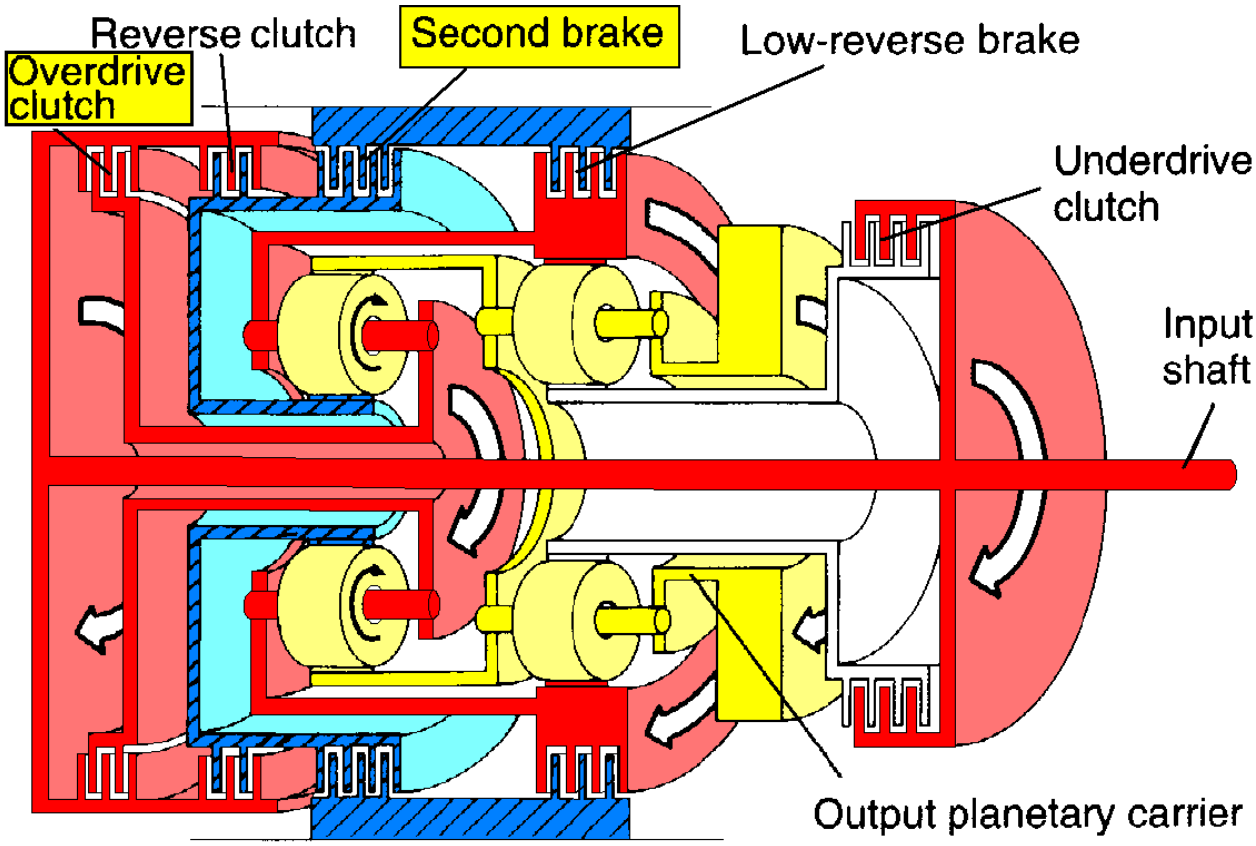
Четвёртая передача

На четвёртой передаче работают муфта Overdrive и тормоз Second (2nd).

Солнечное колесо заднего ПМ остановлено тормозом Second.

Крутящий момент через муфту Overdrive передаётся на водило заднего ПМ, а снимается с короны заднего ПМ через механическую связь с водилом переднего ПМ.

Крутящий момент также передаётся на корону переднего ПМ, но так как солнечное колесо переднего ПМ вращается свободно, оно не оказывает влияния на водило переднего ПМ.

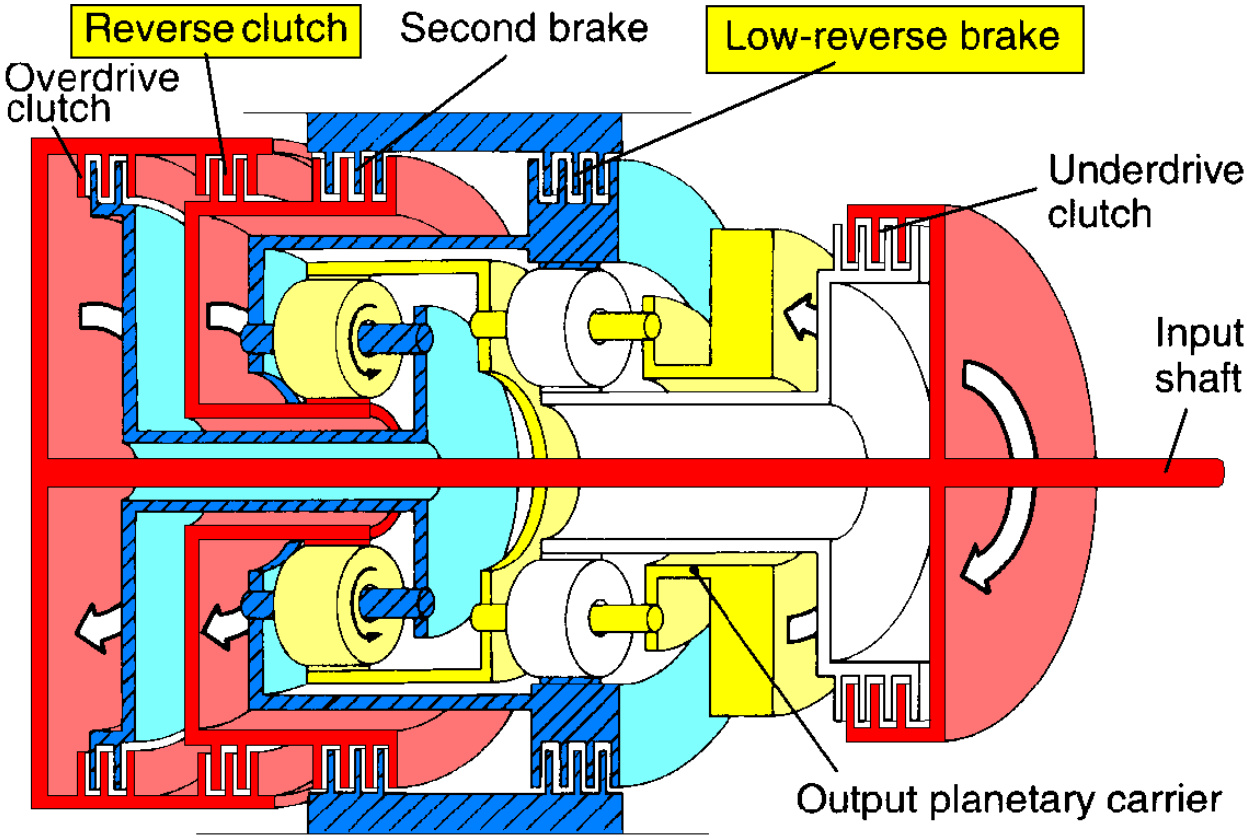


Передача заднего хода

На передаче заднего хода работают муфта Reverse и тормоз Low-Reverse.

Крутящий момент с входного вала через муфту Reverse передаётся на солнечное колесо заднего ПМ. Так как водило заднего ПМ остановлено тормозом Low-Reverse, крутящий момент передаётся на корону заднего ПМ, заставляя его вращаться против часовой стрелки вместе с водилом переднего ПМ, что и реализует заднюю передачу.

Кроме того, вращающееся водило переднего ПМ, заставляет вращаться сателлиты и солнечное колесо переднего ПМ. Но, так как, солнечное колесо вращается свободно, оно не оказывает никакого влияния на водило переднего ПМ.



.

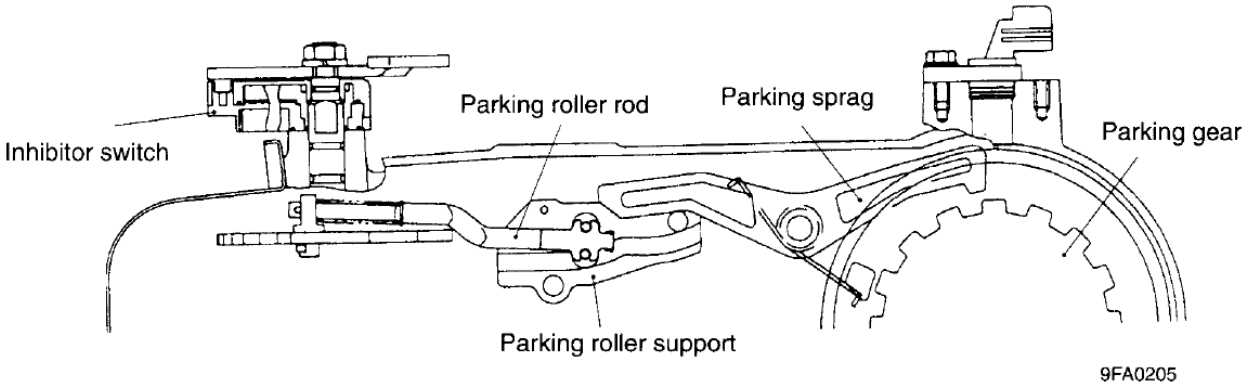
10.13. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ

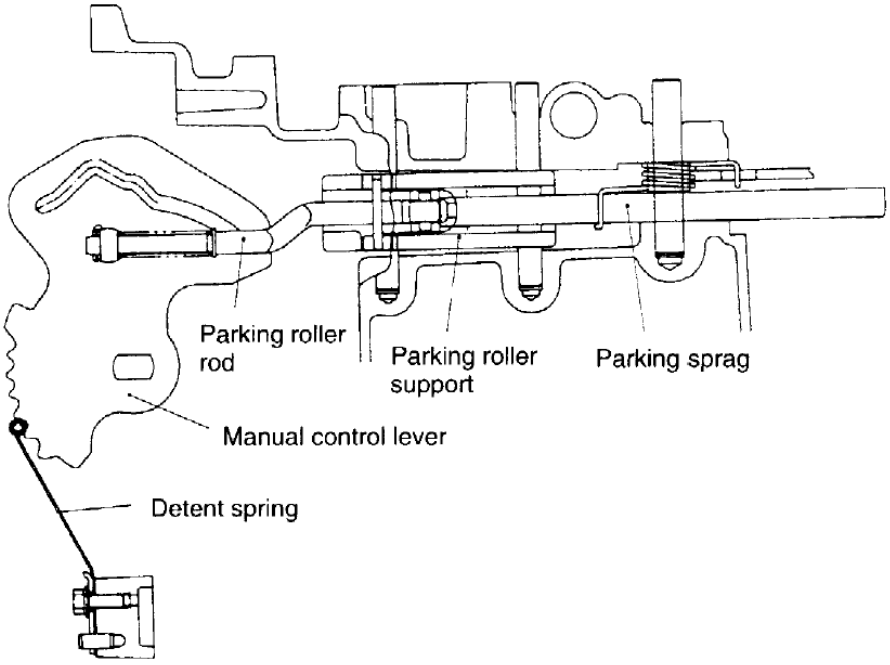
Промежуточный рычаг селектора режимов

Промежуточный рычаг располагается внутри трансмиссии над блоком клапанов, и осуществляет механическую связь между рычагом селектора режимов в салоне автомобиля, стержнем с роликами включения парковки и клапаном Manual. Также, промежуточный рычаг имеет механизм фиксации в каждом из режимов работы трансмиссии.

Механизм парковки

Когда рычаг селектора режимов перемещается в позицию «P», стержень включения парковки с роликами на конце, перемещается по опоре и поворачивает собачку парковки. Это приводит к зацеплению собачки и шестерни промежуточной передачи, что блокирует выходной вал трансмиссии от проворачивания. Ролики на конце стержня установлены для облегчения включения парковки.





10.14. СИСТЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (ГИДРОСИСТЕМА)

Гидросистема состоит из следующих компонентов:

- насоса, создающего давление ATF;
- клапана регулятора, поддерживающего давление на определённом уровне;
- электромагнитных клапанов (соленоидов), управляемых электронным блоком управления, преобразующих электрические сигналы в соответствующее давление ATF;
- управляющих клапанов, контролируемых соленоидами и в свою очередь управляющих давлением ATF в исполнительных элементах (муфтах и тормозах);
- клапанов, управляющих маршрутами движения жидкости;
- корпуса блока клапанов, внутри которого располагаются каналы и клапаны.

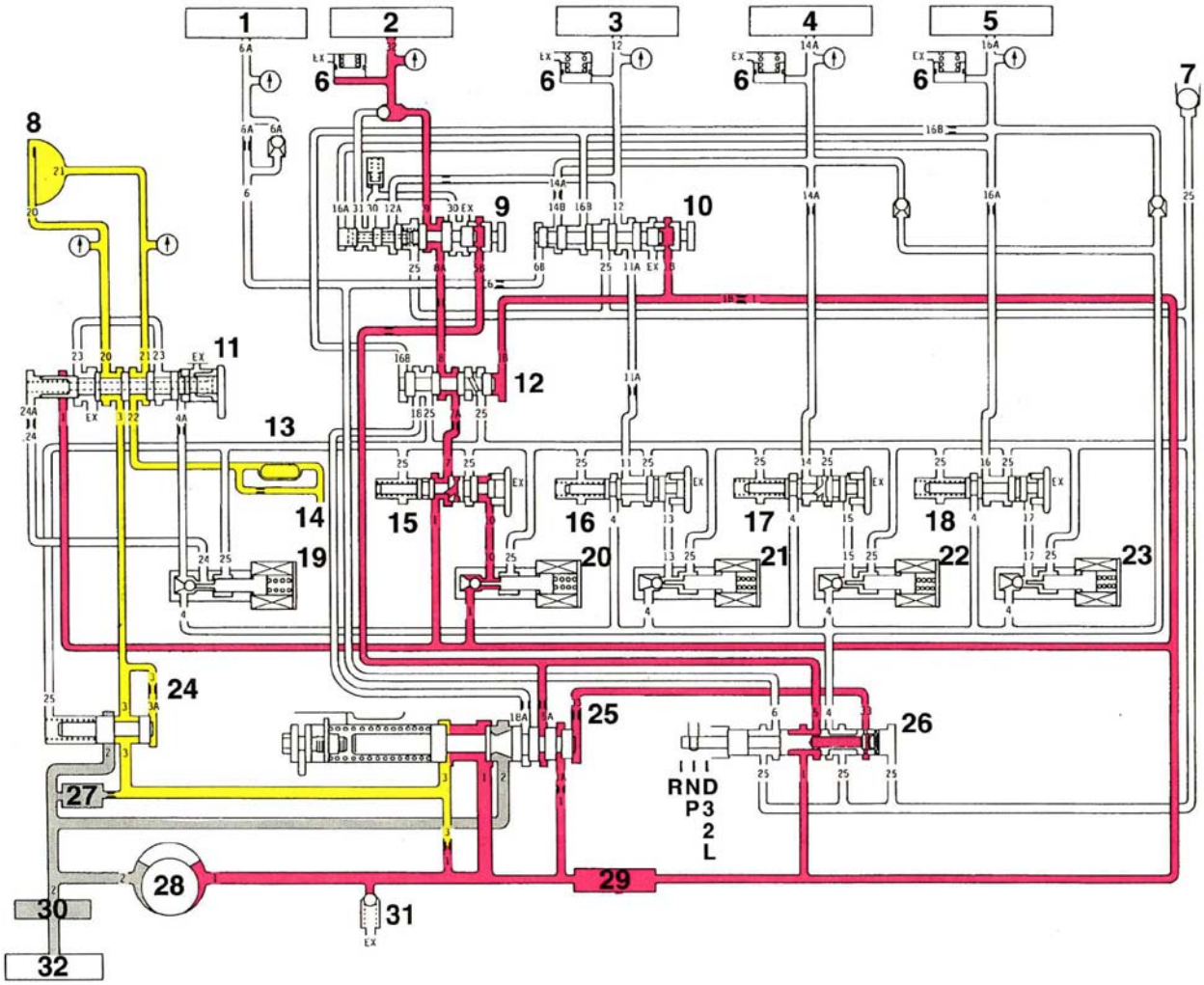
Независимый контроль электронным блоком управления давления ATF, поступающей в каждый исполнительный элемент, позволяет добиться мягкой и отзывчивой работы трансмиссии.

Два фильтра обеспечиваю высокое качество фильтрации ATF.

Сливные порты всех клапанов объединены в один (порт №25), который имеет выход, расположенный в верхней точке блока клапанов, закрытый шариковым клапаном, что предотвращает вытекание трансмиссионной жидкости из каналов гидросистемы, муфт и тормозов когда мотор заглушен, и насос не работает.

Клапан-переключатель (Switch Valve) и клапаны «A» и «B» аварийного режима (Fail-Safe Valves), в случае отключения управляющих соленоидов, делают возможным движение на 3-й передаче вперёд и на передаче заднего хода – назад.

