

**Бесступенчатая автоматическая
коробка передач
multitronic® 01J
Устройство и принцип действия**

Программа самообучения 228

multitronic®

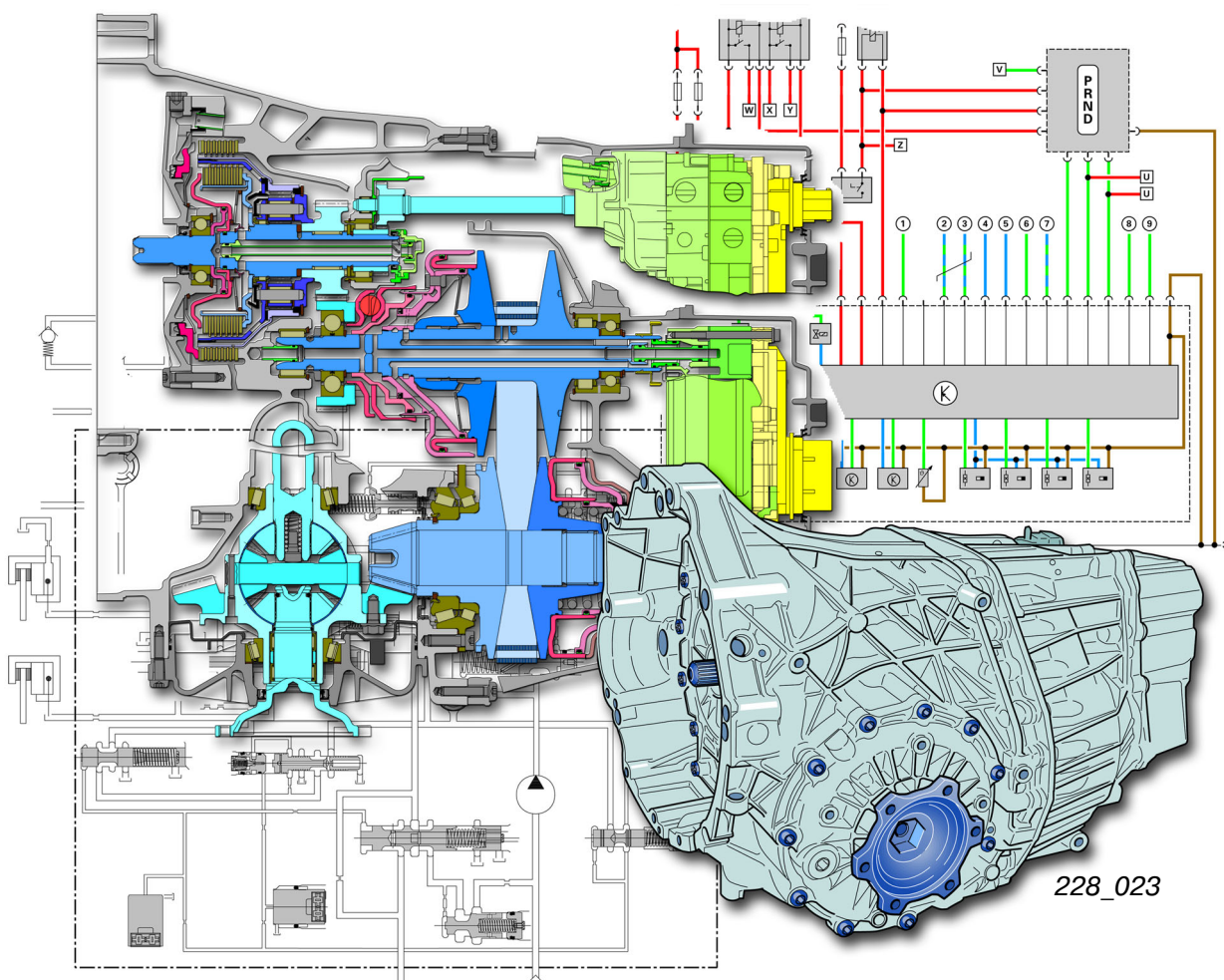
Название multitronic® получила новая бесступенчатая автоматическая коробка передач Audi.

Бесступенчатые автоматические коробки также называют коробками передач CVT.

Усовершенствованная Audi концепция CVT базируется на давно известном принципе клиноременных передач, позволяющих бесступенчато изменять передаточное отношение КП с помощью так называемого вариатора.



CVT — это сокращение от английского «**C**ontinuously **V**ariable **T**ransmission», что в переводе означает «трансмиссия с плавно изменяемым передаточным отношением».



Новая Audi multitronic® с функцией tiptronic делает автомобиль максимально динамичным, но в то же время экономичным и в высшей степени комфортным.

Введение

multitronic®	2
Конструкция коробки передач	9
Технические характеристики	10

Детали и узлы КП

Маховик с демпфером крутильных колебаний	11
Коробка передач в разрезе	13
Фрикционы переднего/заднего хода и планетарный механизм	14
Управление фрикционами	20
Охлаждение фрикционов	28
Промежуточная передача	31
Вариатор	32
Управление передаточным отношением	35
Датчик крутящего момента	38
Компенсационная полость	43
Цепь	44
Подача масла	47
Электронно-гидравлическое управление	52
Шток выбора передач и механизм блокировки трансмиссии на стоянке	56
Картер коробки передач, система трубопроводов и уплотнения	57
Схема гидросистемы	60
Охлаждение масла ATF	62

Управление коробкой передач

Блок управления multitronic J217	63
Датчики	66
Обмен информацией КП multitronic®	75
Дополнительные сигналы/интерфейсы	76
Функциональная схема	80
Динамическая программа регулировки (DRP)	82

Сервис

Буксировка	91
Обновление программы (флэш-программирование)	92
Оборудование и специнструмент	96

Программа самообучения содержит сведения о конструкции и принципах работы агрегатов автомобиля.

Она не является руководством по ремонту!

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать специальную литературу.

**Новинка!
Указание!**



**Внимание!
Указание!**



Введение



Коробка передач (КП) нужна для преобразования крутящего момента от двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Такое преобразование необходимо, чтобы адаптировать крутящий момент на колесах автомобиля к изменяющимся условиям движения.

Сейчас практическое применение в основном находят коробки передач со ступенчатым изменением передаточных чисел: механические, автоматизированные и автоматические.

При использовании таких коробок передач неизбежен компромисс между, с одной стороны, динамикой автомобиля, и, с другой стороны, расходом топлива и комфортом для водителя и пассажиров.

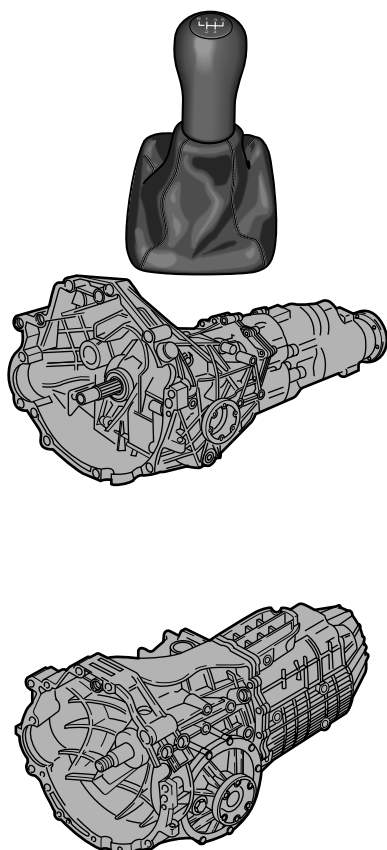
Как известно, ДВС развивает крутящий момент не ступенчато, а плавно. Поэтому для достижения оптимального КПД трансмиссии наиболее предпочтительным является плавное изменение передаточного отношения.

Все реализованные до сих пор концепции CVT работают по принципу вариатора. Из-за неспособности передавать большой крутящий момент они применяются только на малых транспортных средствах и автомобилях нижнего среднего класса с маломощными двигателями. Тесты независимых организаций показали, что оборудованные такими КП автомобили демонстрируют посредственные тягово-динамические показатели.

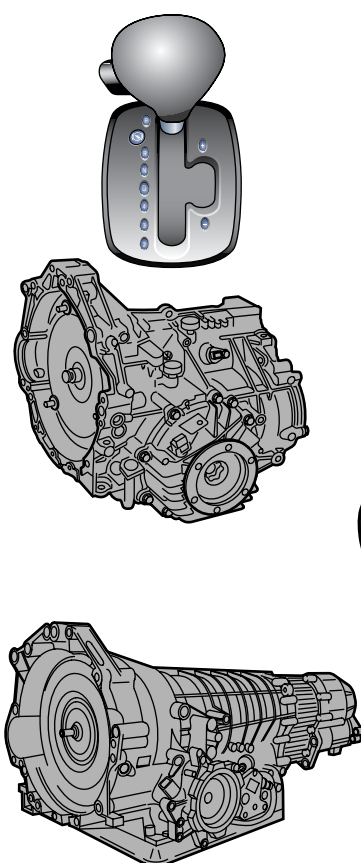
При разработке собственной бесступенчатой КП концерн Audi отдал предпочтение наиболее прогрессивной на сегодняшний день схеме трансмиссии с вариатором.

Цель Audi заключалась в том, чтобы создать бесступенчатую КП для автомобилей верхнего среднего класса, которые бы благодаря ей отличались не только стремительным разгоном и малым расходом топлива, но и убедительными динамикой и комфортом.

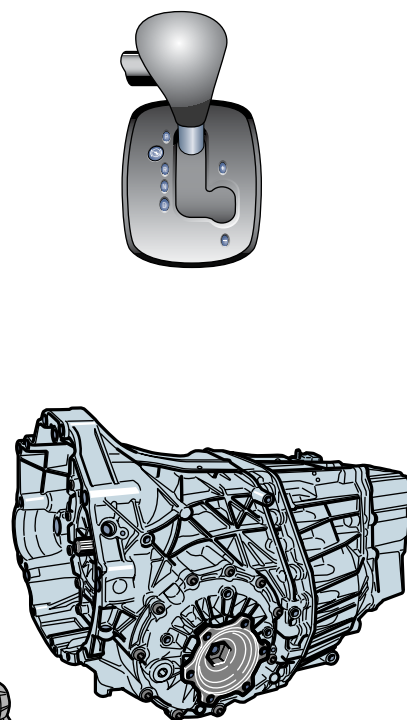
Механическая КП



Автоматическая КП



multitronic®



228_002

Новые разработки компании Audi и предприятий-смежников должны были превзойти по вышеназванным параметрам все существующие на тот момент КП.