ГИДРОСХЕМА Парк/Нейтраль



: Давление линии

: Давление всасывания

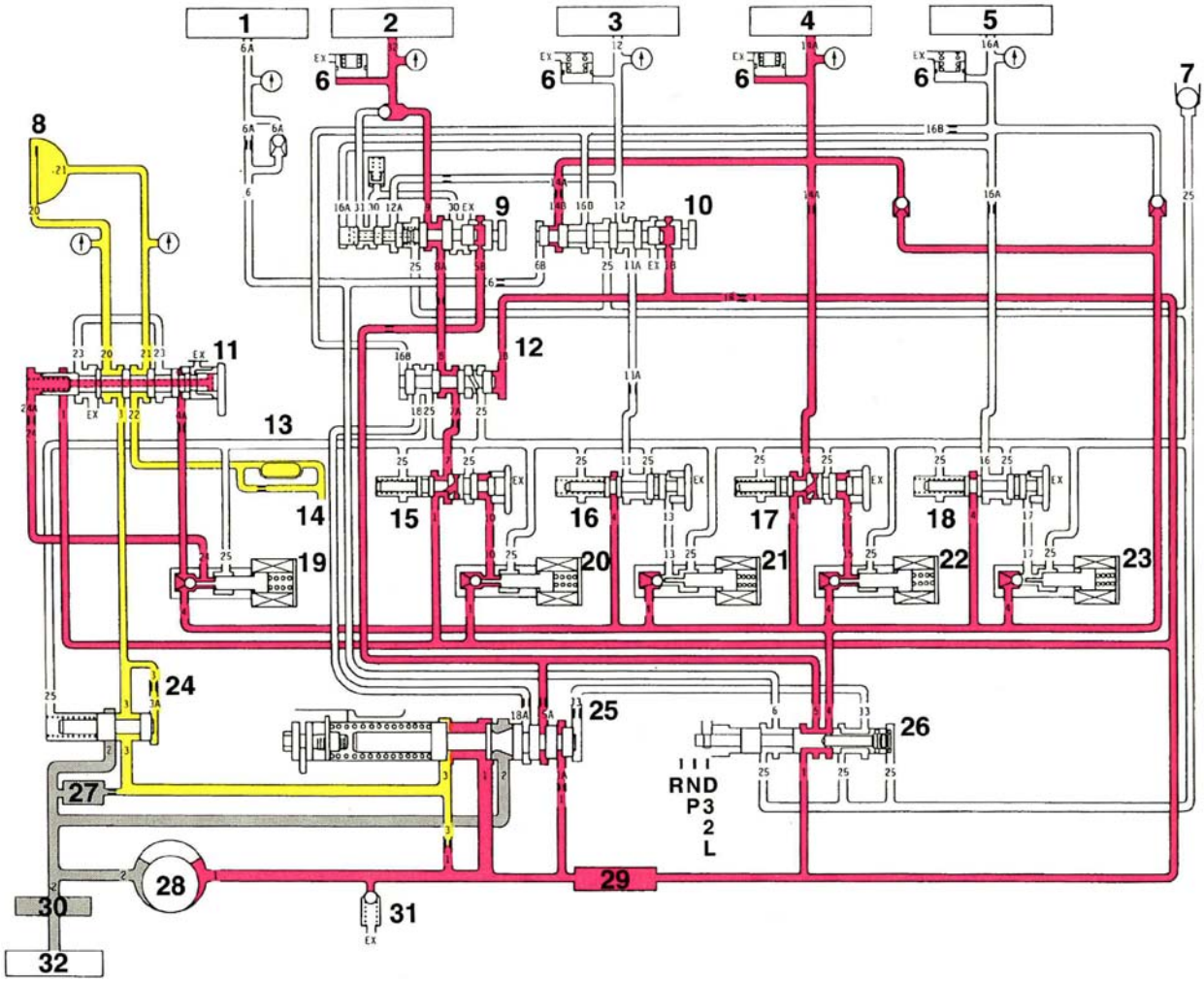
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Первая передача



: Давление линии

: Давление всасывания

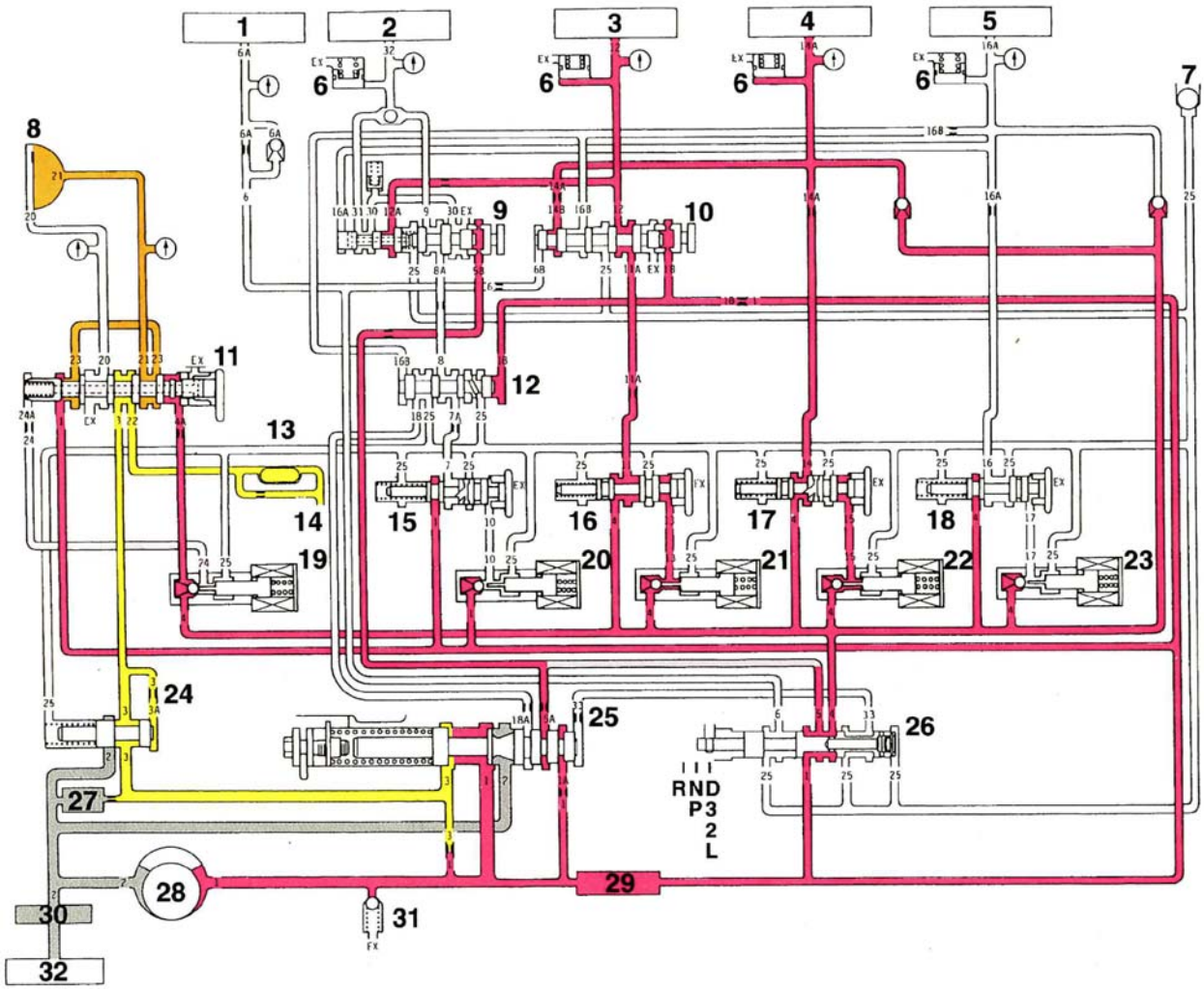
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Вторая передача



: Давление линии

: Давление всасывания

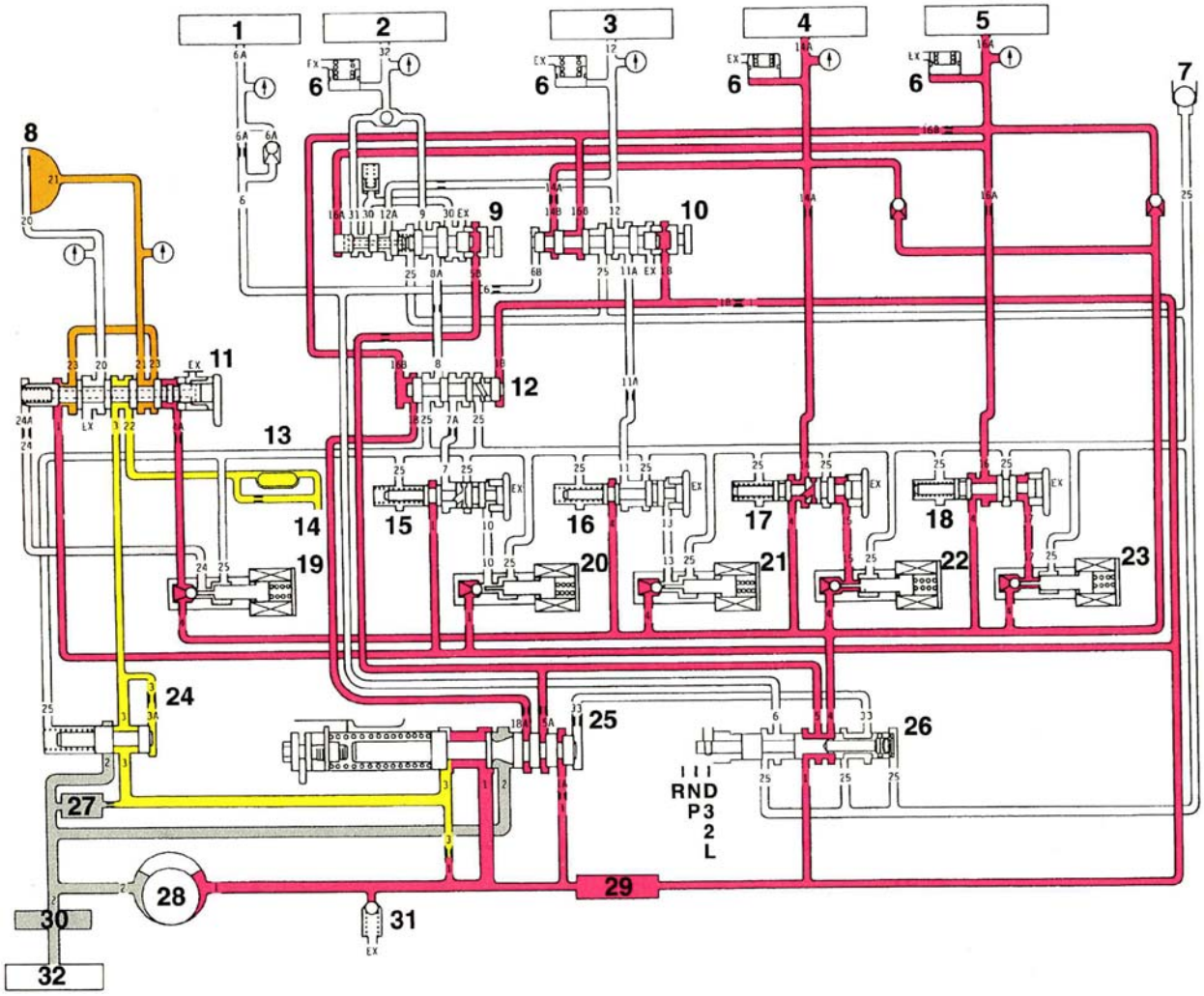
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Третья передача



: Давление линии

: Давление всасывания

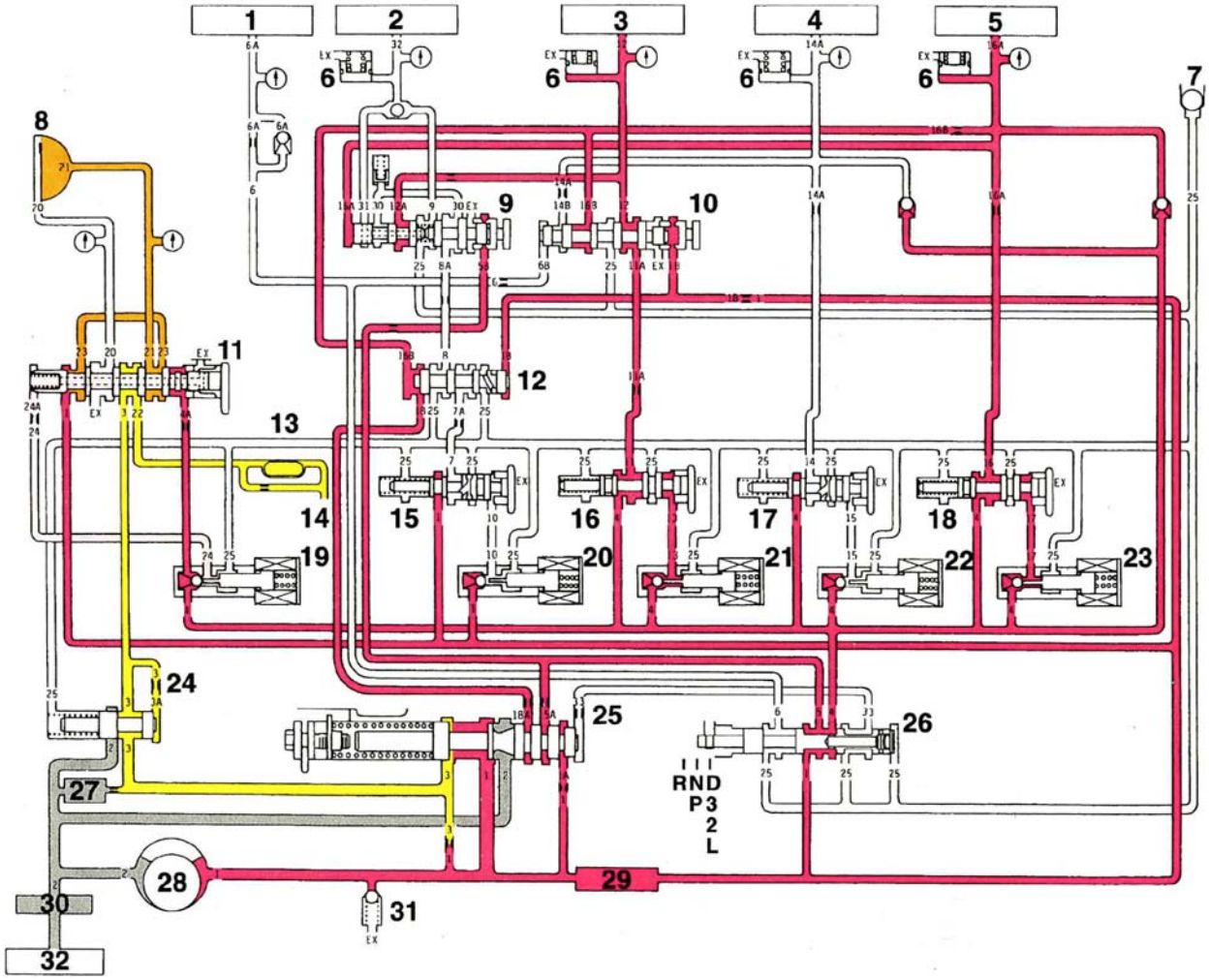
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Четвёртая передача



: Давление линии

: Давление всасывания

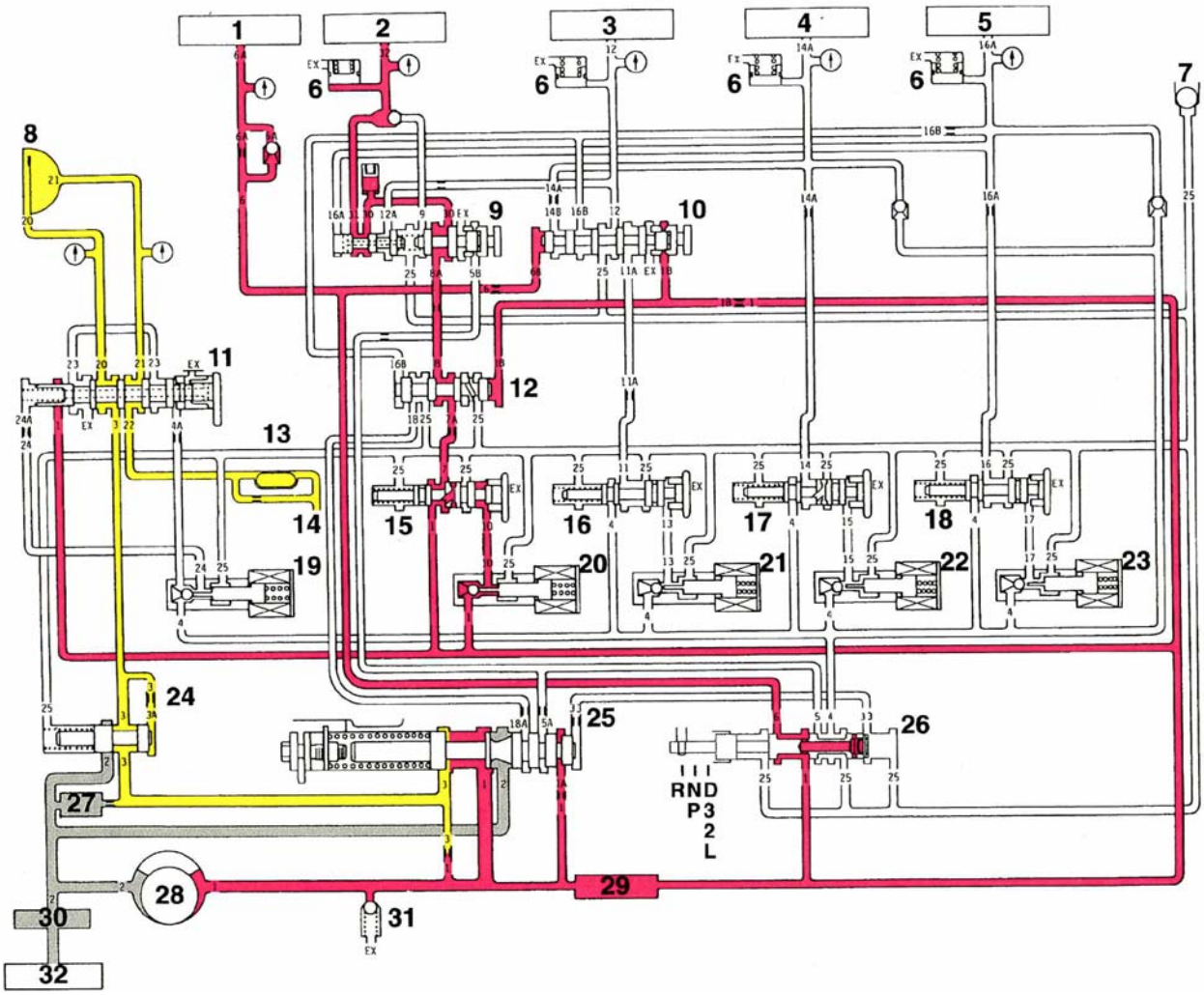
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Передача заднего хода



: Давление линии

: Давление всасывания

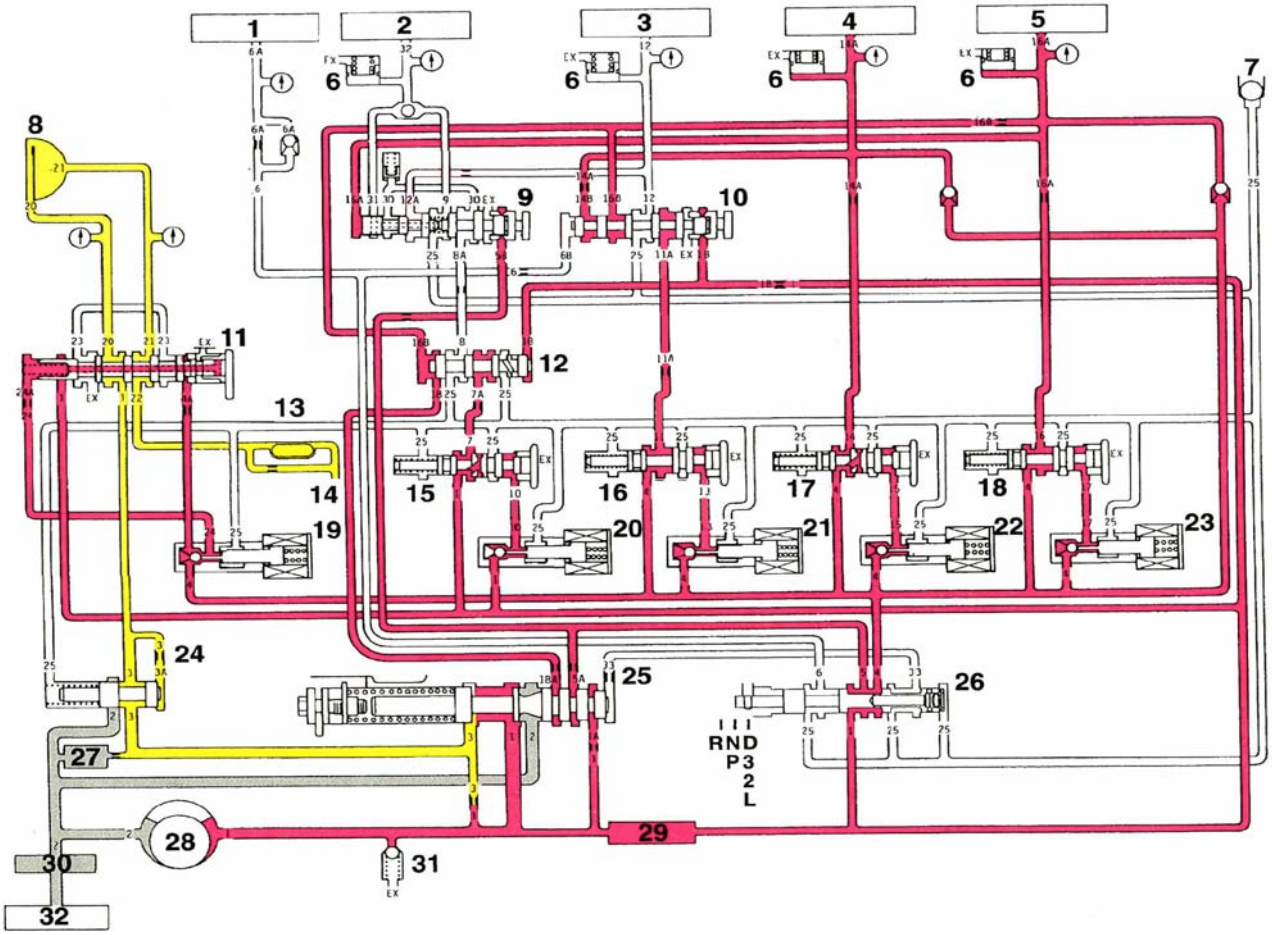
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

Аварийный режим (Третья передача)



: Давление линии

: Давление всасывания

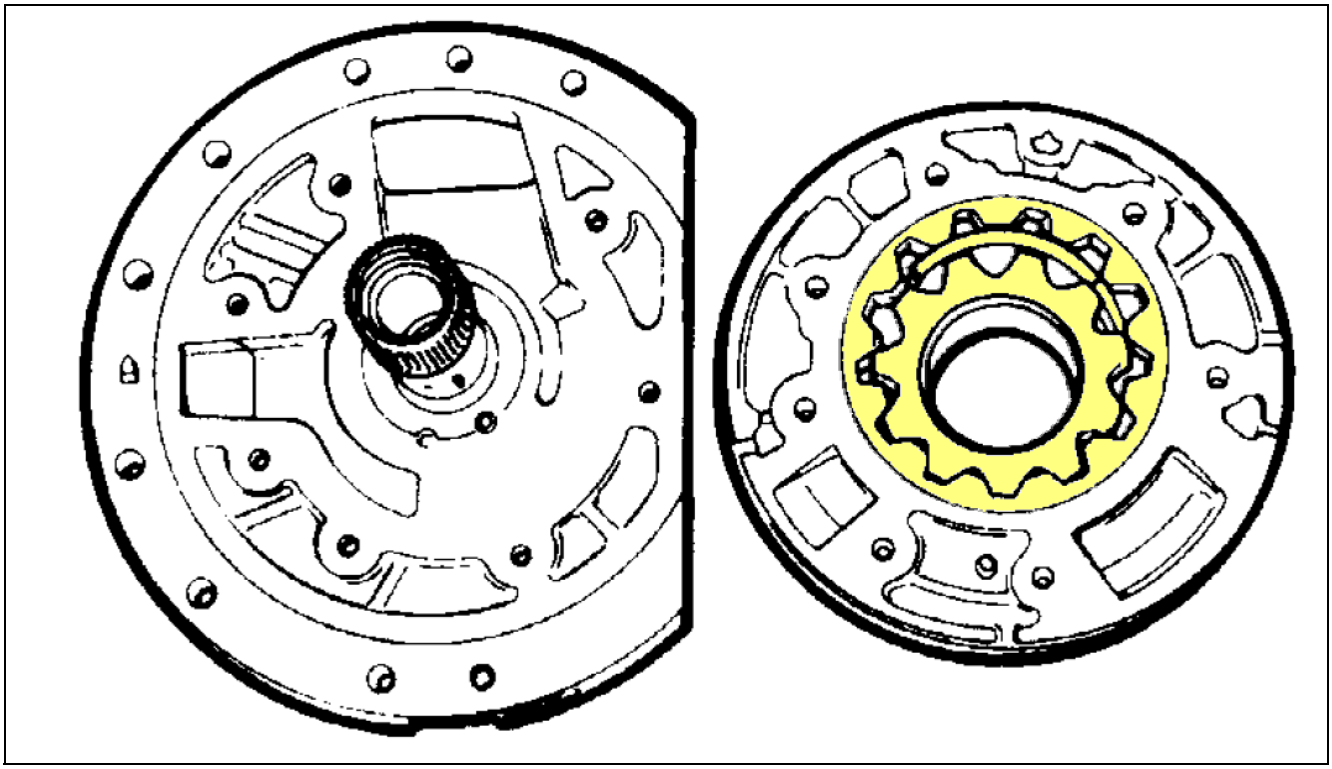
: Давление блокировки гидротрансформатора

: Давление гидротрансформатора и смазки

: Давление соленоида блокировки гидротрансформатора

1. Муфта Reverse	17. Управляющий клапан муфты Underdrive
2. Тормоз Low-reverse	18. Управляющий клапан муфты Overdrive
3. Тормоз Second	19. **Соленоид блокировки гидротрансформатора**
4. Муфта Underdrive	20. Соленоид тормоза Low-reverse
5. Муфта Overdrive	21. Соленоид тормоза Second
6. Аккумулятор	22. Соленоид муфты Underdrive
7. Шариковый клапан	23. Соленоид муфты Overdrive
8. Муфта блокировки гидротрансформатора	24. **Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе**
9. Клапан «А» аварийного режима работы	25. Клапан-регулятор давления линии
10. Клапан «В» аварийного режима работы	26. Клапан Manual
11. **Управляющий клапан блокировки гидротрансформатора**	27. Дополнительный фильтр
12. Клапан-переключатель	28. Насос
13. Охладитель трансмиссионной жидкости	29. Сетчатый фильтр
14. Смазка	30. Основной фильтр
15. Управляющий клапан тормоза Low-reverse	31. Предохранительный клапан
16. Управляющий клапан тормоза Second	32. Картер трансмиссии

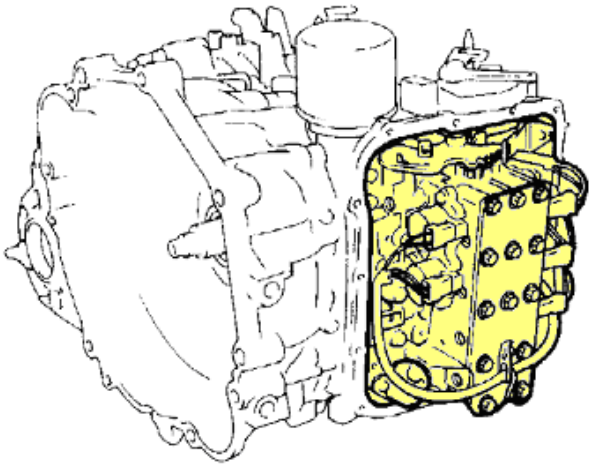
НАСОС

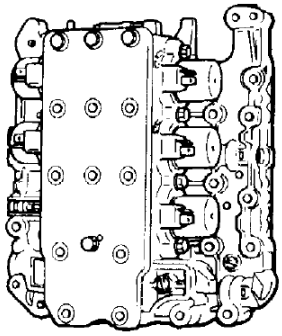


- Применён шестерёнчатый тип насоса.
- Для снижения веса и габаритных размеров корпус насоса выполнен из алюминиевого сплава.
- Насос поставляется в сборе.

Количество зубцов	Внутренний ротор	11
	Внешний ротор	13
Максимальное давление, кПа		1520
Объём, $см^3$		14.5

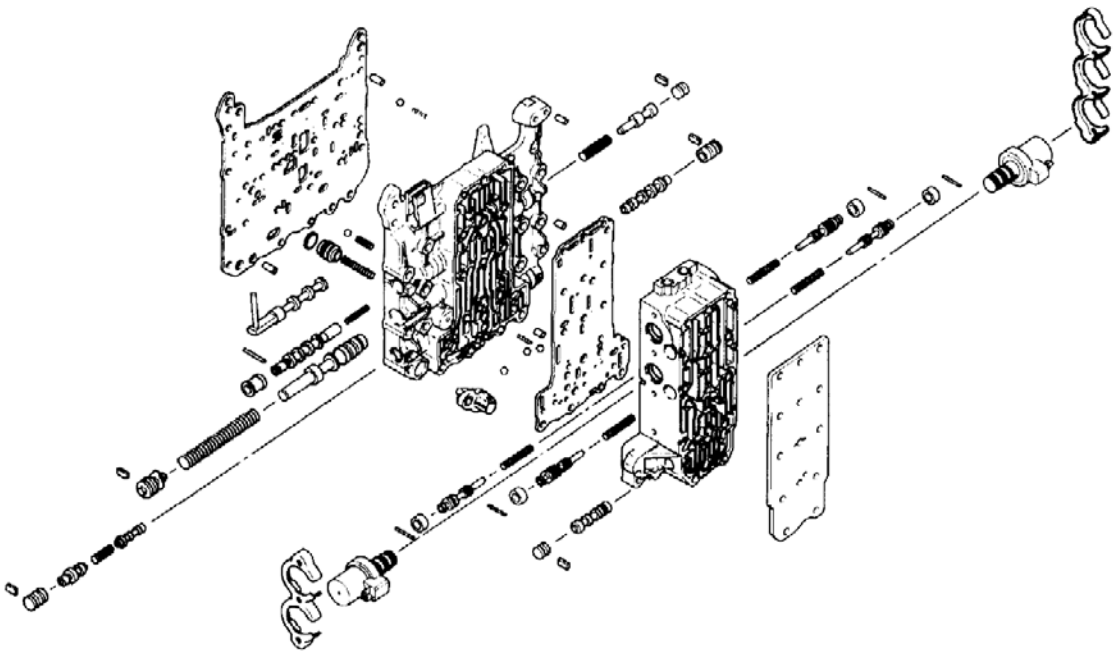
КЛАПАННАЯ КОРОБКА (БЛОК КЛАПАНОВ)





9FA0128

- Блок клапанов расположен в передней части трансмисии, что позволило уменьшить габаритную высоту агрегата.
- Блок клапанов состоит из внутренней и внешней частей, а часть каналов системы находится в корпусе трансмиссии.
- Индивидуальные соленоиды и управляющие клапаны, предусмотренные для управления муфтами и тормозами, упрощают гидросистему и уменьшают количество типов клапанов.
- Регулирование давления ATF в линии осуществляется клапаном регулятором давления.
- Клапан-переключатель(Switch Valve) и клапаны аварийного режима (Fail-Safe Valves) делают возможным движение на 3-й передаче вперёд и на передаче заднего хода – назад, в случае отключения управляющих соленоидов.



9FA0193

Регулятор давления (Regulator Valve)

Назначение клапана – формировать различные уровни давления линии в соответствии с выбранной передачей, путём подвода давления линии к четырём портам (1А, 5А, 18А и 33) в правой части клапана в различных комбинациях. Давление, подведённое через эти порты, действует навстречу пружине клапана.

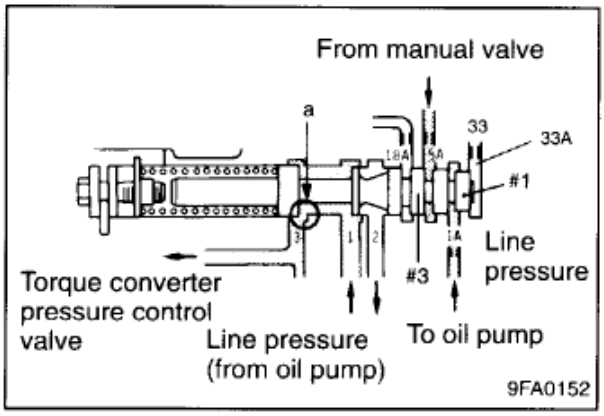
Передача	Давление линии, кПа	Номера портов, к которым подводится давление
Парковка и нейтраль	340	1А, 5А, 33А
1-я и 2-я передачи	1030	1А, 5А
3-я и 4-я передачи	640	1А, 5А, 18А
Передача заднего хода	1520	1А

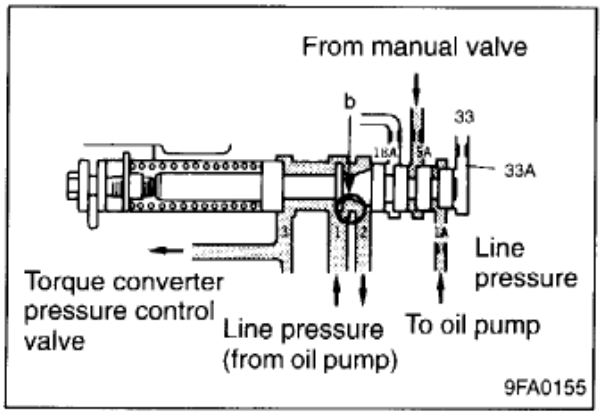
Парк и нейтраль

Давление от насоса подаётся к портам №1 и 1А. Давление жидкости из порта №1 попадает в порт №3, а затем через клапан регулировки давления гидротрансформатора (Convereter Pressure Control Valve) – в гидротрансформатор. К портам №5А и 33А давление жидкости попадает через клапан выбора режима (Manual Valve).

Результирующая сила, действующая на клапан в результате давления линии в портах 1А, 5А и 33А направлена навстречу действию пружины.

С ростом оборотов двигателя растёт и давление жидкости создаваемое насосом. Давление в портах №1А, 5А и 33А тоже вырастет. Клапан сместится влево, увеличив сечение (а) в порт №3, через которое большее количество ATF попадёт к клапану, регулирующему давление в гидротрансформаторе.