Принцип работы

Сердцем КП multitronic® является ее вариатор. С его помощью передаточное отношение плавно изменяется от наибольшего значения до наименьшего.

Благодаря вариатору всегда возможна реализация оптимального передаточного отношения. Благодаря этому двигатель для достижения требуемых наилучших показателей (например, мощности или экономичности) всегда работает в оптимальном режиме.

Вариатор состоит из двух шкивов, ведущего (шкив 1) и ведомого (шкив 2), и натянутой между ними специальной цепи. Каждый из шкивов представляет собой пару дисков с коническими рабочими поверхностями. Цепь служит для передачи крутящего момента.

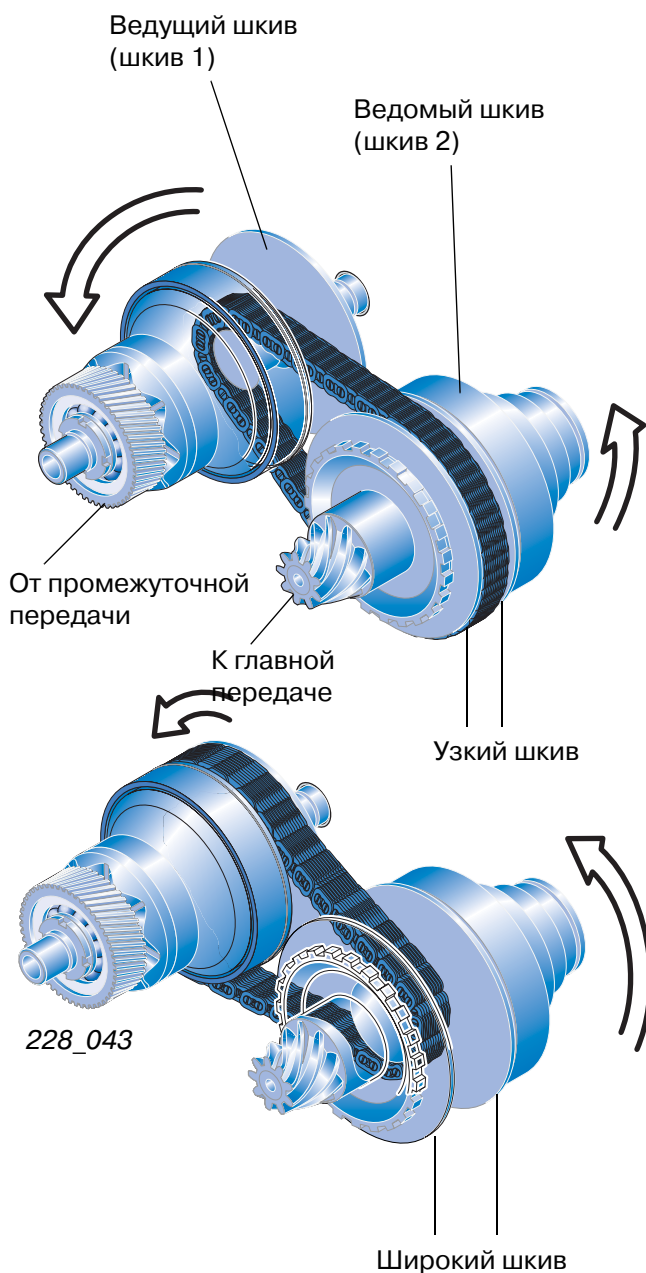
Шкив 1 соединен с коленвалом двигателя через промежуточную передачу. От него крутящий момент двигателя передается цепью на шкив 2 и далее на главную передачу.

Благодаря тому, что один диск каждого из шкивов подвижный, меняется радиус установки цепи на шкиве и передаточное отношение плавно изменяется.

Шкивы должны синхронно сдвигаться/раздвигаться так, чтобы цепь оставалась постоянно натянутой и это усилие было достаточным для того, чтобы она не проскальзывала.



Audi первым из автопроизводителей представил КП CVT, агрегируемую с 2,8-литровым двигателем V6 мощностью 200 л. с. и способную передавать крутящий момент в 300 Нм.



Сама конструкция породила название узла — вариатор.



Введение



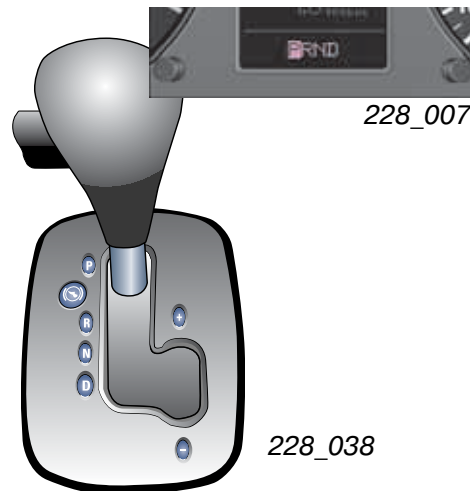
КП multitronic® для высочайшего комфорта

В автоматическом режиме возможна реализация любого передаточного отношения в пределах диапазона регулирования. Число оборотов двигателя определяется желанием водителя (положение педали акселератора и скорость ее нажатия) и величиной сопротивления движению. Изменение передаточного отношения происходит абсолютно плавно и без разрыва потока мощности.

В режиме tiptronic КП располагает 6-ю фиксированными передаточными числами для выбора передач вручную. Это позволяет водителю полностью контролировать управление динамикой движения автомобиля. Такой контроль целесообразен, например, при движении под уклон: переключившись на низшую «передачу», водитель может эффективно тормозить двигателем.

Максимальная скорость достигается на 5-й передаче. Шестая передача является экономичной, ее еще называют «овердрайв». При наличии соответствующего дополнительного оборудования управлять коробкой передач в режиме tiptronic можно клавишами на рулевом колесе, то есть с максимальным комфортом.

Зависимость между оборотами двигателя и скоростью движения автомобиля при изменении передаточного отношения КП multitronic® 01J на Audi A6 с 2,8-литровым двигателем V6 мощностью 142 кВт



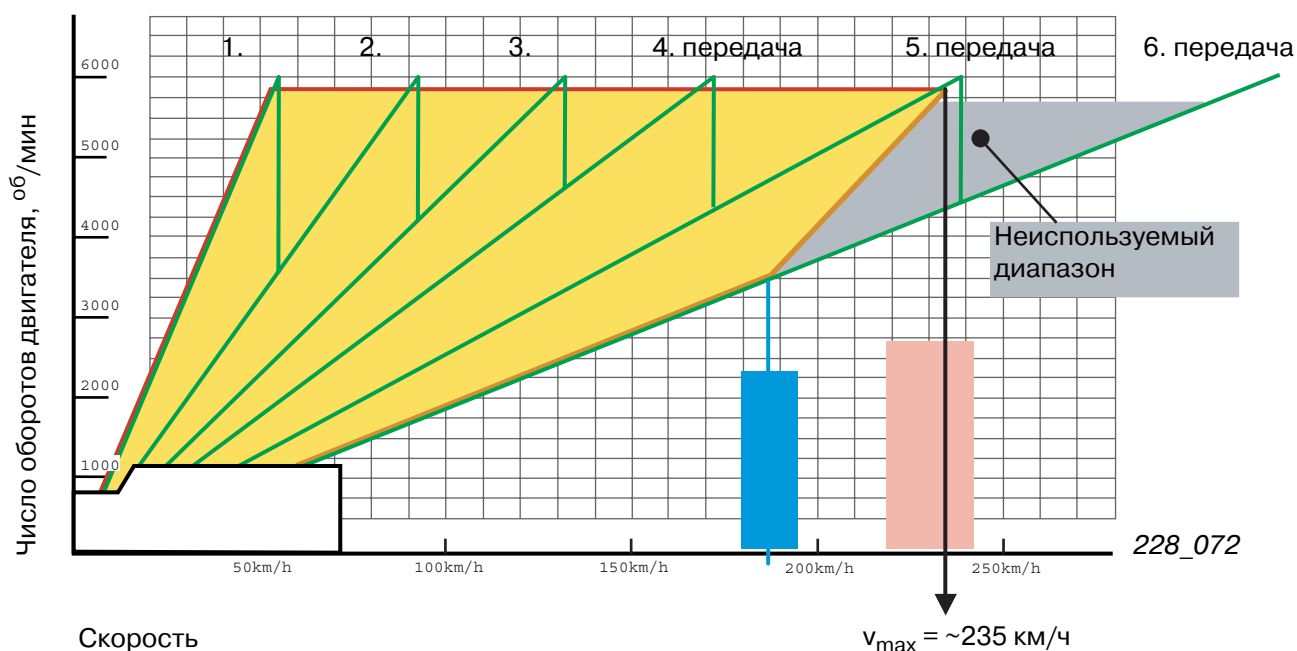
228_007

228_038



228_015

228_016



228_072

$V_{max} = \sim 235 \text{ км/ч}$

КП multitronic® для максимальной динамики

Ступенчатая КП:

Цветом выделены диапазоны, в которых после переключения передачи происходит падение мощности двигателя. Это ведет к уменьшению скорости разгона.

multitronic®:

Бесступенчатая регулировка передаточного отношения позволяет постоянно поддерживать мощность двигателя на максимально возможном уровне (не уходить вниз с кривой внешней характеристики). При этом разгон осуществляется без разрыва потока мощности. Результат — оптимальная характеристика разгона.



Диапазон регулирования



Максимальная скорость варьируется в зависимости от сопротивления движению.



Момент перехода с экономической передачи на пониженную зависит от сопротивления движению.



Характеристики переключения передач в режиме tiptronic 01J



Кривая, соответствующая наиболее экономичной езде



Кривая, соответствующая наиболее спортивной езде

В сравнении участвуют:

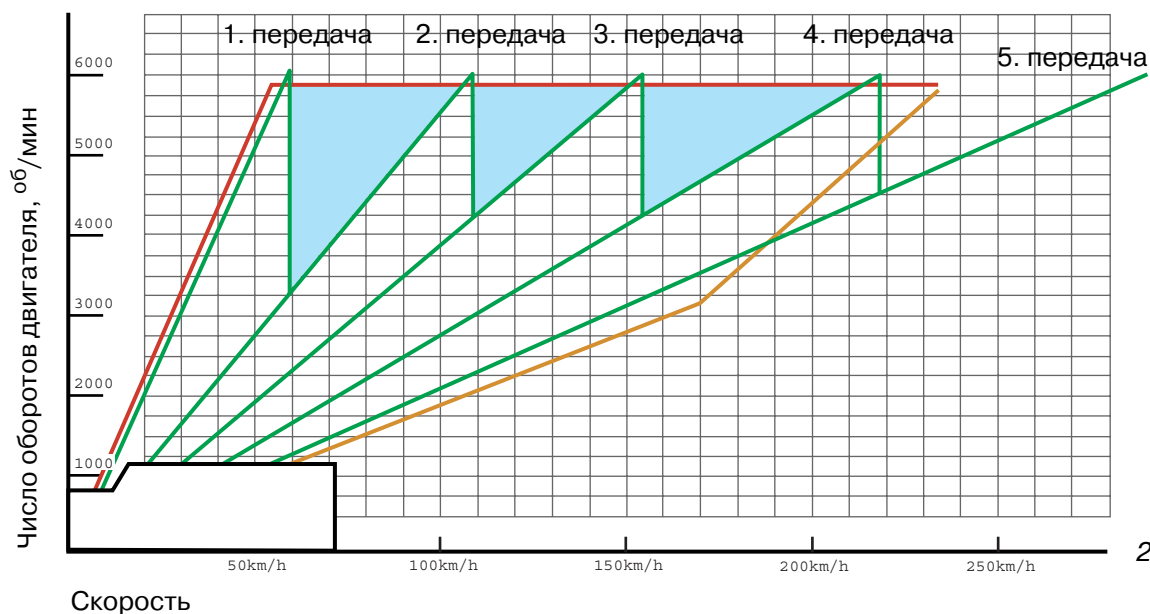
- ▶ 5-ступенчатая АКП 01V (буквенное обозначение DEU)
- ▶ multitronic® 01J (буквенное обозначение DZN)



Не задействованный диапазон у ступенчатых КП



Характеристики переключения передач КП 01V



Введение



multitronic® для экономичной езды

При стремлении к экономии малое передаточное отношение позволяет значительно снизить число оборотов двигателя. Например, при 130 км/ч обороты двигателя составляют не 3200 об/мин, как у 5-ступенчатой механической КП, а примерно 2450 об/мин. Соответственно, уменьшается и расход топлива.

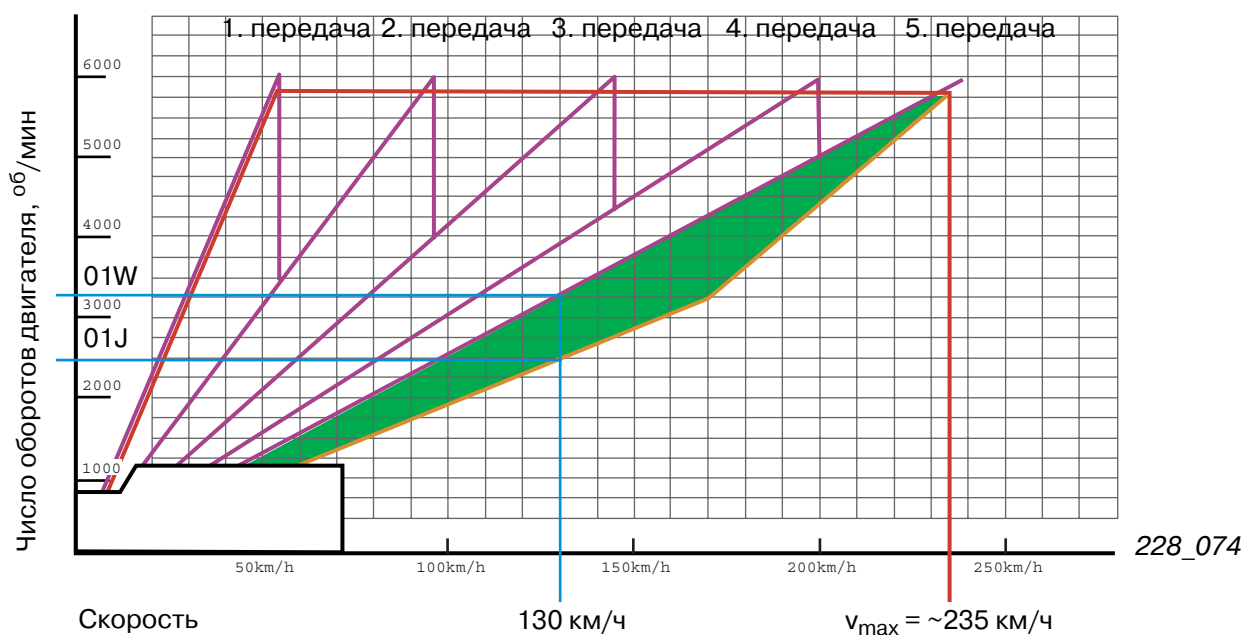
Благодаря бесступенчатому изменению передаточного отношения, двигатель для достижения требуемых наилучших показателей (например, мощности или экономичности) всегда работает в оптимальном режиме.

Зеленым цветом на диаграмме показано уменьшение оборотов двигателя при езде в экономичном режиме.

В сравнении участвуют:

- ▶ 5-ступенчатая мех. КП 01W (буквенное обозначение DNY)
- ▶ multitronic® 01J (буквенное обозначение DZN)

- Кривая, соответствующая наиболее экономичной езде
- Кривая, соответствующая наиболее спортивной езде
- Характеристики переключения передач КП 01W
- Уменьшение числа оборотов в экономичном режиме
- Пример: 130 км/ч



Конструкция коробки передач

В зависимости от двигателя его крутящий момент передается на коробку передач через маховик с демпфером крутильных колебаний или через двухмассовый маховик.

Роль сцепления при трогании с места выполняют две «мокрые» (то есть заполненные маслом) многодисковые фрикционные муфты: фрикцион переднего хода и фрикцион заднего хода.

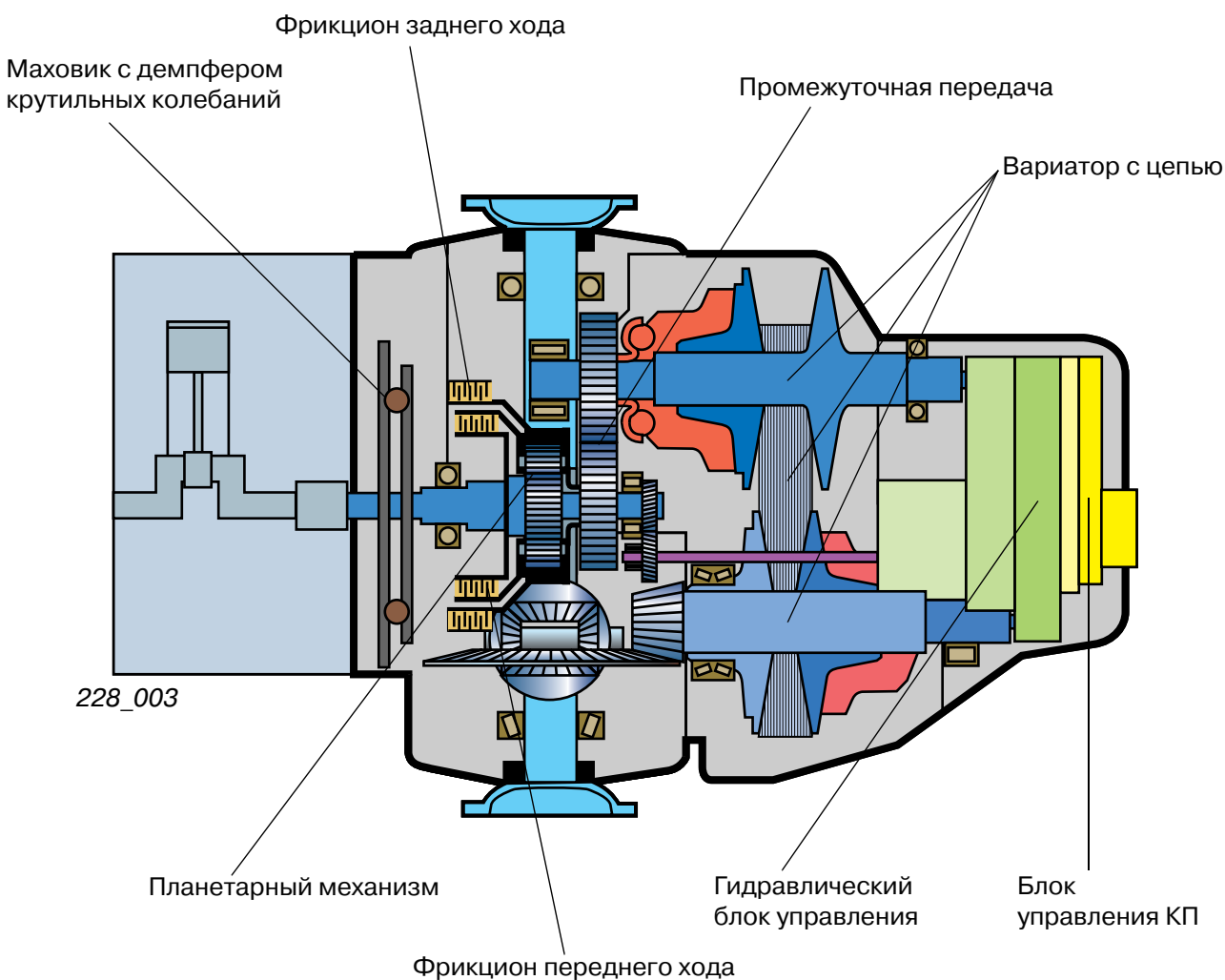
Направление вращения для движения задним ходом изменяется с помощью планетарного механизма.

Через промежуточную передачу крутящий момент двигателя передается на вариатор, а оттуда — на главную передачу.

Здесь следует отметить одну новейшую разработку: крутящий момент передает приводная цепь (см. описание вариатора и приводной цепи).

Электрогидравлический блок управления (БУ) объединен в единый узел с блоком управления коробки передач. Этот узел находится в картере КП.





В режиме tiptronic КП располагает 6 фиксированными передаточными числами для выбора передач вручную.