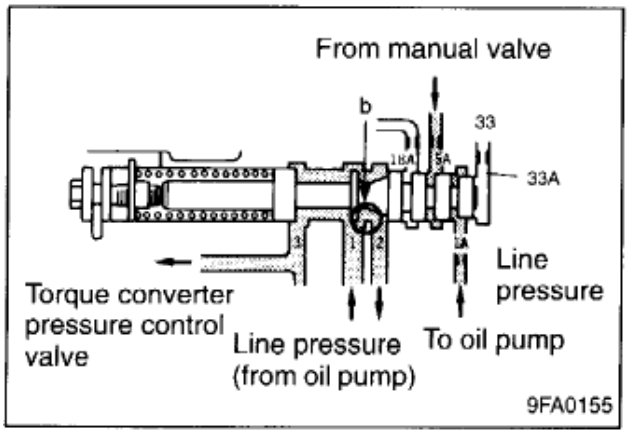




Если давление продолжает повышаться, клапан переместиться еще левее и откроется сечение ⓑ в порт №2, через которое откроется слив жидкости в картер трансмиссии, что приведёт к понижению давления в линии, т. е. в портах №1А, 5А и 33А. Клапан, под действием пружины, сместится правее, прикрывая сечение ⓑ, ограничивая слив через порт №2.

Таким образом, давление в линии будет поддерживаться на постоянном уровне.

1-я и 2-я передачи



Давление линии поступает через порты №1А и 5А. Сила, действующая на клапан влево, эквивалентна разнице площадей перемычек клапана #1 и #3.

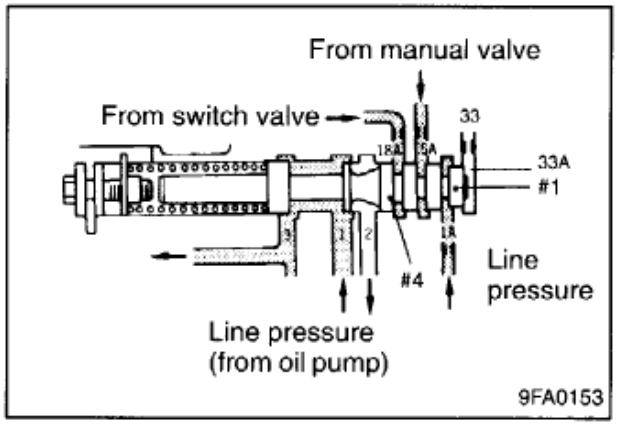
Так как давление жидкости больше не поступает под правый торец клапана, то и пружина клапана будет сжата несколько меньше, чем в нейтрали.

Соответственно сечение ⓑ будет прикрыто, а давление – повышено.

3-я и 4-я передачи

По сравнению с предыдущим случаем, на 3-й и 4-й передачах дополнительно появляется давление в порте №18А. Сила, действующая на клапан влево, эквивалентна разнице площадей перемычек #1 и #4.

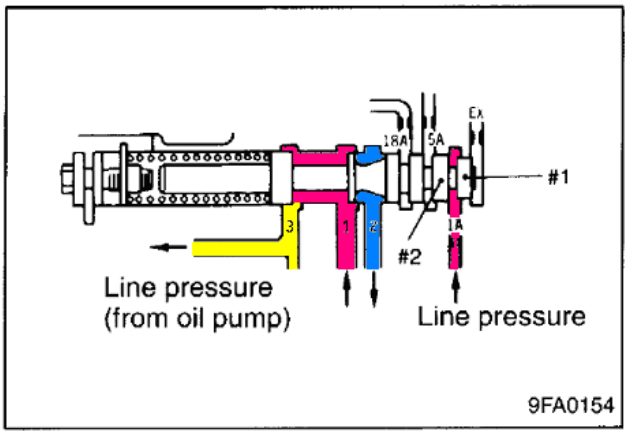
Так как площадь пояска #4 больше чем #3, клапан сдвинется чуть левее, чем в предыдущем случае, сильнее открыв сечение ⓑ на слив, в результате чего, давление линии понизится.



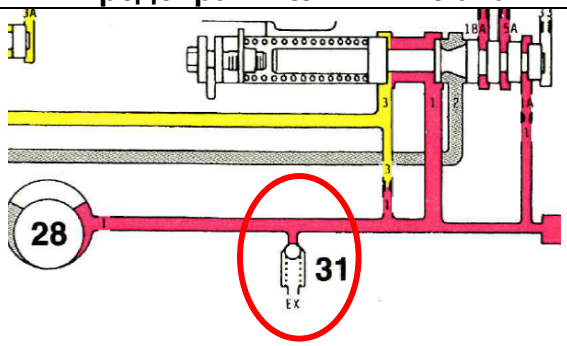
Передача заднего хода

Когда клапан выбора режима (Manual Valve) переводится в положение «R», магистраль №5 перекрывается и давление линии больше не подводится к порту №5А.

Теперь, сила, действующая на клапан влево - уменьшится. Клапан сместиться правее, чем в других режимах. Сечение ⓑ, окажется прикрыто, а давление линии повышено.

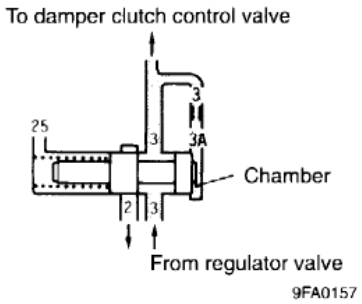


Предохранительный клапан



Гидравлическая магистраль №1 содержит предохранительный клапан, который открывается тогда, когда давление жидкости на выходе из насоса поднимается настолько высоко, что клапан регулятор давления не способен снизить его до требуемого уровня. Пружина клапана сжимается и предохранительный клапан открывает слив ATF в картер, что снижает давление, поступающее к регулятору.

Клапан-регулятор давления в гидротрансформаторе

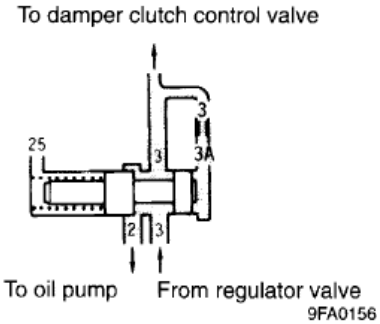


Назначение клапана

Клапан регулирует давление в гидротрансформаторе (когда муфта блокировки гидротрансформатора выключена) и давление смазки.

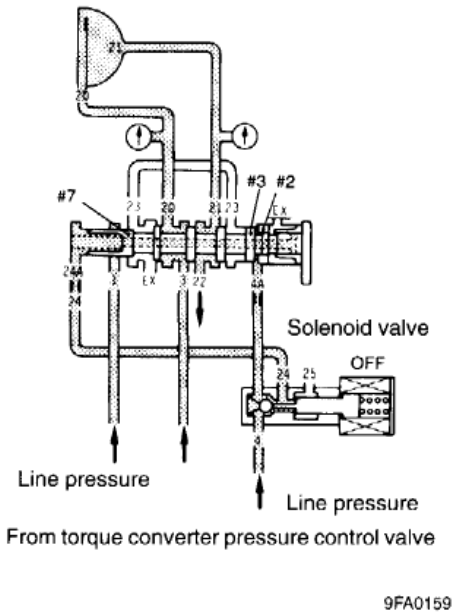
Работа

Избыток жидкости, сбрасываемый регулятором давления в порт №3 через жиклёр действует на правый торец клапана регулирующего давление в гидротрансформаторе.



Когда давление, действующее на торец клапана против действия пружины, повышается настолько, что перемещает клапан влево, открывается порт №2 на слив, тем самым, понижая давление в гидротрансформаторе до установленного уровня. Таким образом, происходит регулировка давления.

Электромагнитный клапан (соленоид) блокировки гидротрансформатора и управляющий клапан блокировки.



Назначение клапанов

Управляют давлением, включающим муфту блокировки гидротрансформатора.

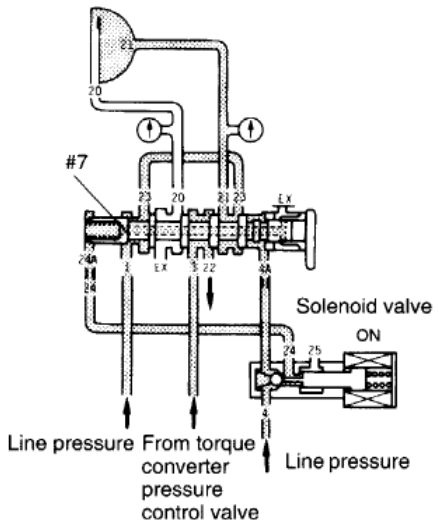
Соленоид блокировки управляется сигналами широтно-импульсной модуляции, преобразуя их в соответствующее давление жидкости.

Работа

Когда соленоид выключен, давление жидкости через порт №24А попадает слева от пояска #7, а кроме этого в порт №4А между поясками #2 и #3.

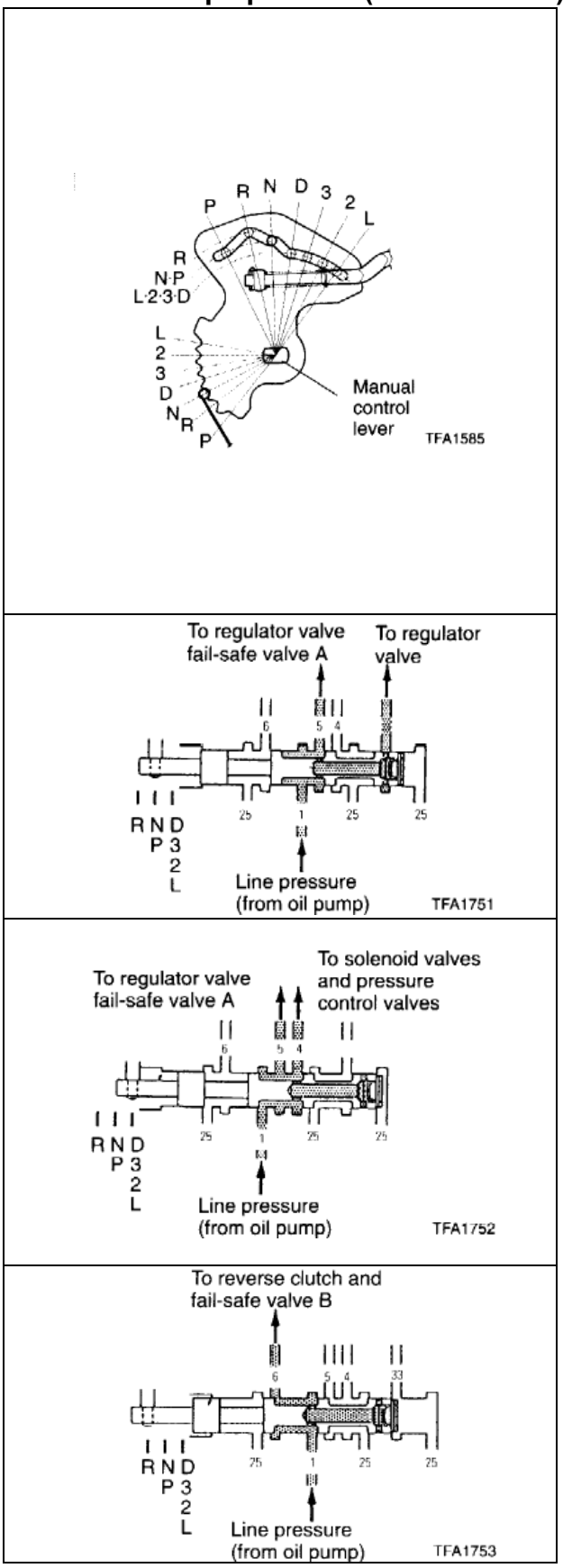
Сумма сил, действующих на клапан вправо (сила пружины плюс давления жидкости с левого торца клапана) больше суммы сил действующих на клапан влево (за счёт разницы площадей перемычек #2 и #3). Поэтому клапан при выключенном соленоиде сместится вправо. Когда это случится, давление магистрали №3 попадет в магистраль №20 и затем – между передней стенкой гидротрансформатора и фрикционом блокировки.

№1 попадёт в магистраль №23, а затем в №21. Это приведёт к повышению давления между муфтой блокировки гидротрансформатора и турбиной. Фрикцион блокировки будет прижат к передней крышке гидротрансформатора, таким образом, блокировка будет включена.



Таким образом, блокировка гидротрансформатора будет выключена. Когда приходит время включить блокировку гидротрансформатора, электронный блок управления посылает широтно-импульсный сигнал на управляющий соленоид. В результате чего давление в магистрали №24 и с левого торца клапана начнёт уменьшаться, и клапан переместится влево. Теперь жидкость из магистрали №3 попадёт в магистраль №22 и, затем, в радиатор, а не в гидротрансформатор. В тоже время, жидкость из магистрали

Клапан выбора режима (Manual Valve)



Клапан выбора режима отслеживает перемещение рукоятки селектора выбора режима, расположенного в салоне автомобиля, и соединяет каналы гидросистемы в соответствии с выбранным режимом.

Рукоятка селектора имеет следующие позиции: «P», «R», «N», «D», «3», «2» и «L». Тем не менее, благодаря конструкции промежуточного рычага привода клапана, сам клапан имеет только три позиции: самая левая на гидросхеме – «R», затем – «P»/«N» и крайняя правая – «D»/«3»/«2»/«L»

Работа

В позиции клапана «P»/«N» давление линии через открытые порты №5 и 33 попадает в соответствующие магистрали и затем к клапану регулятору давления и к клапану «A» аварийного режима работы трансмиссии.

В позиции клапана «D»/«3»/«2»/«L», в отличии от предыдущего случая, магистраль №33 идущая к регулятору давления перекрывается, а магистраль №4 открывается. Таким образом, давление линии запитывает соленоиды и управляющие клапаны муфт UD, OD и тормоза Second.

Когда клапан перемещается в позицию «R», давление линии попадает в магистраль №6 и затем на запитку муфты Reverse и клапана «B» аварийного режима работы.

Управляющие клапаны и соленоиды

Все муфты и тормоза за исключением муфты Reverse имеют собственные управляющие клапаны и соленоиды.

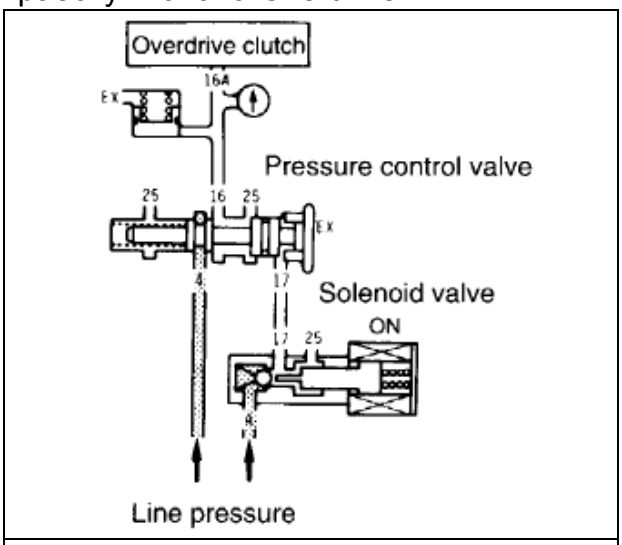
Каждый управляющий клапан регулирует давление, включающее соответствующий элемент (муфту или тормоз) согласно с управляющим давлением, поступающим от своих соленоидов в порядке, предотвращающем толчки при переключении передач.

Соленоиды управляются сигналами широтно-импульсной модуляции от электронного блока управления и преобразуют электрические сигналы в соответствующие давления.

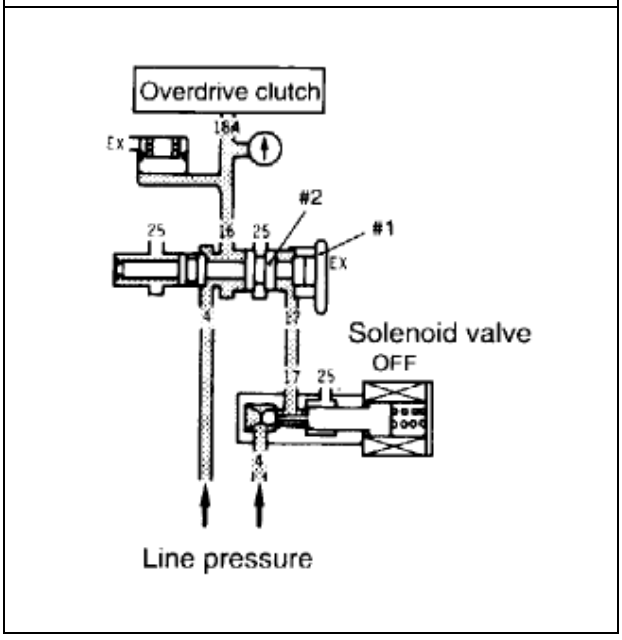
Все соленоиды являются нормально открытыми

Работа

Не смотря на то, что строение управляющих клапанов несколько отличается друг от друга, принципы их работы одинаковы. Для примера опишем работу клапана Overdrive.



Когда соленоид включен, шариковый клапан соленоида закрыт, и давление жидкости не попадает в магистраль №17. Под действием пружины управляющий клапан перемещается вправо, тем самым, перекрывая запитку муфты OD, одновременно открывая магистраль №16 на слив в магистраль №25.