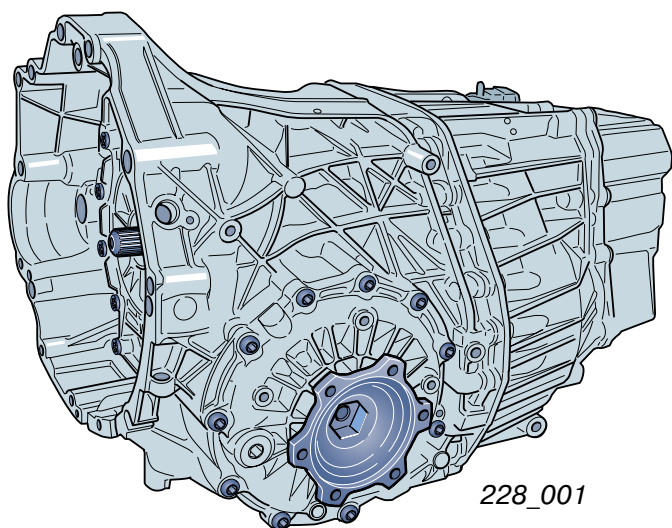


Введение



Технические характеристики

Обозначение:	multitronic® 01J
Заводское обозначение:	VL 30
Буквенное обозначение:	DZN
Максимальный передаваемый крутящий момент:	до 310 Нм
Диапазон передаточных отношений вариатора:	2,40 - 0,40
Диапазон передаточных чисел (частное максимального и минимального передаточных отношений):	6
Передаточное число промежуточной передачи:	51/46 = 1,109
Передаточное число главной передачи:	43/9 = 4,778
Рабочее давление масляного насоса:	max. ~60 бар
Производительность масляного насоса:	10 л/мин при 1000 ^{об} /мин
  Масло ATF для КП multitronic®:	G 052 180 A2
  Масло для главной передачи КП multitronic®:	G 052 190 A2
Заправочные емкости: полная заправка ATF, включая радиатор ATF и фильтр ATF замена ATF главная передача	примерно 7,5 л примерно 4,5 л примерно 1,3 л
Масса (без маховика):	примерно 88 кг
Длина:	примерно 610 мм



228_001



Все приведенные в программе обучения характеристики относятся только к КП multitronic® с буквенным обозначением DZN.



Маховик с демпфером крутильных колебаний

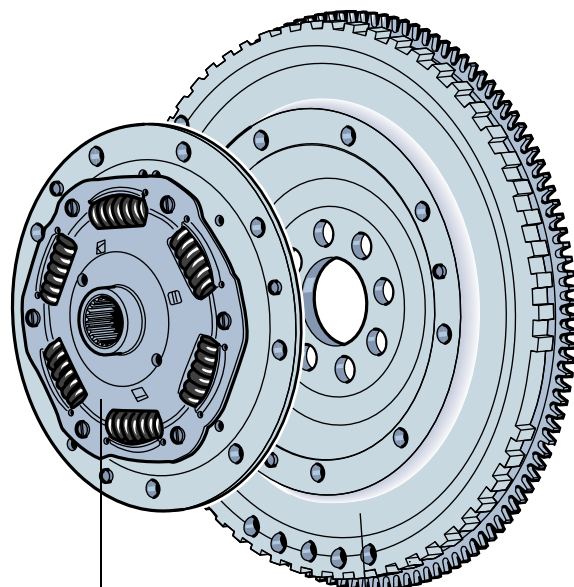
В поршневых двигателях процесс сгорания протекает неравномерно. Из-за этого возникают крутильные колебания коленчатого вала.

Эти колебания передаются на коробку передач и вызывают в ней резонансные вибрации. Негативными последствиями резонансных вибраций являются шум и чрезмерная нагрузка на детали и узлы.

Крутильные колебания и вызванные ими шумы гасятся маховиком с демпфером крутильных колебаний или двухмассовым маховиком.

Крутящий момент двигателя V6 объемом 2,8 л передается на коробку передач через маховик с демпфером крутильных колебаний.

Четырехцилиндровые двигатели работают неравномернее 6-цилиндровых агрегатов, поэтому на них устанавливается двухмассовый маховик.

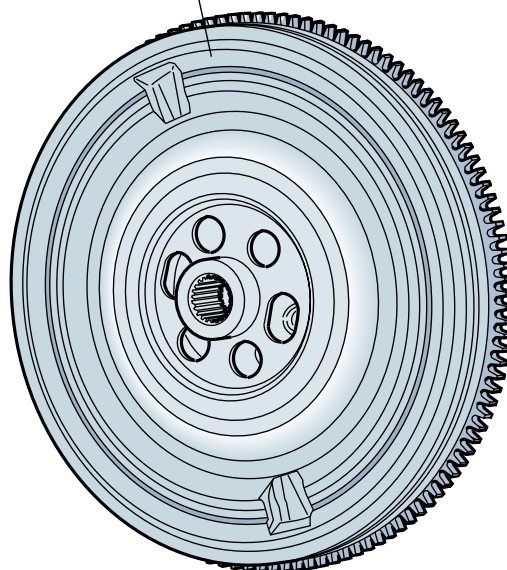


228_032

Демпфер крутильных колебаний

Маховик

Двухмассовый маховик

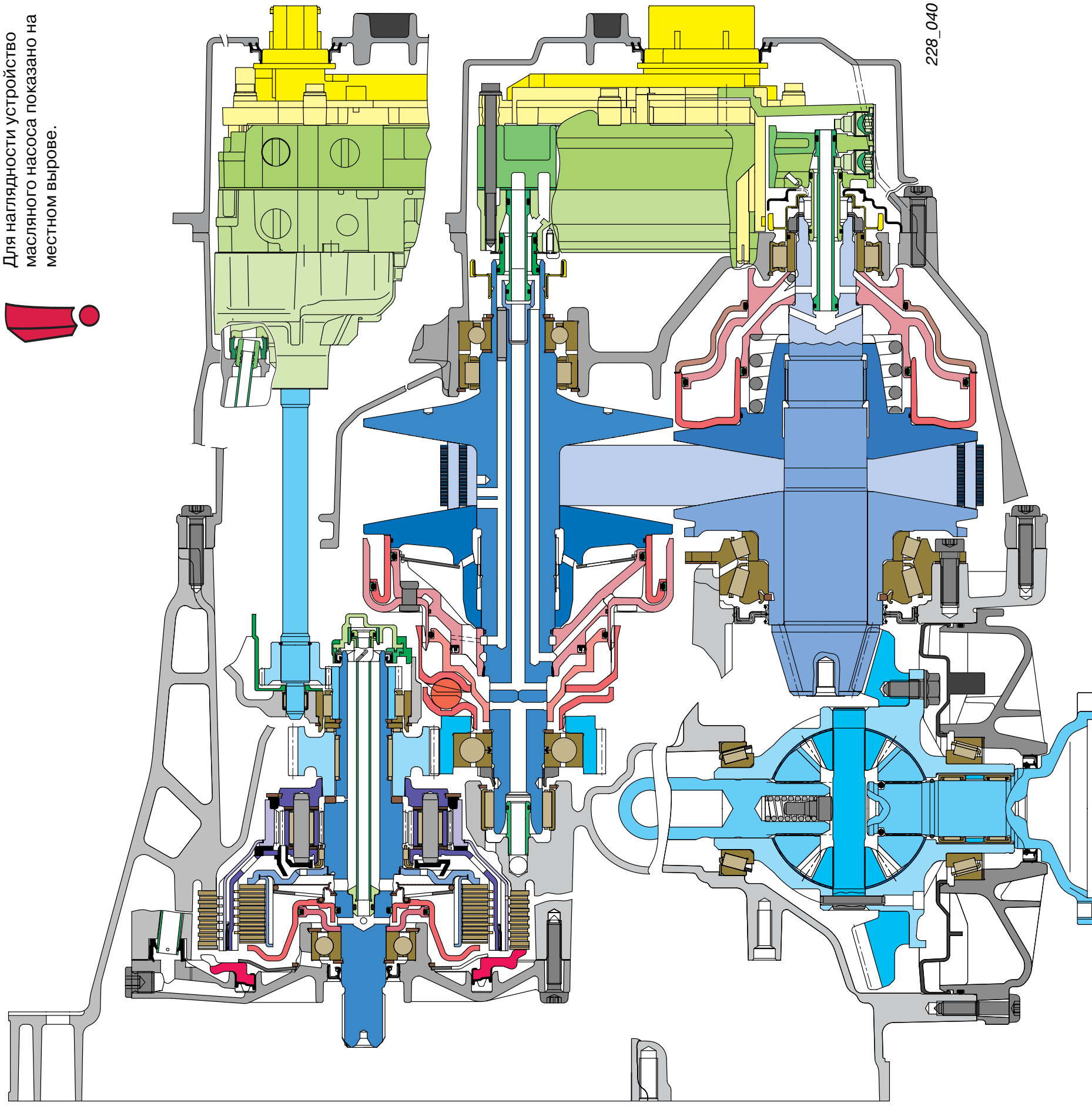


228_004



Подробнее об этом см. в программе самообучения 142.

Для наглядности устройство
масляного насоса показано на
местном вырове.











228_040

Коробка передач в разрезе



Значение цветов

-  Картер, болты/винты, шпильки
-  Гидравлические узлы и детали/система управления
-  Электронный блок управления КП
-  Валы, шестерни
-  Многодисковые фрикционные муфты
-  Поршни, датчик крутящего момента
-  Подшипники, шайбы, стопорные кольца
-  Пластмассовые детали, уплотнения, резиновые детали



Номер для заказа: 507.5318.01.00

В службе Bertelsmann можно заказать плакат формата A0 с изображением этой схемы. Цена без налогов 10.00 DM.

Bertelsmann работает напрямую только с заказчиками из ФРГ.

Заказ из других стран осуществляется через организации-импортеры.



Фрикцион переднего хода, фрикцион заднего хода и планетарный механизм

В отличие от ступенчатых гидромеханических АКП, где для передачи крутящего момента используется гидротрансформатор, в КП CVT марки Audi эту задачу выполняют два фрикциона: по одному фрикциону для переднего и заднего хода.

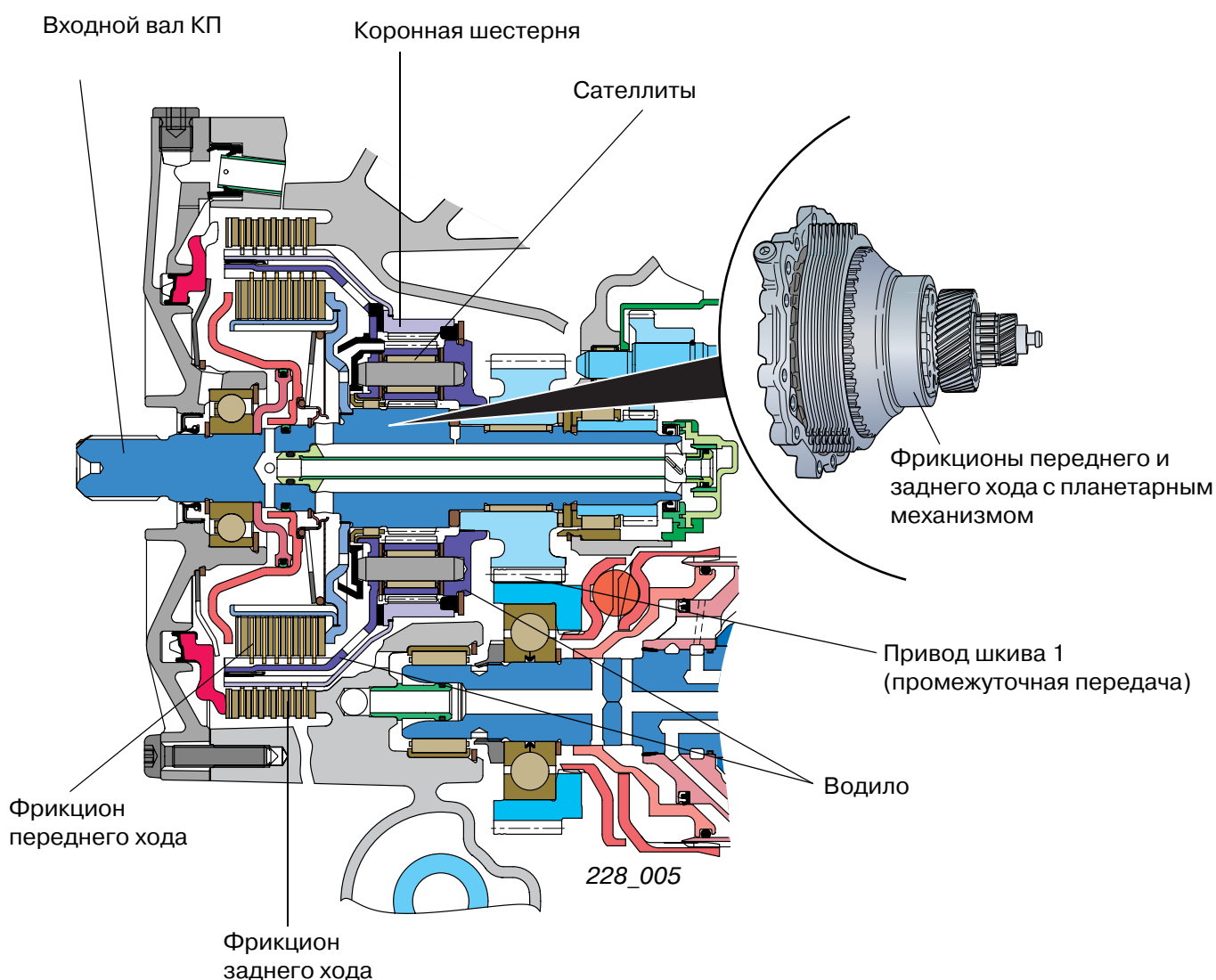
Это работающие в масле многодисковые фрикционы, аналогичные тем, которые используются в ступенчатых АКП для переключения передач.

Они служат для плавного соединения трансмиссии в начальной фазе движения автомобиля и дальнейшей передачи крутящего момента к промежуточной передаче.

Процессы трогания с места и передачи крутящего момента контролируются электроникой и регулируются с помощью электрогидравлической системы.

Многодисковый фрикцион с электрогидравлическим управлением имеет следующие преимущества перед гидротрансформатором:

- ▶ малая масса
- ▶ компактность
- ▶ электронно-управляемая адаптация характеристики трогания с места к дорожным условиям
- ▶ электронно-управляемая адаптация крутящего момента при медленном маневрировании к дорожным условиям
- ▶ защита от перегрузок, ошибок и неправильных действий водителя



Планетарный механизм

Планетарный механизм служит исключительно для изменения направления вращения привода при включении заднего хода.

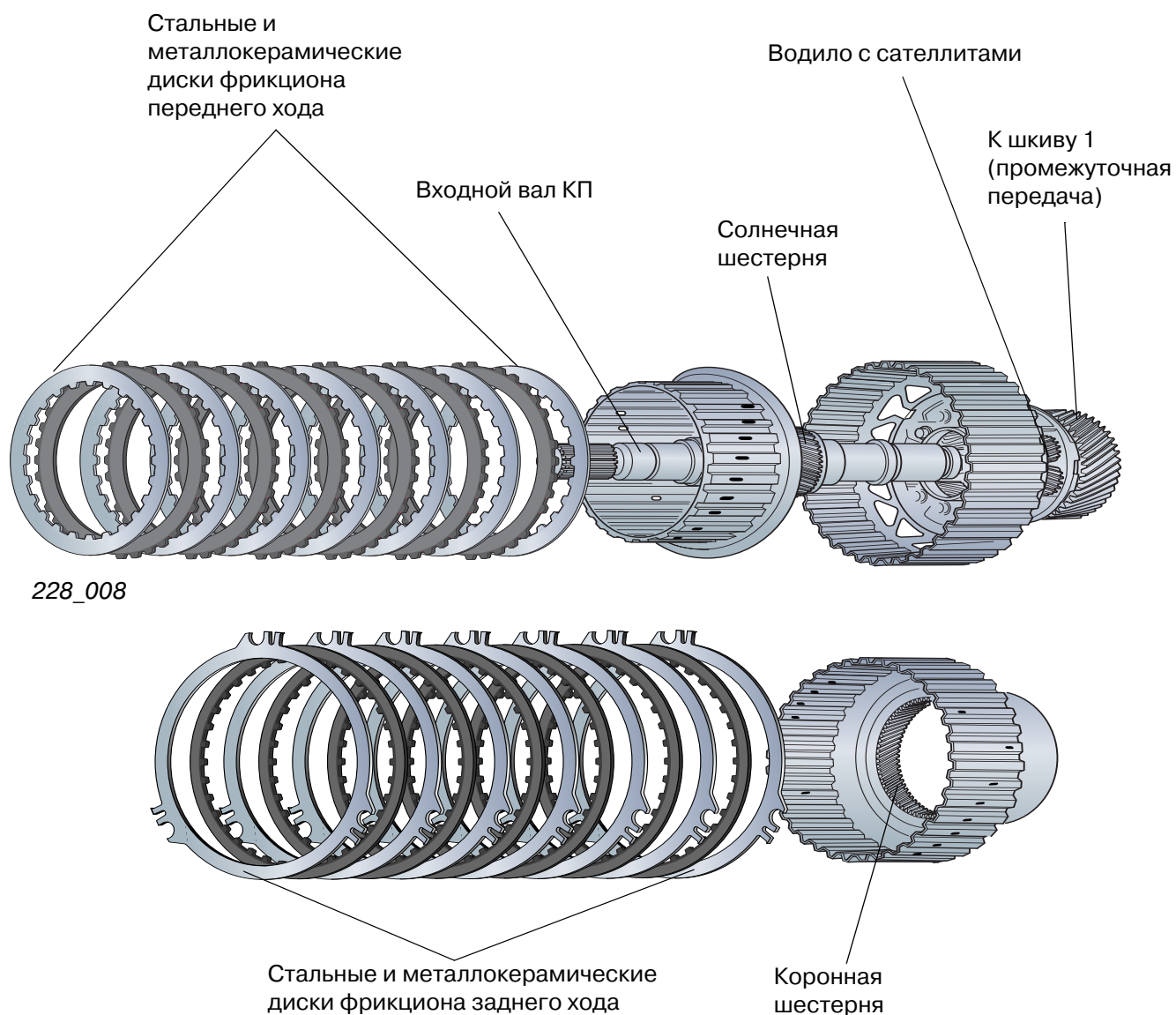
Передаточное отношение планетарного механизма при движении задним ходом равно 1.

Сопряжение деталей

Солнечная шестерня (вход) соединена с входным валом КП и стальными дисками фрикциона переднего хода.

Водило (выход) соединено с ведущей шестерней промежуточной передачи и металлокерамическими дисками фрикциона переднего хода.

Коронная шестерня соединена с сателлитами и металлокерамическими дисками фрикциона заднего хода.



Детали и узлы КП

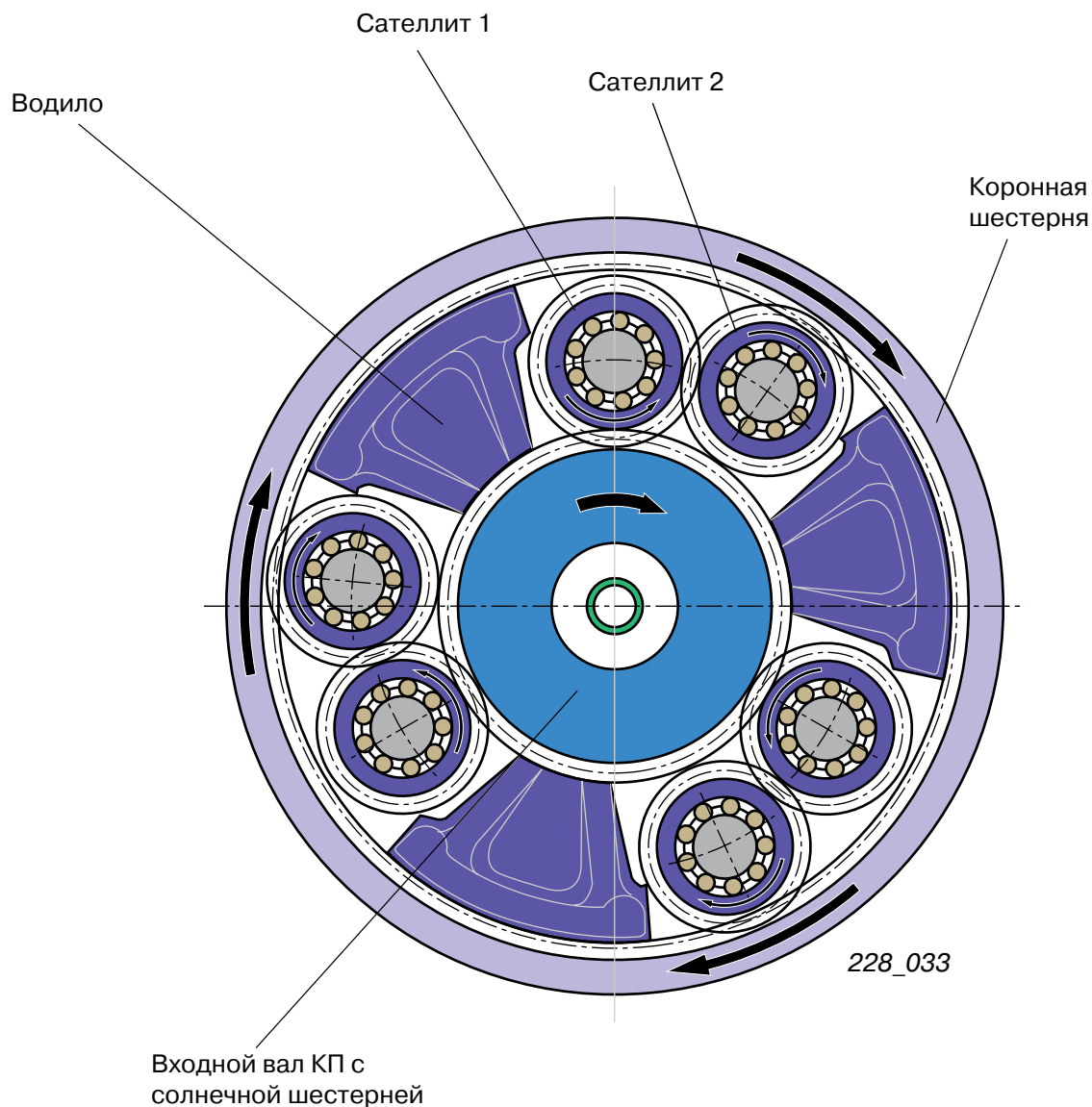
Схема планетарного механизма

Через соединенную с входным валом солнечную шестерню крутящий момент подводится к планетарному механизму, где он приводит в движение сателлиты 1.