Когда приходит время включить муфту OD, на соленоид начинает подаваться широтно-импульсный сигнал таким образом, что якорь электромагнита начинает постепенно открывать шариковый клапан, плавно поднимая тем самым давление в магистрали №17. Поясок #2 управляющего клапана больше чем #1, поэтому результирующая сила будет направлена влево против действия пружины. Когда клапан переместится влево, сжав пружину под действием давления в магистрали №17, давление

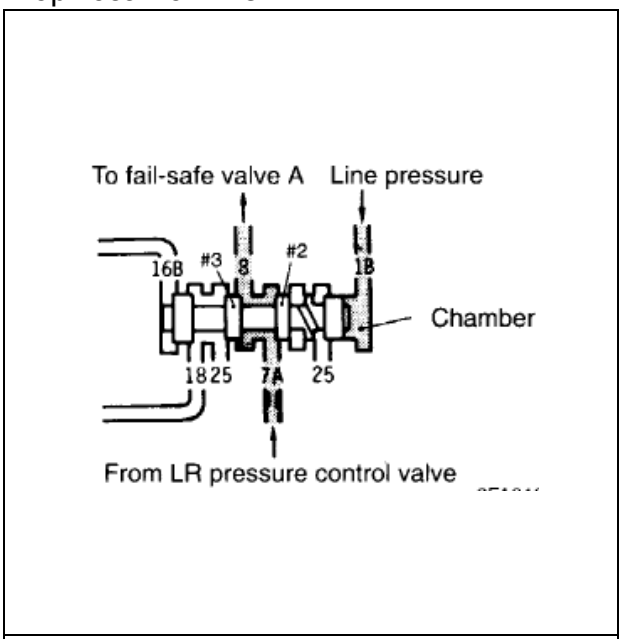
линии из магистрали №4 попадёт в магистраль №16 и муфта OD включится.

Когда процесс включения муфты завершится, соленоид выключится, и давление под поршнем муфты OD будет оставаться равным давлению линии.

Клапан-переключатель (Switch Valve)

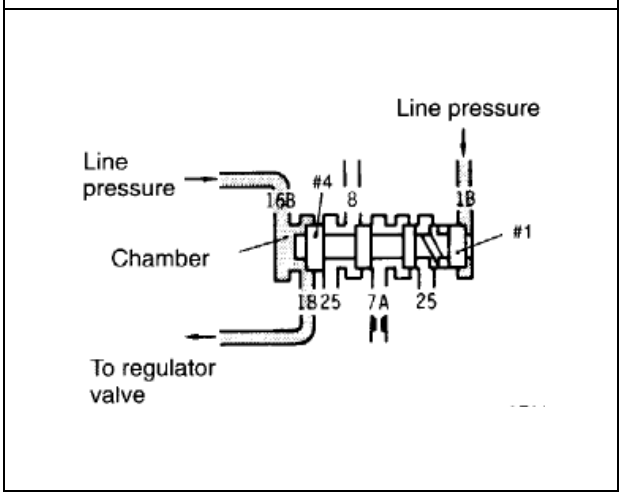
При включенной муфте OD, давление через клапан-переключатель поступает к регулятору давления. В результате чего давление на 3-й и 4-й передачах снижается по сравнению с 1-й и 2-й передачами.

В аварийном режиме (Fail-Safe mode), когда реле запитывающее электромагнитные клапаны – выключено (т. е. все соленоиды обесточены и находятся в открытом состоянии), переключающий клапан перекрывает запитку тормоза Low-Rev.

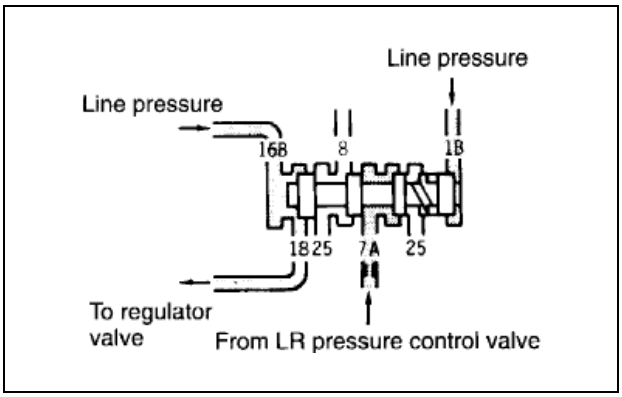


Работа

Когда муфта OD не запитана, с левого торца клапана давление жидкости отсутствует, а на правый торец клапана действует давление линии. Следовательно, клапан переместиться влево. Так как площади перемычек #2 и #3 равны, давление линии, подведенное между этими поясками к порту №7A (на первой передаче), влияние на положение клапана не оказывает, попадая затем в магистраль №8 и далее к клапану «A» аварийного режима.



На 3-й и 4-й передачах с обоих торцов клапана действует одно и тоже давление линии. Но, так как площадь с левого торца больше, то клапан переместиться вправо, тем самым, открывая канал, через который давление линии попадет к порту №18A регулятора давления, что приведёт к снижению давления линии на 3-й и 4-й передачах по сравнению с 1-й и 2-й передачами.



Аварийный режим работы (соленоиды обесточены)

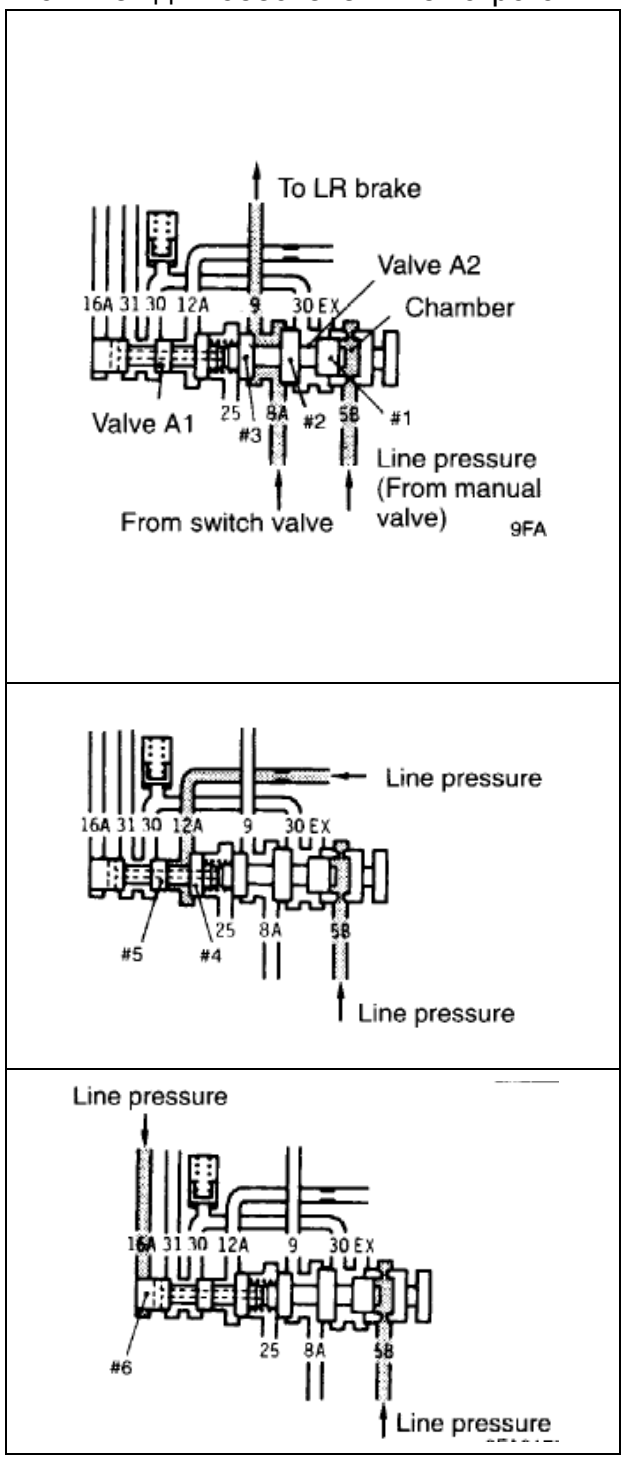
Так как все соленоиды открыты, давление от управляющего клапана Low-Rev попадает в порт №7A между поясками #2 и #3, площади которых равны. Если в этот момент муфта OD включена (а это так, потому что соленоид OD тоже

	обесточен, то есть –открыт), то клапан переместится вправо под действием давления с левого торца клапана и перекроет магистраль №7, а магистраль №8, через которую запитывается тормоз Low-Rev, откроет на слив.

Клапан «А» аварийного режима

В аварийном режиме работы открывает магистраль №9 запитки тормоза Low-Rev на слив.

При включении передачи заднего хода изменяет маршрут запитки тормоза Low-Rev для обеспечения быстрого и мягкого включения передачи.



Работа

Парковка, нейтраль и 1-я передача

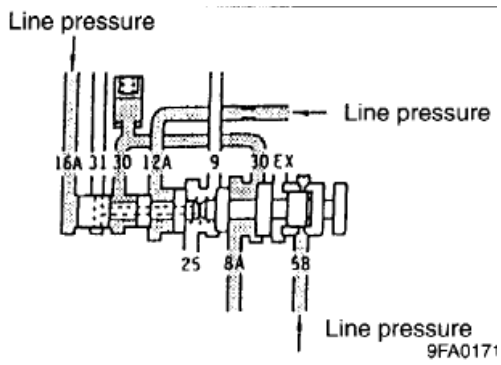
Давление от клапана выбора режима через порт №5B попадает под правый торец клапана. От клапана-переключателя давление через порт №8A попадает между поясками #2 и #3. Результирующая сила будет направлена влево. Таким образом, обе части клапана «А»: «А1» и «А2» – сместятся влево. После этого магистраль №8 окажется соединённой с магистралью №9, через которую произойдет запитка тормоза Low-Rev.

2-я передача

Давление от клапана выбора режима через порт №5B попадает под правый торец клапана, а от тормоза Second – к порту №12A между поясками #4 и #5. Результирующая сила будет направлена влево. Таким образом, обе части клапана «А»: «А1» и «А2» – сместятся влево.

3-я передача

Давление от клапана выбора режима через порт №5B попадает под правый торец клапана, а от муфты OD – к порту №16A к левому торцу клапана. Результирующая сила будет направлена влево. Таким образом, обе части клапана «А»: «А1» и «А2» – сместятся влево.



Аварийный режим и 4-я передача

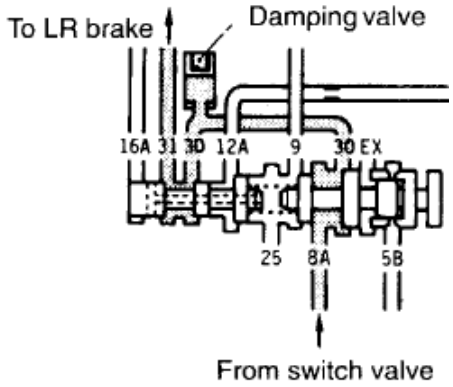
Если аварийный режим включается из-за проблем с соленоидами Second или OD, то давления поступают к следующим портам.

- От клапана выбора режима через порт №5B – под правый торец клапана.
- Через управляющий клапан Low-Rev и клапан-переключатель через порт №8A – между поясками #2 и #3.
- В случае отказа соленоида OD, от магистрали запитки муфты OD через порт №16A – к левому торцу клапана.
- В случае выключенного соленоида Second, от магистрали запитки тормоза Second через порт №12A – между поясками #4 и #5.

Результирующая сила будет направлена вправо. Таким образом, обе части клапана «A»: «A1» и «A2» – сместятся вправо.

В результате магистраль №9 запитки тормоза Low-Rev будет открыта на слив.

На 4-й передаче обе части клапана «A»: «A1» и «A2» – также сместятся вправо.



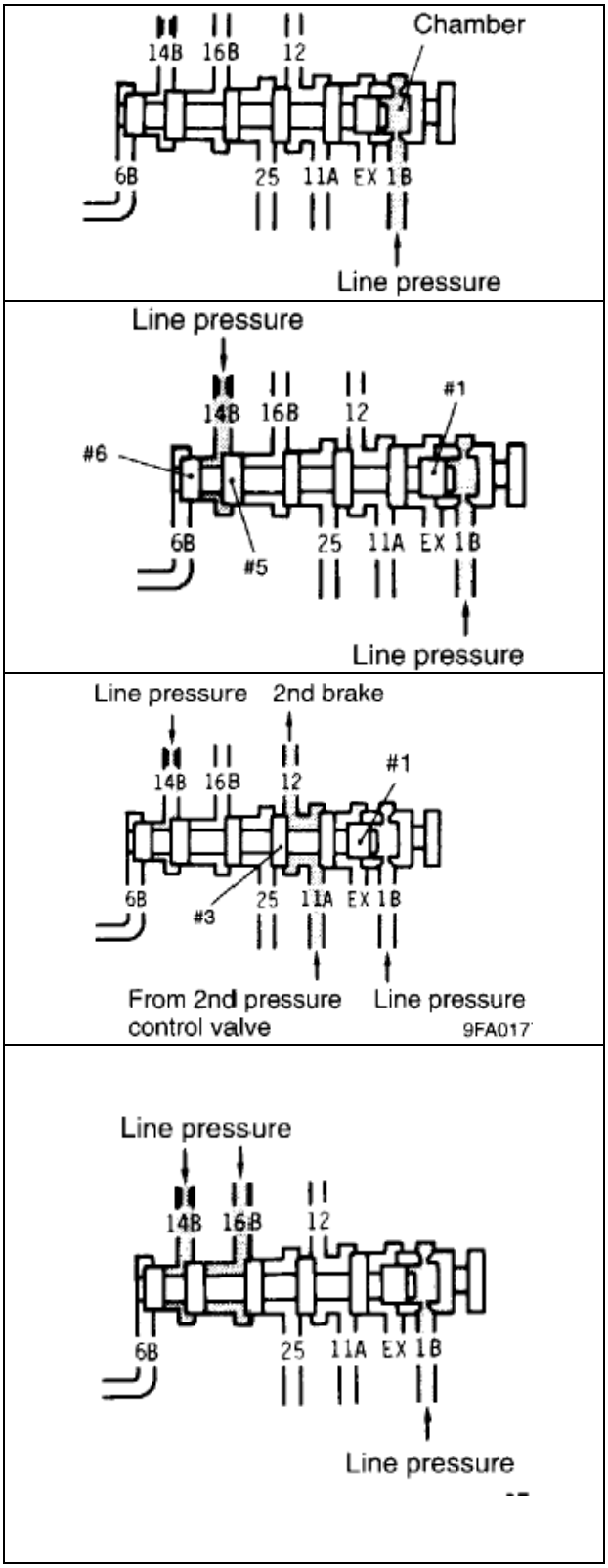
Передача заднего хода

Давление жидкости через управляющий клапан Low-Rev и клапан-переключатель через порт №8A попадает между поясками #2 и #3. Площадь пояска #3 больше чем #2, в результате – клапан «A2» переместится вправо, а «A1» останется слева. При этом тормоз Low-Rev выключится, так как магистраль запитки тормоза №9 окажется открыта на

	слив. Но вслед за этим тормоз вновь включится через магистрали №30 и 31.

Клапан «В» аварийного режима

В аварийном режиме работы открывает магистраль №12 запитки тормоза Second на слив.



Работа

Парковка и нейтраль

Клапан находится в положении слева, т. к. через порт №1В на правый торец клапана действует давление линии.

1-я передача

К предыдущему случаю добавляется давление запитки муфты UD поступающее через порт №14В, между поясками #5 и #6.

Результирующая сила удерживает клапан слева.

2-я передача

На второй передаче добавляется ещё и давление запитки тормоза Second через порт №11А между поясками клапана #2 и #3.

Результирующая сила удерживает клапан слева.

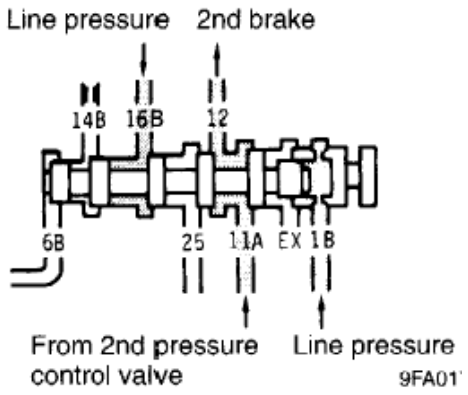
3-я передача

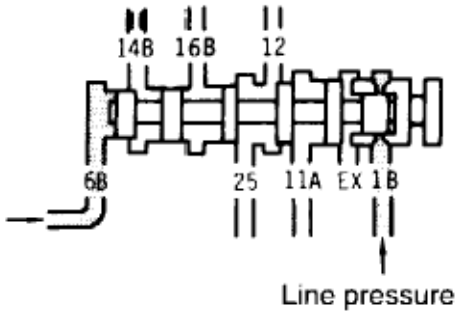
Через порт №1В на правый торец клапана действует давление линии.

Через порт №14В, между поясками клапана #5 и #6 действует давление запитки муфты UD.

Через порт №16В, между поясками клапана #4 и #5 действует давление запитки муфты OD.

Результирующая сила удерживает клапан слева.





4-я передача

Через порт №1B на правый торец клапана действует давление линии.

Через порт №11A, между поясками клапана #2 и #3 действует давление запитки тормоза Second.

Через порт №16B, между поясками клапана #4 и #5 действует давление запитки муфты OD.