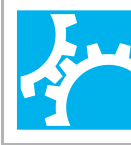
Сателлиты 1 заставляют вращаться сателлиты 2, которые находятся в зацеплении с коронной шестерней.

Водило сателлитов (выход планетарного механизма) остается неподвижным, потому что оно соединено с промежуточной передачей, а автомобиль пока стоит на месте.

Коронная шестерня вращается вхолостую с частотой, равной половине оборотов двигателя, в том же направлении, что и коленвал двигателя.



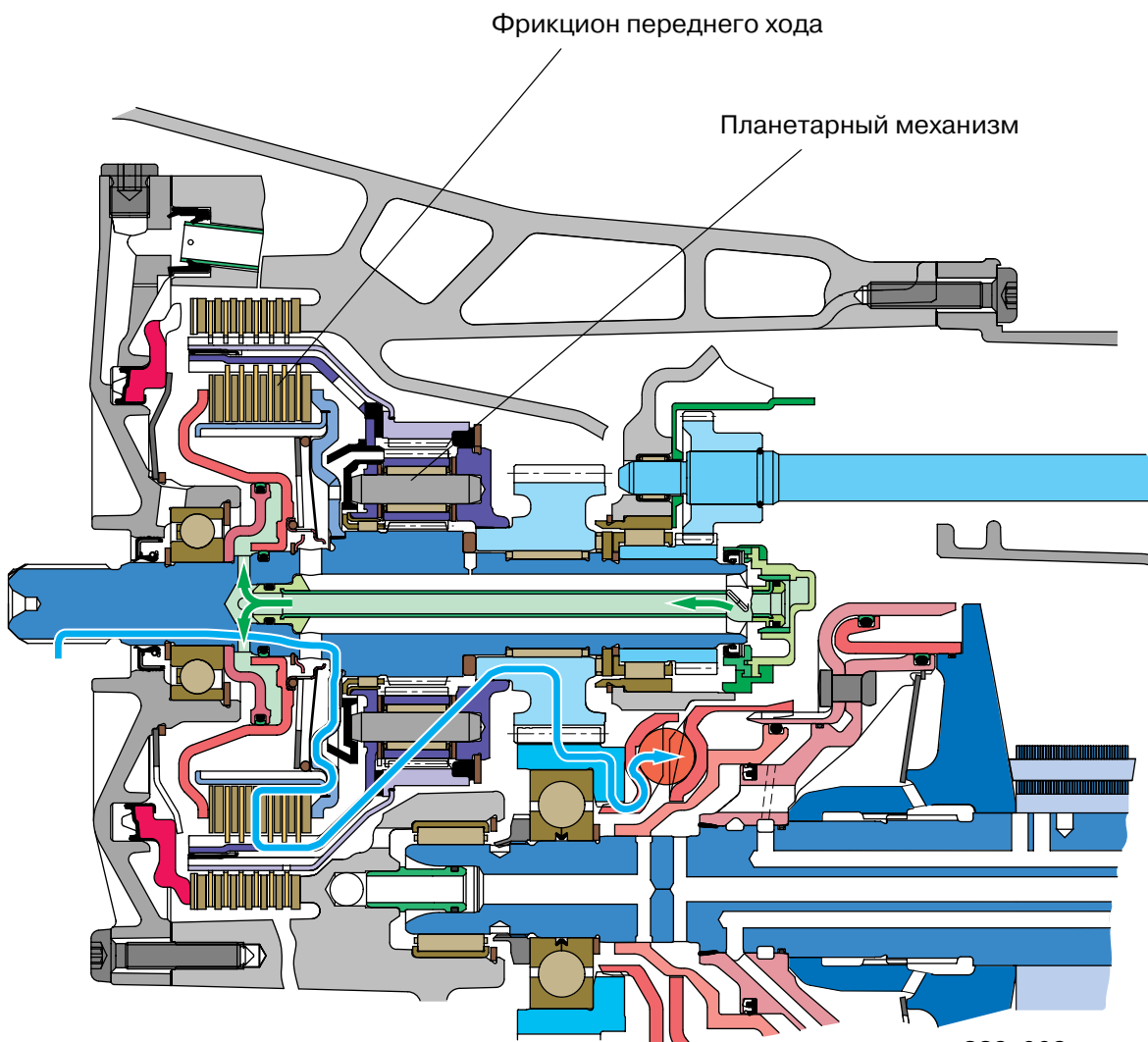
Направление вращения деталей при работающем двигателе и стоящем на месте автомобиле



Передача крутящего момента при движении вперед

Стальные диски фрикциона переднего хода соединены с солнечной шестерней, а его металлокерамические диски — с водилом.

При замыкании фрикцион переднего хода соединяет входной вал коробки передач с водилом (выход). Планетарный механизм заблокирован и вращается как единое целое в том же направлении, что и коленвал двигателя. При этом передаточное отношение планетарного механизма равно 1.



- Поддача масла под давлением к поршню фрикциона
- Передача крутящего момента

Детали и узлы КП



Передача крутящего момента при движении назад

Металлокерамические диски фрикциона заднего хода соединены с коронной шестерней, а его стальные диски — с картером коробки передач.

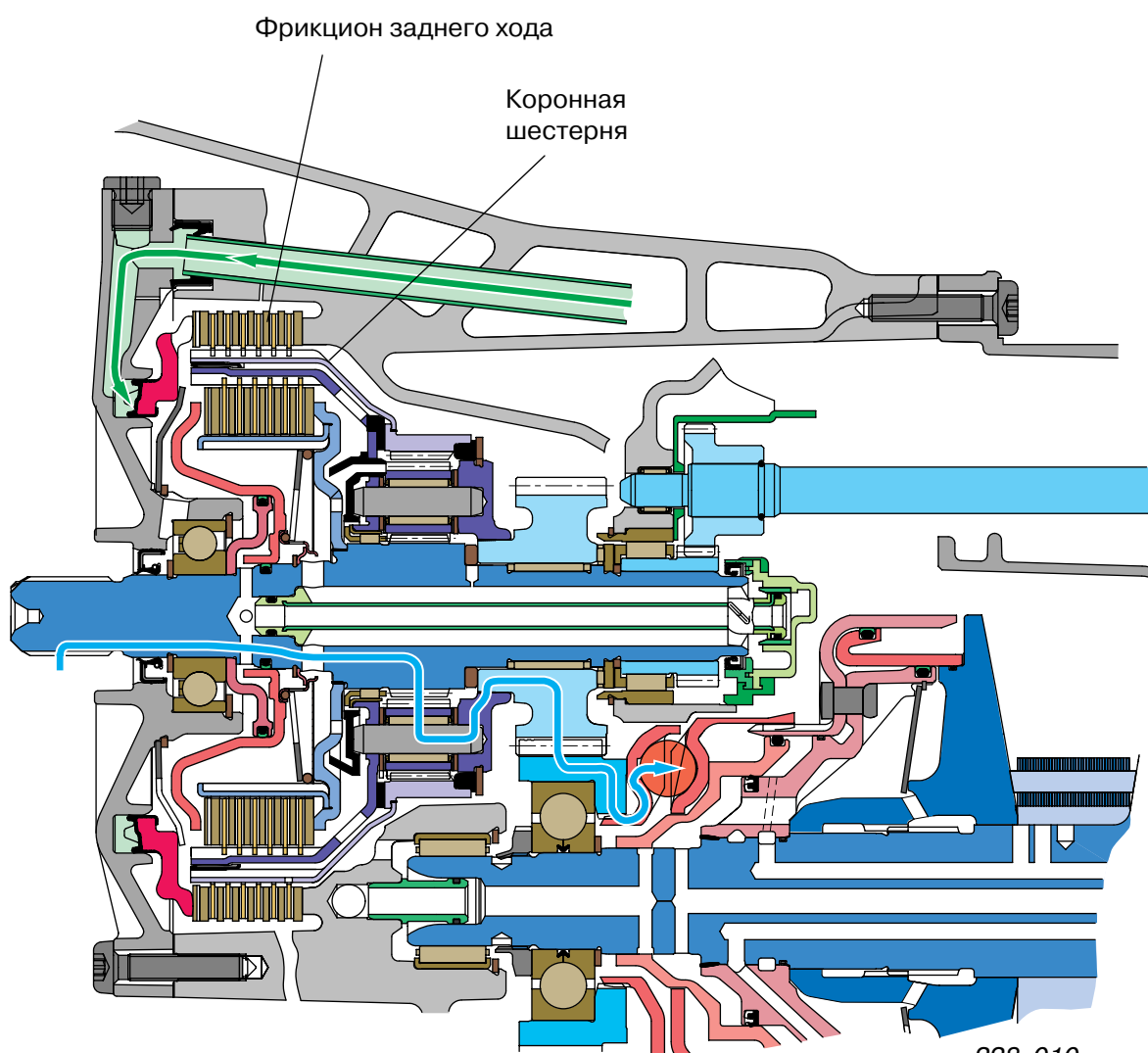
При замыкании фрикцион заднего хода замыкает коронную шестерню на картер коробки передач.

Крутящий момент передается на водило, которое вращается в направлении, обратном направлению вращения коленвала двигателя. Автомобиль движется назад.