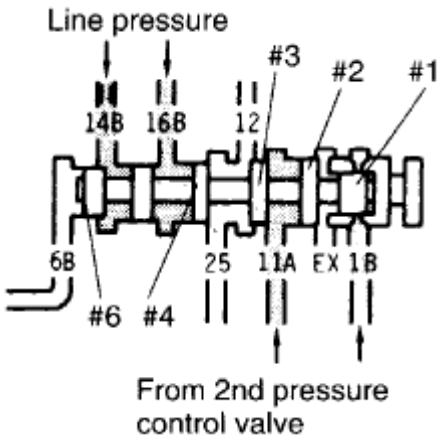
Результирующая сила удерживает клапан слева.

Передача заднего хода

Через порт №1B на правый торец клапана действует давление линии.

Через порт №6B на левый торец клапана действует давление запитки муфты Reverse.

Площадь премычки #6 больше чем #1. Следовательно, результирующая сила переместит клапан вправо. При этом магистраль №12 запитки тормоза Second откроется на слив.



Аварийный режим работы (соленоиды обесточены)

Через порт №1B на правый торец клапана действует давление линии.

Так как клапан соленоида Second открыт, то соответствующий управляющий клапан сместится влево, что приведет к появлению давления линии в порту №11A, между поясками #2 и #3.

Через порт №16B, между поясками #4 и #5 действует давление запитки муфты OD.

Через порт №14B, между поясками #5 и #6 действует давление запитки муфты UD.

Результирующая сила переместит клапан вправо. Магистраль №12 запитки тормоза Second окажется открытой на слив.

Аккумуляторы

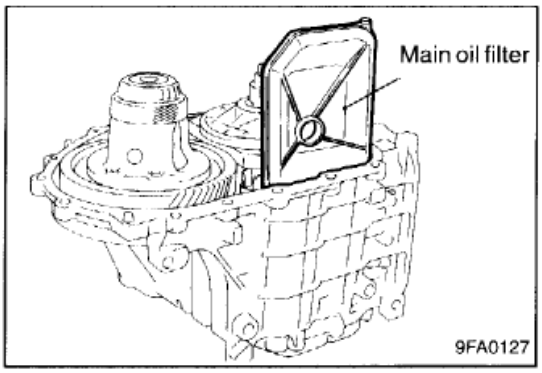
Магистрали запитки всех муфт и тормозов, кроме муфты Reverse, имеют гидравлические аккумуляторы.

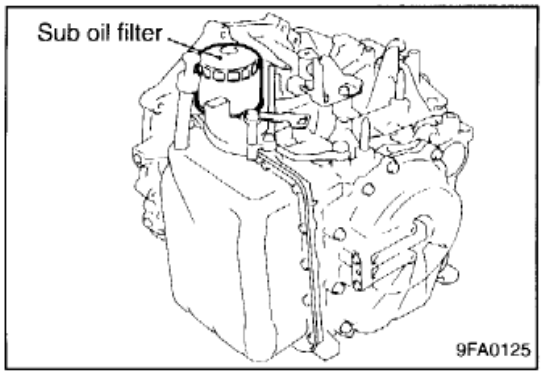
Пружины аккумуляторов имеют разные характеристики.

ATF

В трансмиссии применён новый тип жидкости: ATF-SPII.

Фильтры





В дополнение к основному фильту, находящемуся внутри трансмиссии, устанавливается дополнительный фильтр, который устанавливается снаружи на корпусе трансмиссии. Дополнительный внешний фильтр обеспечивает более высокую степень фильтрации ATF.

По своей конструкции дополнительный фильтр очень похож на фильтр моторного масла, но имеет другие характеристики. На корпусе фильтра сверху имеется соответствующая маркировка.

	Основной фильтр	Дополнительный фильтр
Фильтрующий элемент	Нетканый материал	Фильтровальная бумага

Замечание

Дополнительные фильтры перестали использоваться на автомобилях после 1999 года.

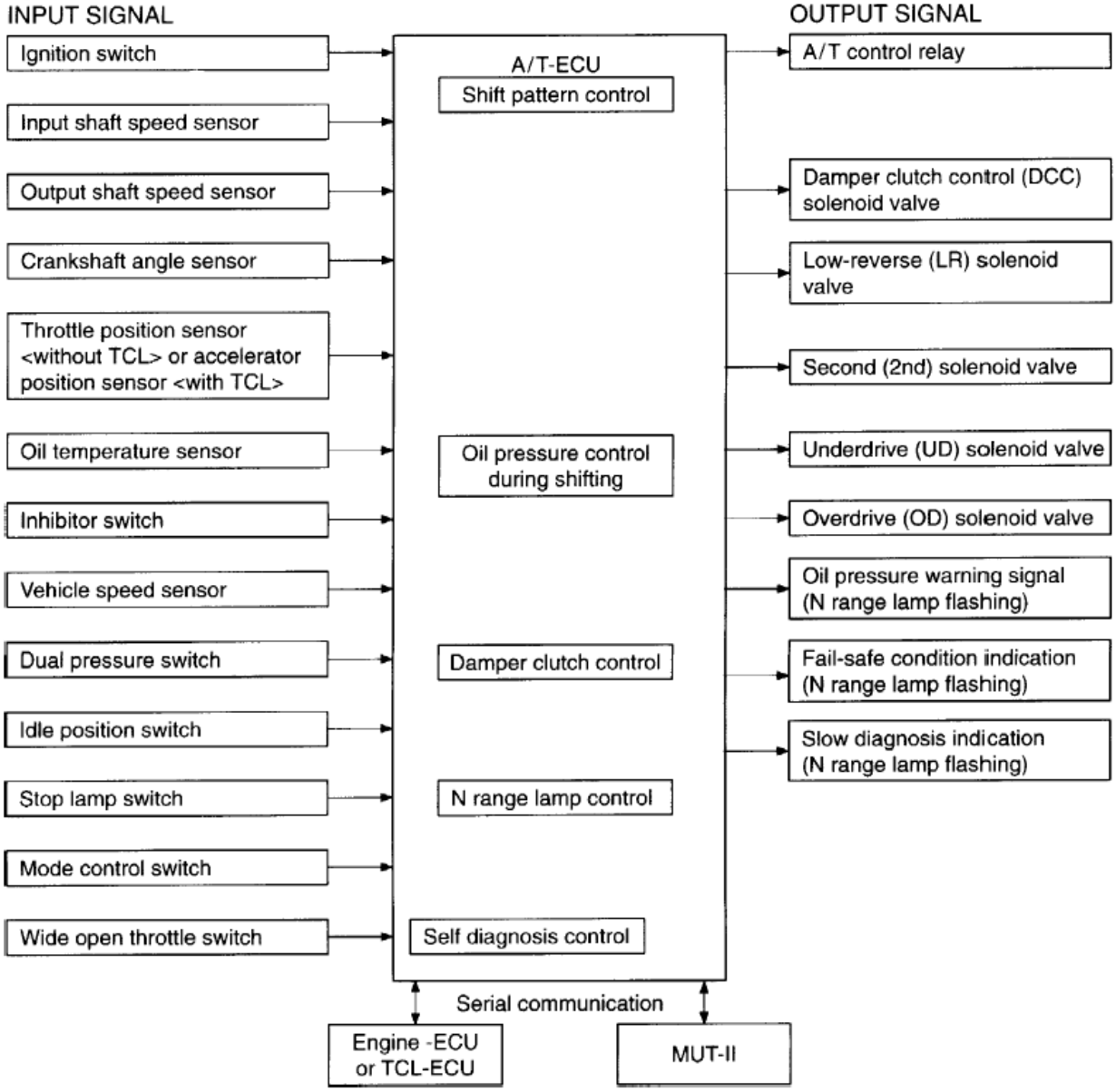
10.15. ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Автоматические трансмиссии INVECS-II являются дальнейшим усовершенствованием уникальной технологии Mitsubishi – **INVECS** (**In**telligent and Innovative **V**ehicle **E**lectronic **C**ontrol **S**ystem / Интеллектуальная и инновационная система управления автомобиля). Новая трансмиссия позволяет добиться максимального комфорта при управлении автомобилем независимо от режима движения и качества дороги. Рычаг селектора режимов теперь имеет семь позиций (P, R, N, D, 3, 2, L), а кнопка управления повышающей передачей «OD/OFF» упразднена.

Управление давлением жидкости, в сервоприводах муфт и тормозов, осуществляется независимо соответствующими соленоидами, что позволяет добиться максимальной гибкости управления трансмиссией.

Управление с обратной связью, а также адаптивные алгоритмы управления позволяют иметь полный контроль над качеством переключения передач.

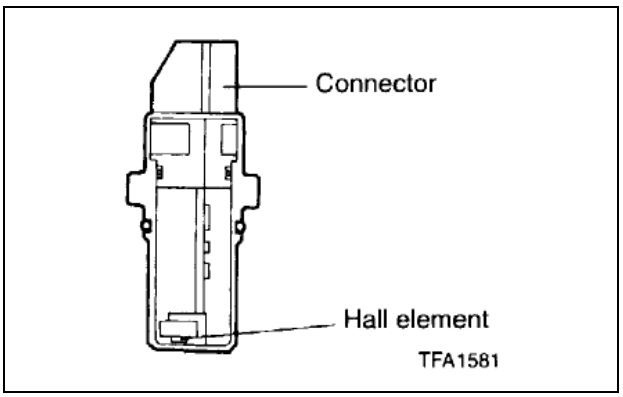
System construction diagram



ДАТЧИКИ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (АКТУАТОРЫ)

Справочная таблица

Наименование детали		Назначение
Датчики	Датчик оборотов входного вала	Определяет обороты турбины (входного вала)
	Датчик оборотов выходного вала	Определяет обороты ведомой шестерни промежуточной передачи (выходного вала)
	Датчик оборотов коленчатого вала	Определяет обороты двигателя
	Датчик положения дроссельной заслонки <автомобили без TCL> или датчик положения педали акселератора <автомобили с TCL>	По показанию потенциометра определяет степень нажатия на педаль акселератора
	Датчик температуры ATF	Определяет температуру ATF по изменению сопротивления термистора
	Датчик положения рычага селектора режимов	Датчик контактного типа, определяет положение рычага селектора
	Датчик положения педали тормоза	Контактного типа, определяет нажата или нет педаль тормоза
	Датчик скорости автомобиля	Определяет скорость автомобиля
	Датчик двойного давления	Определяет, работает кондиционер или нет
	Датчик холостого хода	Контактного типа, определяет полностью отпущенное положение педали акселератора
	Датчик выбора режима	Контактного типа, включает / выключает режим <HOLD>
	Датчик полностью открытой дроссельной заслонки	Контактного типа, определяет полностью нажатое положение педали акселератора
Актуаторы	Управляющее реле автоматической трансмиссии	Включает и выключает питание соленоидов
	Соленоид блокировки гидротрансформатора	Управляет включением муфты блокировки гидротрансформатора
	Соленоид LR	Управляют включением соответствующих муфт и тормозов
	Соленоид 2nd	
	Соленоид UD	
	Соленоид OD	
	Лампа индикации нейтрали	Кроме индикации режима нейтрали, сигнализирует о перегреве трансмиссии, включении аварийного режима работы трансмиссии и может использоваться для считывания диагностических кодов неисправностей (для автомобилей, не оснащённых системой E-OBD)

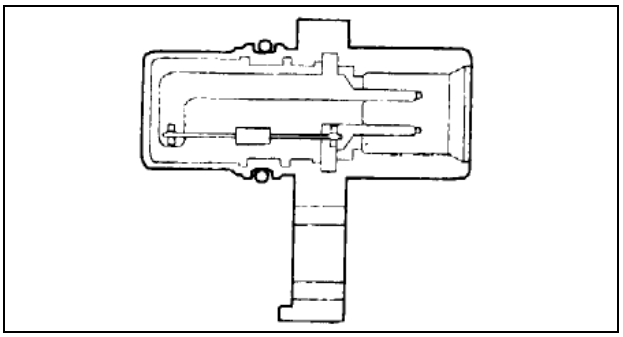


Датчики оборотов входного и выходного валов трансмиссии

Электрические разъёмы выполнены в корпусе датчиков.

Применены датчики Холла.

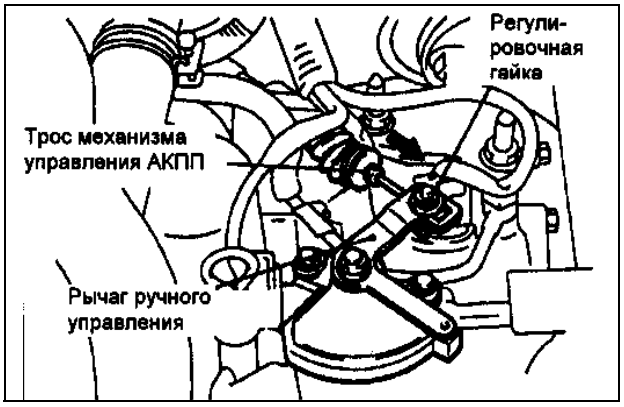
Датчики между собой отличаются только внешним исполнением.



Датчик температуры ATF

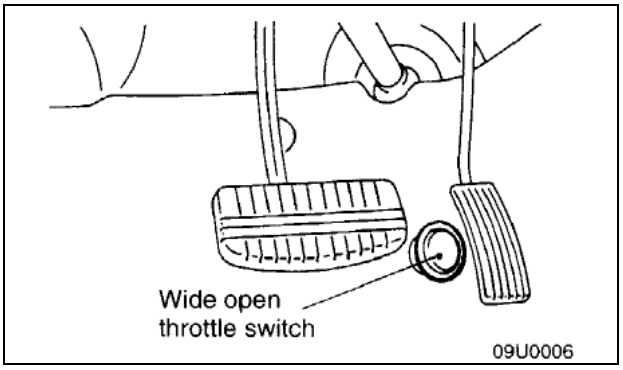
Электрический разъём выполнен в корпусе датчика.

Применён термистер.



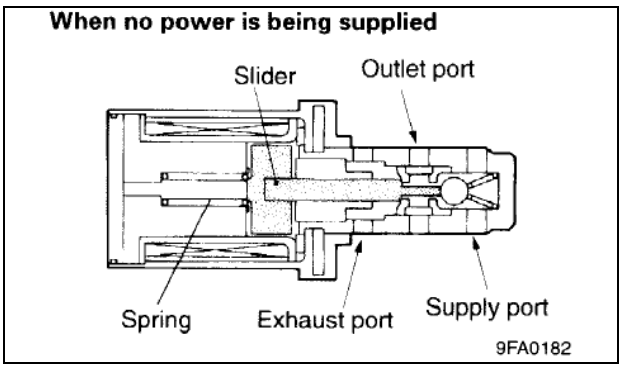
Датчик положения рычага селектора режимов

Используется семидиапазонный тип датчика.



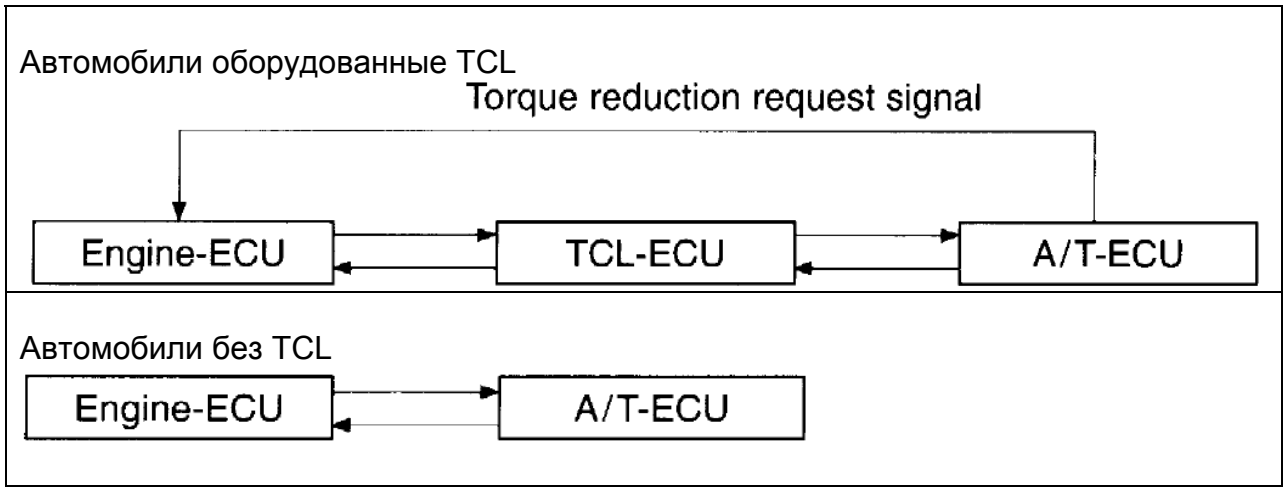
Датчик полностью открытой дроссельной заслонки

Использование датчика, установленного под педалью акселератора, позволяет водителю ощутить момент включения режима кикдаун.



Электромагнитный клапан (соленоид)

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ



Управление переключением передач

Для данной автоматической трансмиссии разработан новый тип управления переключением передач, названный «clutch-to-clutch». Суть метода – в непосредственном управлении муфтами и тормозами при помощи электромагнитных клапанов, что позволяет добиться превосходного качества переключения передач.

УПРАВЛЕНИЕ СОЛЕНОИДАМИ

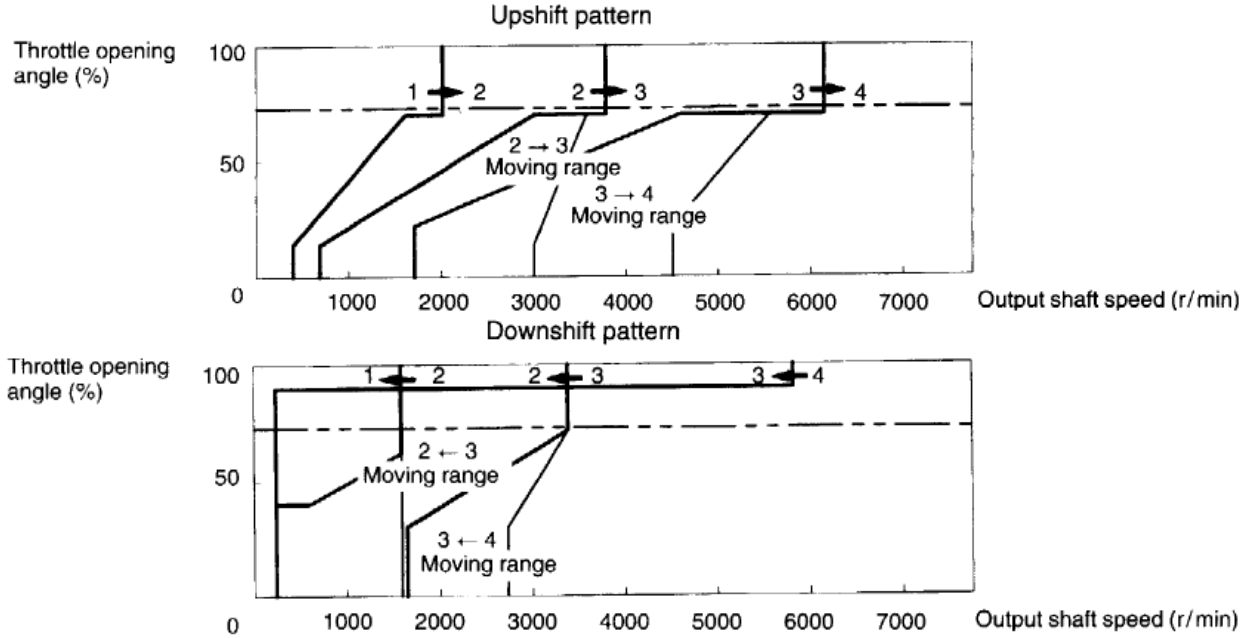
Каждый соленоид управляется сигналами от ECU в соответствии с таблицей.

Shifting stage	Solenoid valve				
	LR	2ND	UD	OD	DCC (Reference)
1st	OFF	ON	OFF	ON	OFF
2nd	ON	OFF	OFF	ON	ON
3rd	ON	ON	OFF	OFF	ON
4th	ON	OFF	ON	OFF	ON
Reverse	OFF	ON	ON	ON	OFF
N, P.	OFF	ON	ON	ON	OFF

ДИАГРАММЫ МОМЕНТОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

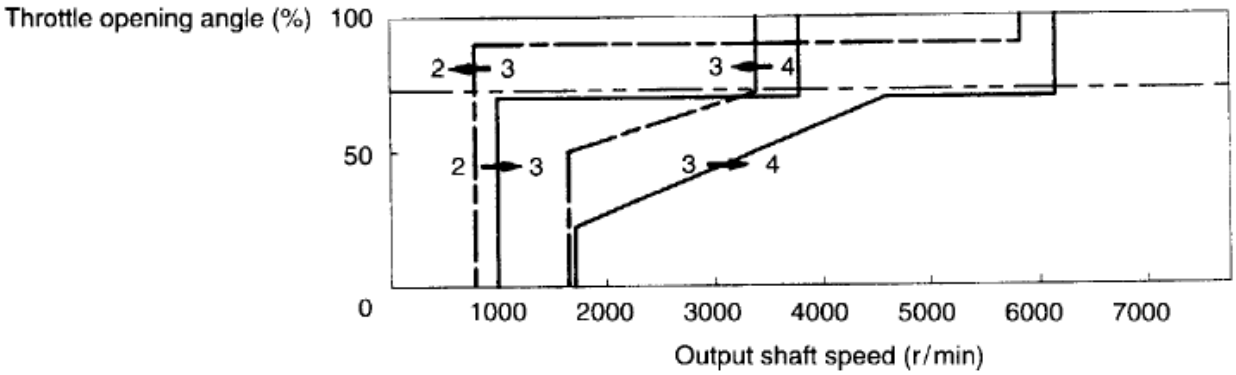
Режим «AUTO»

Система INVECS-II обеспечивает оптимальные моменты переключения передач в зависимости от дорожных условий и от стиля езды.



Режим «HOLD»

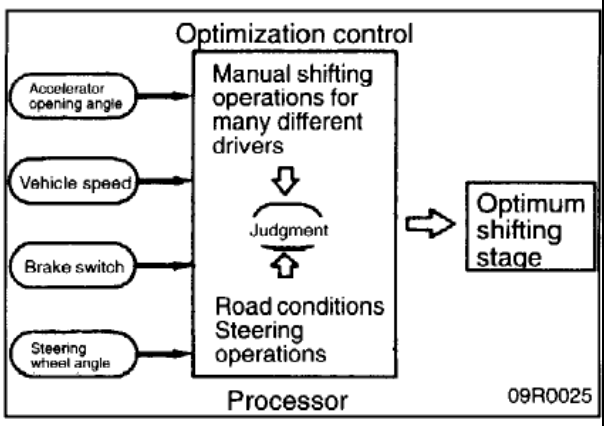
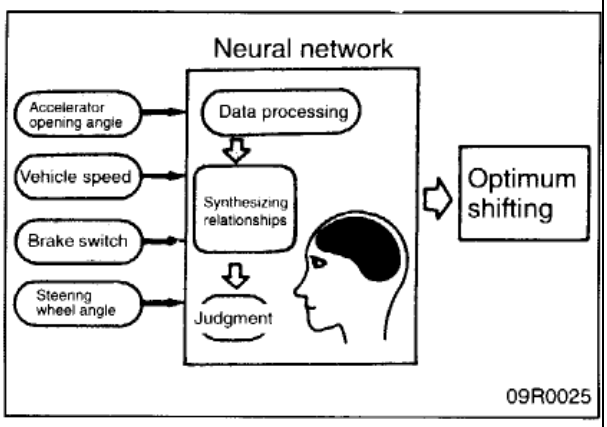
Когда выбран режим «HOLD» (клавиша «HOLD» включена), автомобиль начитает движение со второй передачи, если рычаг селектора режимов находится в положениях «D», «3» или «2». Благодаря этому обеспечивается меньший крутящий момент на ведущих колёсах, что помогает уверенно тронуться с места на дороге со скользкой поверхностью. Система INVECS-II в этом случае не работает.



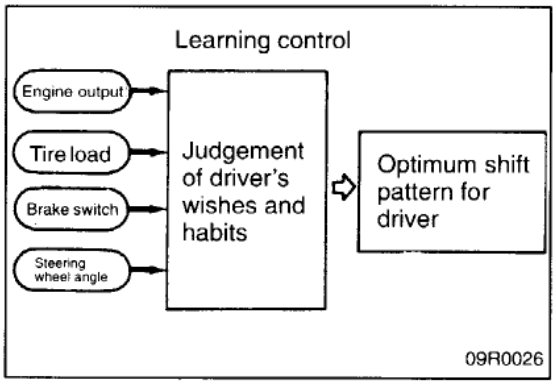
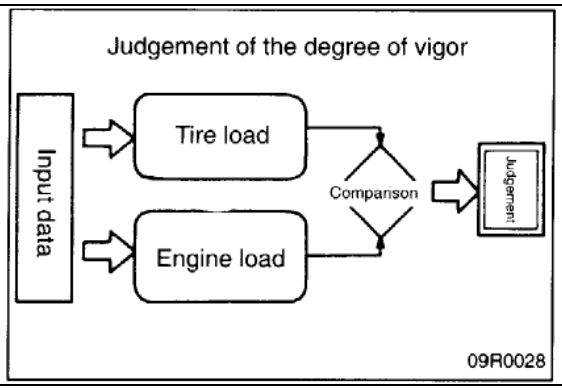
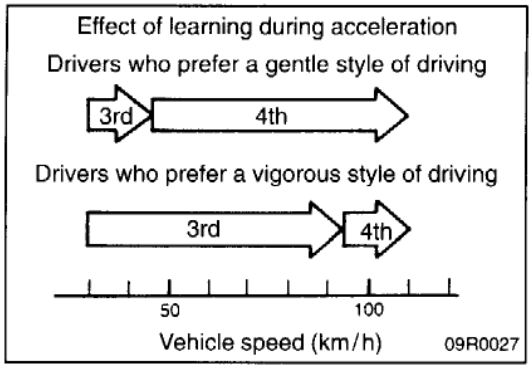
INVECS-II

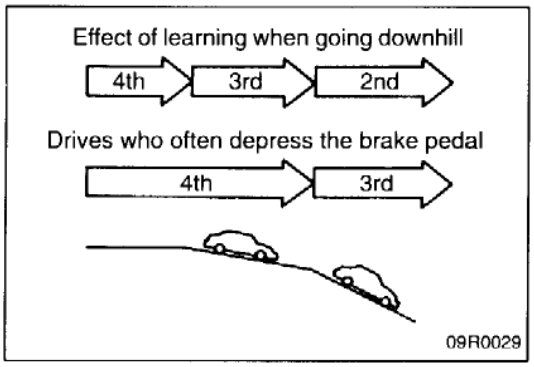
Работа системы INVECS-II заключается в оптимизации управления трансмиссией в зависимости от дорожных условий и адаптации к манере вождения.

Оптимизация управления во всех режимах движения

	Система INVECS-II выбирает оптимальное время переключения для любого стиля вождения и разнообразных дорожных условий. Электронный блок управления, получая сигналы от соответствующих датчиков, анализирует перемещение педали акселератора, скорость автомобиля, положение педали тормоза, угол поворота рулевого колеса и определяет условия движения автомобиля. В соответствии с этим выдаются управляющие сигналы для выполнения переключений передач с оптимальным качеством. То есть, INVECS-II управляет качеством переключений передач в соответствии с дорожными условиями.
	Электронному блоку управления приходится выполнять огромное количество сложных вычислений для оптимального управления переключениями передач. Алгоритмы INVECS-II используют так называемую «нейронную сеть». «Нейронная сеть» - это высокоэффективные алгоритмы, построенные по образу человеческого мозга, которые обрабатывают огромные массивы информации различными методами для обобщения взаимосвязей в исходных данных и мгновенно выдают результат, подобно тому, как это делает человеческий мозг.

Адаптивное управление

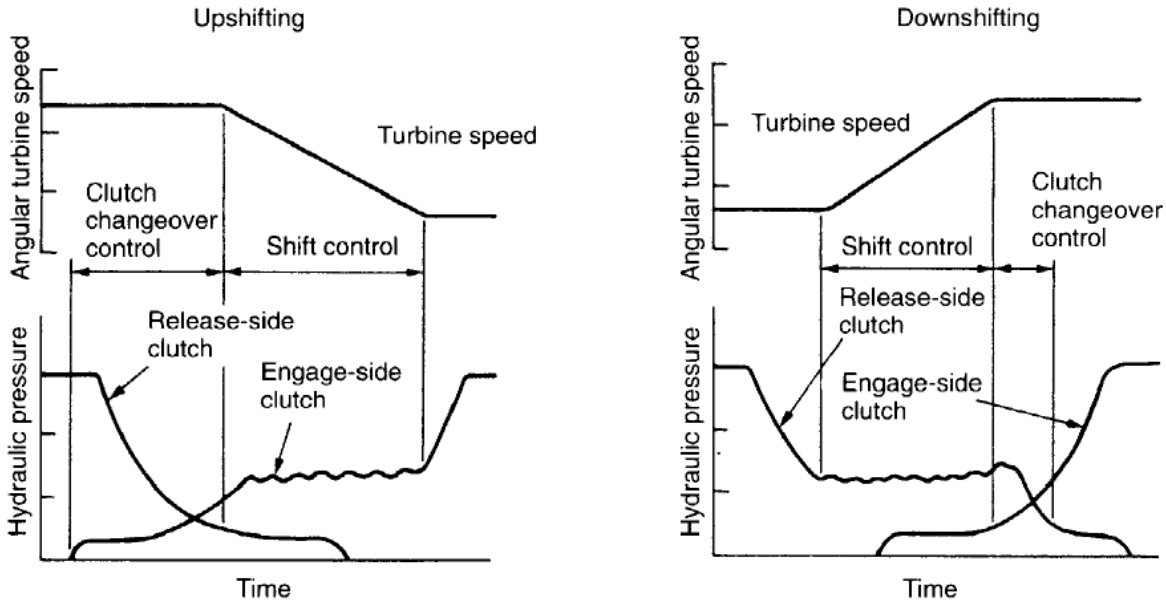
	Оптимальные моменты переключения передач могут меняться благодаря адаптивному управлению. Для водителя желательно, чтобы поведение автоматической трансмиссии отвечало его личным привычкам. Кроме того, один и тот же автомобиль может эксплуатироваться разными водителями, имеющими различные уровень мастерства и стиль вождения. В соответствии с этим INVECS-II обеспечивает изменения моментов переключения передач в соответствии с текущими требованиями водителя и его привычками.
	Электронный блок управления постоянно оценивает степень агрессивности (стиль) вождения, которая рассчитывается на основании сравнения массы автомобиля и характера изменения нагрузки на двигатель.
	Например, при разгоне, для водителей предпочитающих спокойный стиль езды, электронный блок управления выберет мягкие переключения при относительно низких оборотах двигателя. Если водитель предпочитает динамичный стиль езды, то трансмиссия будет оставаться на текущей передаче, пока двигатель не наберёт высоких оборотов, что соответствует спортивной езде.

	Если водитель часто нажимает на педаль тормоза при движении под уклон, электронный блок управления выполняет переключение на более низкую передачу для эффективного торможения двигателем. И наоборот, если водитель при движении под уклон не отпускает педаль акселератора, то переключения передачи на более низкую ступень не происходит для предотвращения торможения двигателем.

УПРАВЛЕНИЕ ВО ВРЕМЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

Управление Clutch-to-Clutch

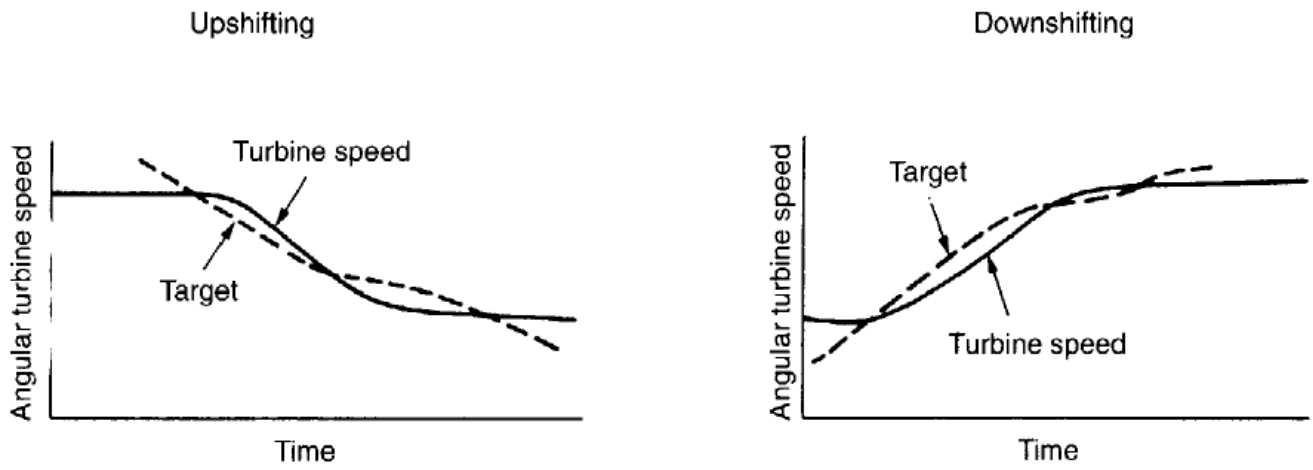
Во время выполнения переключения происходит одновременное управление включаемой муфтой (или тормозом) и выключаемой муфтой (тормозом). В результате, управление процессом переключения осуществляется с учётом крутящего момента, передаваемого через обе муфты. Это предотвращает как выбег двигателя, так и рывки и обеспечивает комфортное переключение передач.



Управление с обратной связью и адаптивное управление

Управление с обратной связью предусматривает контроль за оборотами входного вала трансмиссии во время выполнения переключения и сравнения их с заданными значениями. В результате, изменение крутящего момента на выходном валу трансмиссии поддерживается на идеальном уровне, значительно улучшая ощущения при переключении передач.