При движении задним ходом скорость ограничивается электроникой.

Вариатор остается в положении, соответствующем наибольшему передаточному отношению.



- Поддача масла под давлением к поршню фрикциона
- Передача крутящего момента

Для заметок





Управление фрикционными

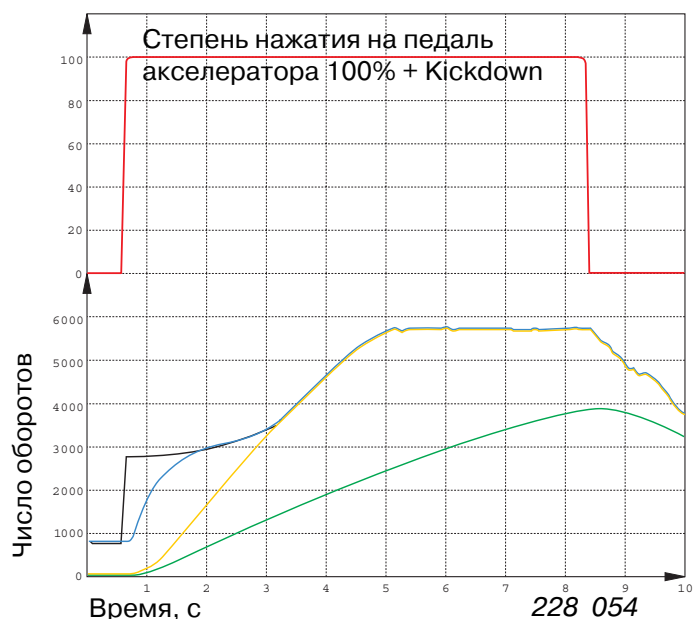
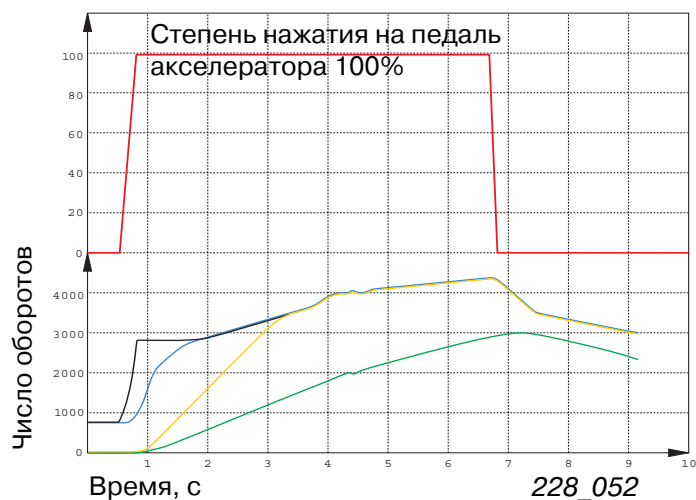
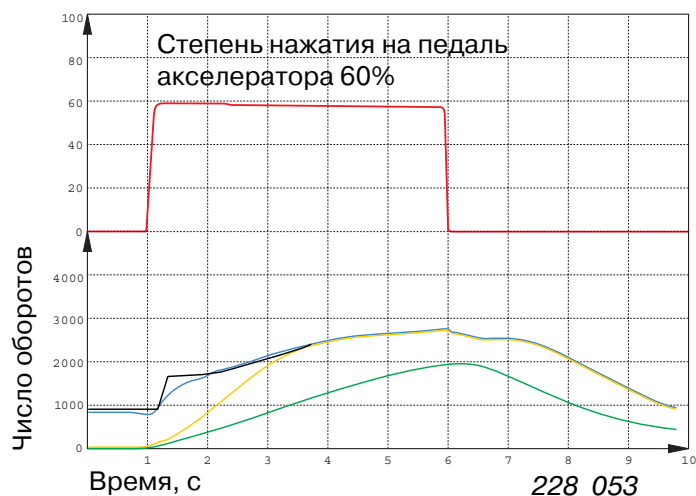
Процесс трогания с места

При трогании с места важнейшим параметром для регулировки фрикционов является число оборотов двигателя. В зависимости от характеристики трогания с места, блок управления КП рассчитывает заданное число оборотов двигателя, которое регулируется через момент проскальзывания фрикциона. Характеристику трогания с места определяют желание водителя, выражающееся в нажатии на педаль газа, и запросы внутри блока управления КП.

При плавном старте, который, среди прочего, характеризуется слабым нажатием на педаль газа, требуется незначительное увеличение числа оборотов двигателя. Непродолжительное проскальзывание фрикциона и малые обороты двигателя способствуют низкому расходу топлива.

При резком старте обороты двигателя необходимо увеличить сильнее. При этом более высокий крутящий момент делает разгон стремительнее.

На характеристику трогания с места влияет также тип двигателя (бензиновый/дизельный, крутящий момент и изменение крутящего момента).



- Степень нажатия на педаль акселератора
- Число оборотов двигателя
- Заданные обороты двигателя

- Число оборотов ведущего шкива 1
- Число оборотов ведомого шкива 2

Электронное управление

При управлении фрикционами учитываются следующие параметры:

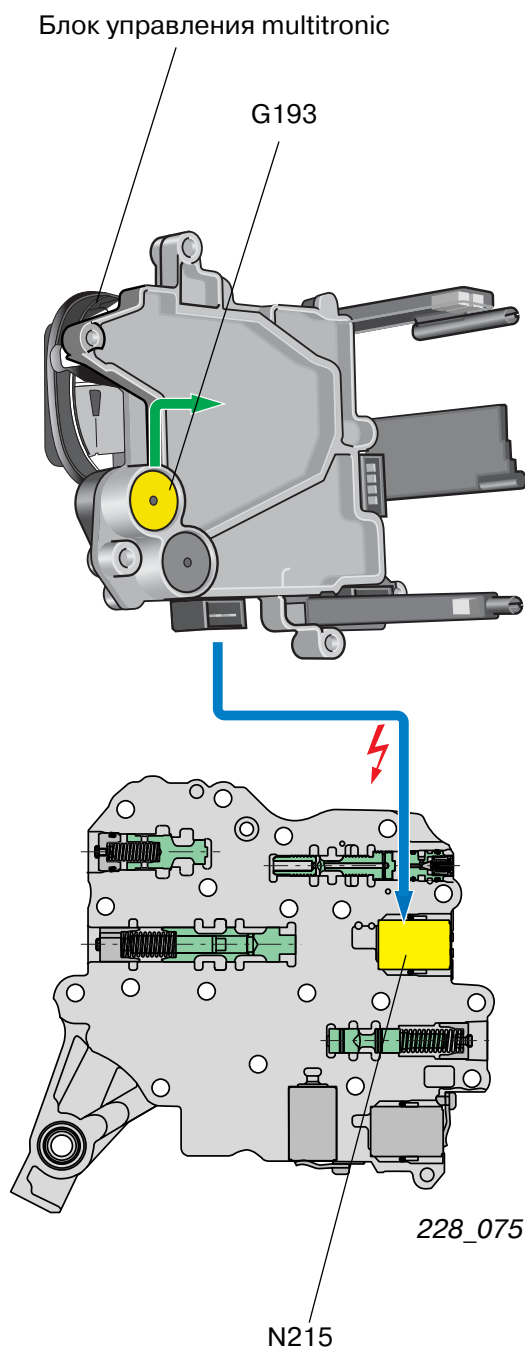
- ▶ число оборотов двигателя
- ▶ число оборотов входного вала КП
- ▶ положение педали акселератора
- ▶ крутящий момент двигателя
- ▶ информация «тормоз нажат»
- ▶ температура масла в коробке передач

По этим параметрам блок управления КП рассчитывает заданное давление масла, подаваемого к поршням фрикционов, а также ток сигнала управления клапаном регулировки давления N215. Почти пропорционально току сигнала управления изменяется давление масла, подаваемого к поршням фрикционов и, соответственно, передаваемый фрикционом крутящий момент (см. «Гидравлическое управление» на с. 22).

Находящийся в гидравлическом блоке управления датчик 1 давления масла (G193) измеряет давление масла, подаваемое к фрикциону (фактическое). Фактическое значение давления постоянно сравнивается с заданным значением, которое рассчитывает блок управления КП.

При этом фактическое и заданное значения давления постоянно сравниваются друг с другом. При обнаружении недостоверности принимаются защитные меры (см. «Аварийное отключение» на с. 23).

Чтобы не допустить перегрева фрикциона, предусмотрено его охлаждение. Температура фрикциона контролируется блоком управления КП (подробнее см. в «Охлаждение фрикциона» на с. 28 и «Защита от перегрузок» на с. 23).