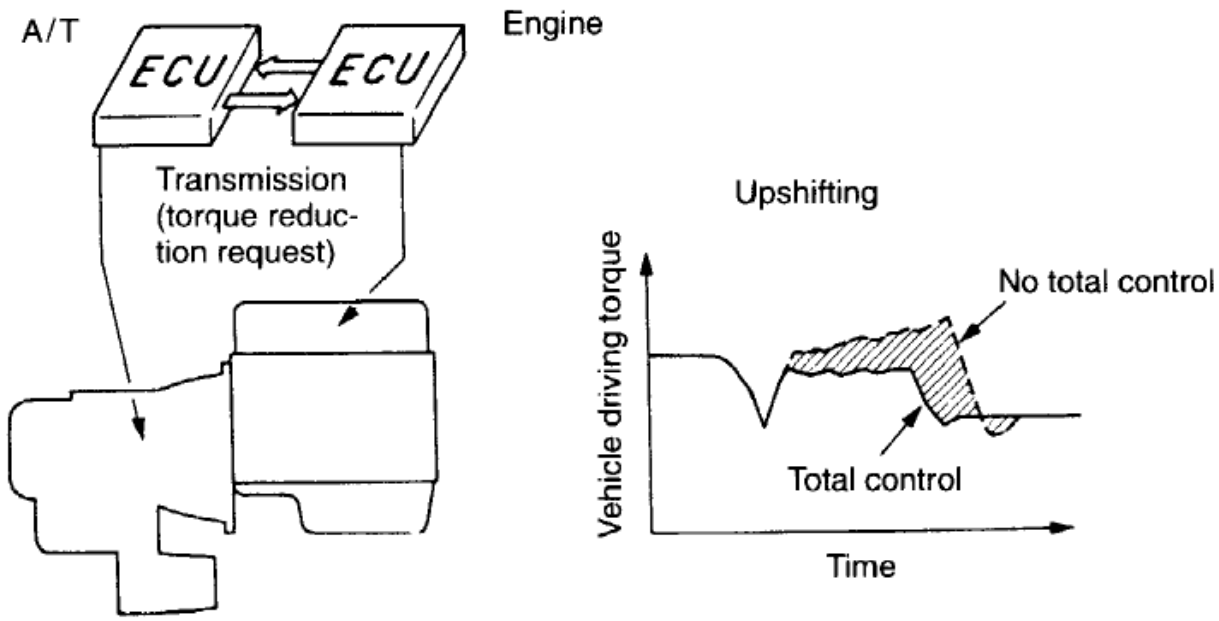
Кроме того, адаптивное управление позволяет компенсировать изменения характеристик двигателя и трансмиссии, которые появляются в процессе эксплуатации, и поддерживать высокое качество переключений.



Совместное управление двигателем и трансмиссией

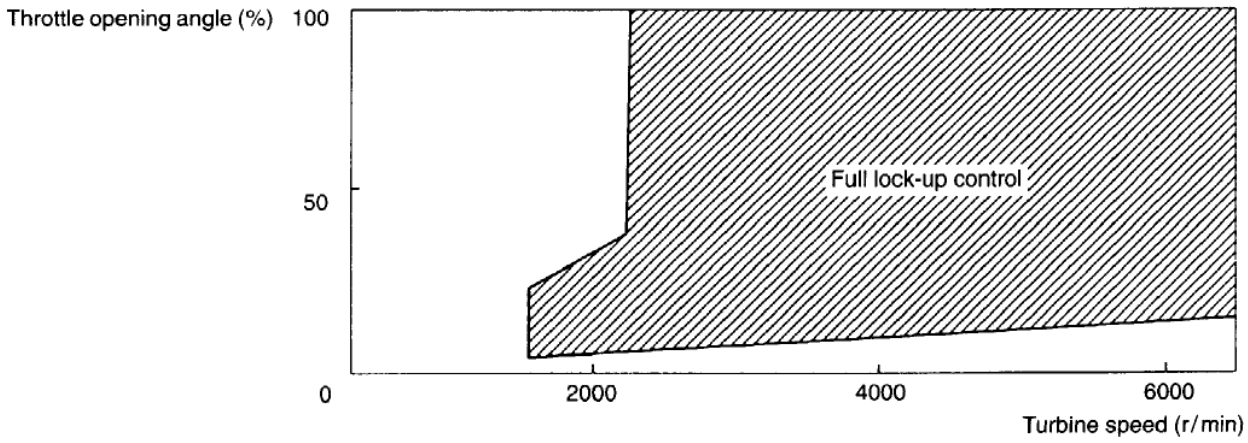
Во время выполнения повышающего переключения передач, AT-ECU посылает запрос Eng-ECU на снижение крутящего момента на коленчатом валу двигателя. Это достигается уменьшением угла опережения зажигания. Благодаря этому снижаются колебания крутящего момента, и переключение передач происходит без рывков.

Eng-ECU пересылает в AT-ECU данные о количестве воздуха прошедшего через впускной коллектор, на основании чего AT-ECU управляет гидравлическим давлением при выполнении переключения передач. По сравнению с прежним методом (на основе сигнала с датчика положения дроссельной заслонки), этот метод позволяет регулировать давление с большей точностью, и добиваться лучшего качества переключений.



УПРАВЛЕНИЕ БЛОКИРОВКОЙ ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА

Блокировка гидротрансформатора позволяет снизить потребление топлива и уровень шума при работе трансмиссии.



АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ, ЗАЩИТА ОТ НЕУМЕЛОГО ОБРАЩЕНИЯ И ФУНКЦИИ ДИАГНОСТИКИ

Если выходит из строя AT-ECU и/или какой-либо из датчиков или актуаторов, или водитель допустил грубую ошибку в управлении, то включается аварийный режим работы трансмиссии для безопасности пассажиров и автомобиля.

Система диагностики постоянно отслеживает сигналы с каждого датчика и сигналы на каждом актуаторе. Отклонения от нормы фиксируются системой.

Аварийный режим/защита от неумелого обращения

В случае возникновения проблем в электронной системе управления автоматической трансмиссией, возможно движение назад и вперёд на 3-й передаче (в режиме «D») или на 2-й передаче (в режиме «2» или «L») (за исключением случаев, когда фиксируются коды: 31-34, 36, 41-44, 46, 54 или 71).

Предусмотрена сигнализация перегрева ATF. Это реализуется миганием индикатора «N» на панели приборов с частотой 2 Гц.

Существует блокировка включения передачи заднего хода, если при этом автомобиль движется вперёд со скоростью 7 км/ч или более.

Функции диагностики

Диагностические коды неисправностей

Все диагностические коды можно разделить на две группы, по степени важности:

Группа 1: коды N° 11-15, 21, 51, 52 не приводят к включению аварийного режима работы.

Группа 2: коды N° 22, 23, 31-34, 36, 41-44, 46, 54, 71 приводят к включению аварийного режима работы.

Считывание кодов отказов без использования MUT-III

а) При движении

Для информирования водителя об аварийном режиме работы трансмиссии, сигнал «N» на панели приборов мигает с частотой 1 Гц (только в режиме «D»).

б) В сервисе (без использования MUT-III)

- Для вывода диагностических кодов на индикатор «N», клемму самодиагностики (16-контактный разъём OBD, pin N°1) следует заземлить на 1 секунду или более в режиме «P» (Park).
- Если в памяти электронного блока управления нет кодов отказов, то индикатор «N» будет равномерно мигать с интервалом 0.5 сек.
- При выводе кодов этим методом десятки индицируются вспышками большей длительности, чем единицы.

в) Очерёдность вывода кодов отказов

В первую очередь выводятся коды второй группы (вызвавшие аварийный режим работы), затем – первой, в порядке их возникновения.

Запоминание кодов отказов

- Электронный блок управления может запомнить до 8 кодов отказов первой группы и до 3 кодов неисправностей второй группы (приведших к включению аварийного режима работы).
- Если появляется больше кодов отказов, чем может быть запомнено, то самый старый код стирается и записывается новый код.
- Повторяющиеся коды запоминаются один раз.

Стирание кодов отказов

а) Автоматическое стирание

Если со времени запоминания последнего кода отказа температура ATF превысит границу в 50°C 200 раз, то все запомненные коды будут автоматически стёрты из памяти электронного блока управления.

б) Принудительное стирание

Коды отказов могут быть стёрты при помощи MUT-II при выполнении следующих условий.

- Зажигание включено.
- Нет сигналов с датчика оборотов коленчатого вала двигателя.
- Нет сигналов с датчика оборотов выходного вала трансмиссии.
- Нет сигналов с датчика скорости автомобиля.
- Аварийный режим работы не активирован.

Таблица кодов отказов

Параметр		Условия оценки	Реакция системы	Код отказа
Датчики положения дроссельной заслонки (TPS) и положения педали газа (APS)	Короткое замыкание	На режиме холостого хода напряжение на выходе датчика TPS или APS выше 4.8 В	Система INVECS-II отключается, напряжение на выходе TPS принимается равным 2.5 В	11
	Обрыв цепи	Кроме режима холостого хода напряжение на выходе датчика TPS или APS выше 0.2 В	Система INVECS-II отключается, напряжение на выходе TPS принимается равным 2.5 В	12
	Неверная регулировка положения датчика	На режиме холостого хода напряжение на выходе датчика TPS или APS ниже 0.2 В либо выше 1.2 В	Система INVECS-II отключается	14
Датчик температуры ATF	Обрыв цепи	Напряжение на выходе датчика составляет 2.6 В или более и не изменяется при движении в течении 10 минут	Система INVECS-II отключается, температура ATF принимается равной 80°C	15
Датчик оборотов коленчатого вала двигателя	Обрыв цепи	Не поступают сигналы с датчика в течении 5 секунд при скорости автомобиля 25 км/ч или выше	Отключается блокировка гидротрансформатора	21
Датчик оборотов входного вала трансмиссии	Обрыв цепи или короткое замыкание	Не поступают сигналы с датчика в течении 1 секунды при скорости автомобиля 30 км/ч или выше	Если произошёл единичный отказ, то запоминается соответствующий код отказа. Если отказ повторяется 4 раза, то включается аварийный режим работы и мигает индикатор «N».	22
Датчик оборотов выходного вала трансмиссии	Обрыв цепи или короткое замыкание	В течении 1 секунды показания датчика составляют менее 50% от показания датчика скорости автомобиля при скорости 30 км/ч или выше.		23
Датчик полностью нажатой педали акселератора	Обрыв цепи или короткое замыкание	Датчик замкнут в течении 1 секунды при оборотах выходного вала 1000 об/мин или более и при частично открытой дроссельной заслонке.	Стадии переключений в режиме полностью открытой дроссельной заслонки происходят в соответствии с диаграммой моментов переключения передач.	25
Датчик педали тормоза	Обрыв цепи или короткое замыкание	Датчик замкнут в течении 5 минут при скорости автомобиля 6 км/ч или более	Система INVECS-II отключается	26
Электромагнитный клапан LR	Обрыв цепи или короткое замыкание	Сопротивление электроцепей соленоидов слишком велико, либо слишком мало	Начинает мигать индикатор «N» на панели приборов и управляющее реле обесточивает трансмиссию	31
Электромагнитный клапан UD	Обрыв цепи или короткое замыкание			32
Электромагнитный клапан 2nd	Обрыв цепи или короткое замыкание			33
Электромагнитный клапан OD	Обрыв цепи или короткое замыкание			34
Электромагнитный клапан DCC	Обрыв цепи или короткое замыкание			36
Ошибочное передаточное отношение	1-я передача	После завершения переключения, передаточное отношение	Если произошёл единичный отказ, то запоминается соответствующий код	41
	2-я передача			42
	3-я передача			43
	4-я передача			44

	Передача заднего хода	вычисленное по показаниям датчиков оборотов входного и выходного вала не соответствует заданному для данной передачи.	отказа. Если отказ повторяется 4 раза, то включается аварийный режим работы и мигает индикатор «N».	46
Неисправность связи с Eng-ECU или с TCL-ECU		Если зажигание включено, напряжение бортовой сети не менее 10 В, частота вращения коленчатого вала двигателя не ниже 450 об/мин и связь с Eng-ECU отсутствует 1 секунду, либо при тех же условиях в течении 4 секунд принимаются недостоверные данные.	Система INVECS-II отключается, объёмная эффективность двигателя принимается равной 70% до тех пор пока связь не восстановится.	51
Электромагнитный клапан DCC	Неисправность системы	Скважность управляющего сигнала составляет 100% более 4 секунд	Если произошёл единичный отказ, то система блокировки гидротрансформатора временно отключается. Код отказа 52 запоминается после четырёхкратного повторения отказа.	52
Управляющее реле	Обрыв цепи или короткое замыкание на массу	Если после включения зажигания напряжение на управляющем реле менее 7 В.	Начинает мигать индикатор «N» на панели приборов и управляющее реле обесточивает трансмиссию	54
Индикатор режима нейтраль «N»	Короткое замыкание на массу	Индикация не работает	После появления отказа управление индикацией не производится	56
Движение на высокой скорости на низших передачах		Если при движении на 1-й передаче обороты выходного вала превышают 3200 об/мин или при движении на 2-ой передаче – 5900 об/мин	Управляющее реле обесточивает трансмиссию	-
Неисправность AT-ECU		Неисправность AT-ECU	Управляющее реле обесточивает трансмиссию	71

Список параметров (Data list)

Номер в списке	Наименование	Ед. измерения
11	Датчик положения дроссельной заслонки (автомобили без TCL)	mV
	Датчик положения педали акселератора (автомобили с TCL)	mV
15	Датчик температуры ATF	°C
21	Датчик оборотов коленчатого вала	RPM
22	Датчик оборотов входного вала	RPM
23	Датчик оборотов выходного вала	RPM
25	Датчик полностью нажатого положения педали акселератора	On/Off
26	Датчик положения педали тормоза	On/Off
29	Датчик скорости автомобиля	Km/h
31	Скважность управляющего сигнала электромагнитного клапана LR	%
32	Скважность управляющего сигнала электромагнитного клапана UD	%
33	Скважность управляющего сигнала электромагнитного клапана 2nd	%
34	Скважность управляющего сигнала электромагнитного клапана OD	%
36	Скважность управляющего сигнала электромагнитного клапана DC	%
52	Скольжение блокировочной муфты гидротрансформатора	RPM
54	Напряжение на выходе управляющего реле	V
57	Объёмная эффективность двигателя	%
61	Датчик положения рычага селектора режимов	P/R/N/D/3/2/L
62	Переключатель режима работы «Hold»	On/Off
63	Текущая передача	4th, 3rd, 2nd, 1st, R, N
64	Датчик полностью закрытого положения дроссельной заслонки	On/Off
65	Датчик включения кондиционера	On/Off
66	Сигнал выключения повышающей передачи от системы круиз-контроля	On/Off

Проверка исполнительных устройств (Actuator test)

Номер теста	Элемент	Содержание теста	Условия проведения
1	Соленоид LR	На выбранный соленоид подаётся сигнал скважностью 50% на 5 секунд. Остальные соленоиды не запитываются.	1. Зажигание: включено 2. Рычаг селектора режимов: «P» 3. Обороты коленчатого вала: 0 об/мин 4. Скорость автомобиля: 0 км/ч 5. Напряжение на выходе датчика положения дроссельной заслонки: менее 1 В 6. Дроссельная заслонка: закрыта
2	Соленоид UD		
3	Соленоид 2nd		
4	Соленоид OD		
6	Соленоид DCC		
12	Управляющее реле	Реле выключается на 3 секунды	

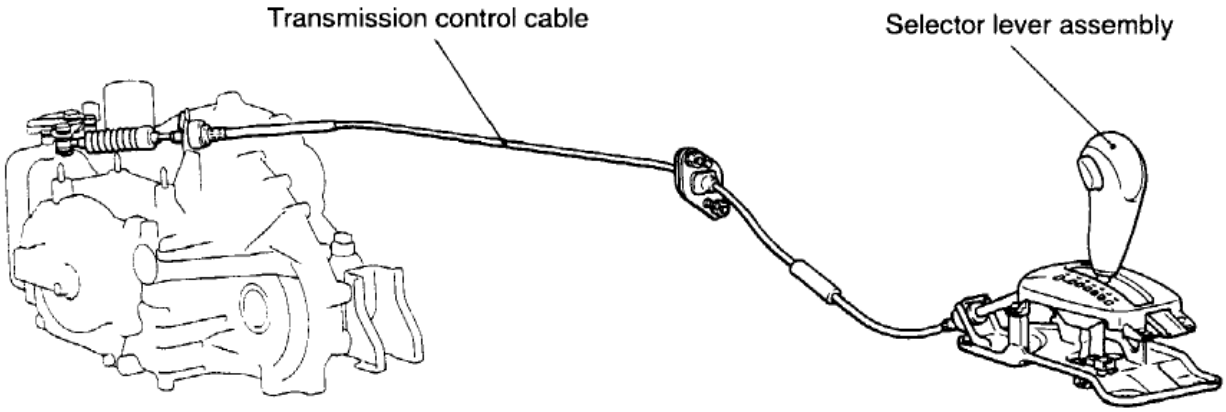
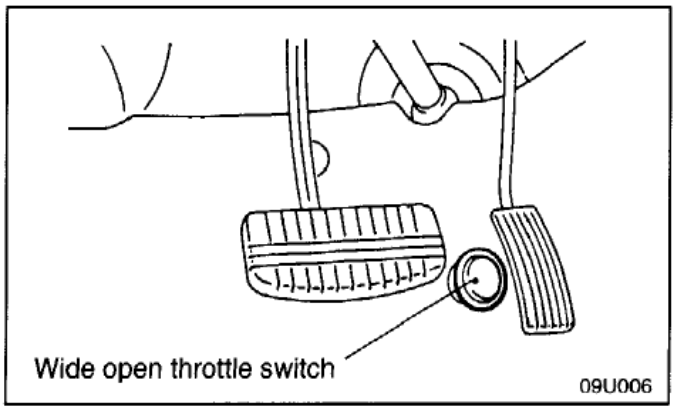
Команда отключения системы INVECS-II

Работа системы INVECS-II может быть отменена путём посылки управляющего сигнала от MUT-II к AT-ECU, либо автоматически при выключении зажигания.

Номер теста	Элемент	Содержание теста
14	INVECS-II	Система INVECS-II отключается, управление переключением передач осуществляется в соответствии со стандартной диаграммой моментов переключения передач

ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСМИССИЕЙ

Рычаг селектора режимов соединяется с трансмиссией при помощи троса. Рычаг имеет 7 положений (P, R, N, D, 3, 2, L).



Датчик положения полностью открытой дроссельной заслонки находится под педалью акселератора и позволяет управлять режимом кикдаун (kick-down).