Детали и узлы КП

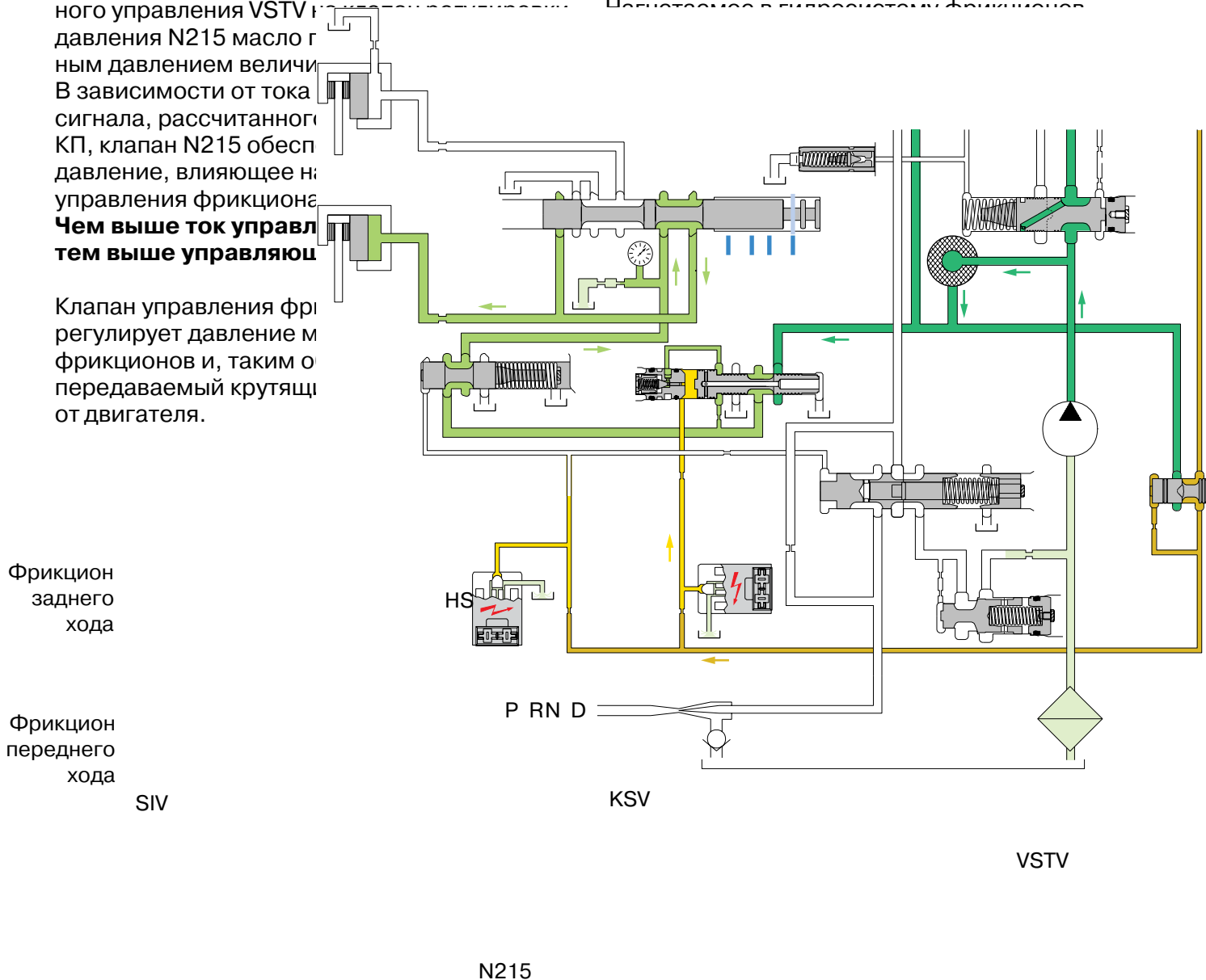
Гидравлическое управление

Давление масла, подаваемого к фрикционам, пропорционально крутящему моменту двигателя и не зависит от давления в общей гидросистеме.

Благодаря клапану давления предварительного управления VSTV и клапану N215 масло под давлением величины $\frac{1}{2}$ от управляющего давления поступает к фрикционам. В зависимости от тока сигнала, рассчитанного КП, клапан N215 обеспечивает давление, влияющее на управление фрикционами. **Чем выше ток управления, тем выше управляющее давление.**

Клапан управления фрикционов регулирует давление масла к фрикционам и, таким образом, передает крутящий момент от двигателя.

К клапану KSV масло под давлением поступает из основной гидросистемы. В зависимости от того, как им управляет клапан N215, клапан KSV создает давление масла в гидросистеме фрикционов. **Чем выше управляющее давление, тем выше давление в гидросистеме фрикционов.**



228_011

- Давление ATF отсутствует
- Давление в гидросистеме фрикционов
- Давление в основной гидросистеме
- Давление предварительного управления
- Управляющее давление
- В масляный картер



Аварийное отключение

Если фактическое давление в гидросистеме фрикционов значительно превышает заданное значение, то это свидетельствует об опасных неполадках. В этом случае, независимо от положения золотника ручного управления и других элементов, подача масла к фрикциону перекрывается.

Аварийное отключение осуществляется через предохранительный клапан SIV и позволяет быстро разомкнуть фрикцион.

Клапаном SIV управляет электромагнитный клапан 1 N88. При управляющем давлении 4 бар и выше ток масла от клапана KSV перекрывается и масло из трубопровода соединения с золотником HS стекает в катер.

Состояние при аварийном отключении

Фрикцион переднего хода

SIV

N88

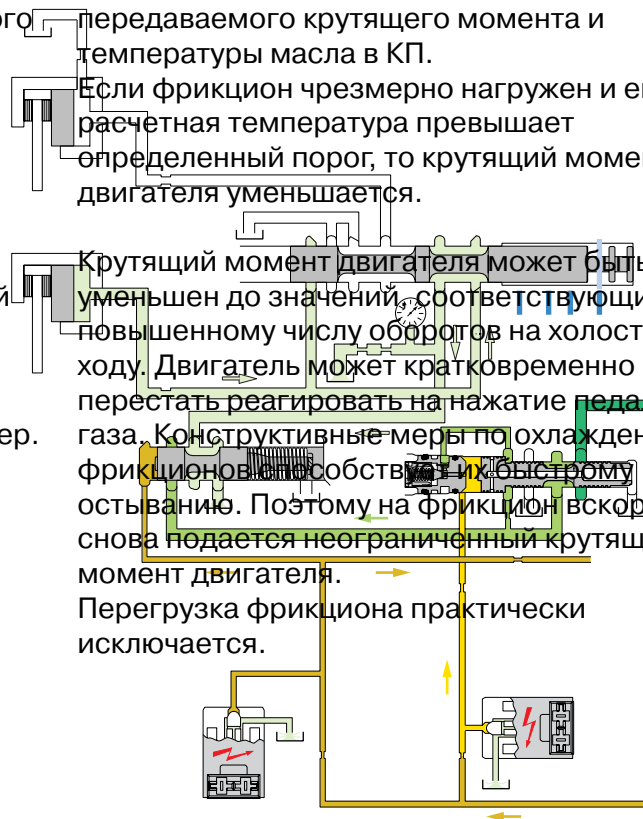
Защита от перегрузок

Температура фрикциона рассчитывается блоком управления КП при помощи математической модели на основе величин проскальзывания фрикциона, передаваемого крутящего момента и температуры масла в КП.

Если фрикцион чрезмерно нагружен и его расчетная температура превышает определенный порог, то крутящий момент двигателя уменьшается.

Крутящий момент двигателя может быть уменьшен до значений соответствующих повышенному числу оборотов на холостом ходу. Двигатель может кратковременно перестать реагировать на нажатие педали газа. Конструктивные меры по охлаждению фрикционов способствуют их быстрому остыванию. Поэтому на фрикцион вскоре снова подается неограниченный крутящий момент двигателя.

Перегрузка фрикциона практически исключается.



HS

P RN D

KSV

- Сток в масляный картер/ давление
- Давление в гидросистеме
- Давление в основной

- Давление предварительного
- Управляющее давление
- В масляный картер

228_082

Детали и узлы КП



Управление фрикционом при медленном маневрировании (управление при движении с малой скоростью)

Управление фрикционом при движении с малой скоростью способствует тому, что при холостых оборотах двигателя и рычаге селектора в положении для движения у фрикциона настраивается определенный момент проскальзывания.

Автомобиль ведет себя так же, как при автоматической КП с гидротрансформатором.

За счет регулировки давления масла, подаваемого к фрикциону, устанавливается крутящий момент, заставляющий автомобиль двигаться с очень небольшой скоростью.

Крутящий момент варьируется в пределах определенных границ в зависимости от условий и скорости движения.

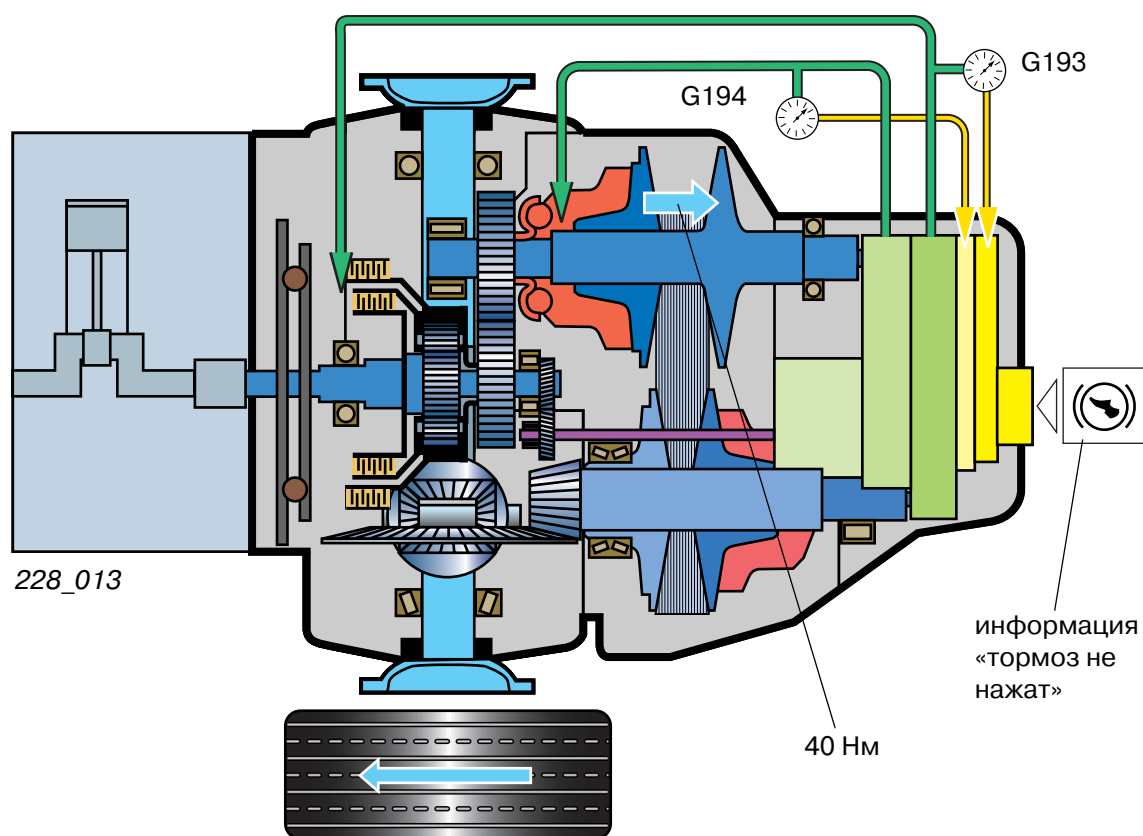
Для точной регулировки момента проскальзывания фрикциона используется значение давления прижима дисков шкива, измеряемое датчиком G194.



Медленное маневрирование означает, что скорость автомобиля близка к нулю.

Управление при движении с малой скоростью позволяет водителю очень осторожно маневрировать (например, когда он паркует автомобиль), не нажимая на педаль акселератора. Такой режим значительно облегчает управление.

Давление прижима дисков шкива пропорционально фактическому крутящему моменту на шкиве 1, поэтому момент проскальзывания фрикциона можно очень точно вычислять и регулировать с помощью датчика G194 (подробнее см. в «Датчик крутящего момента» на с. 38).



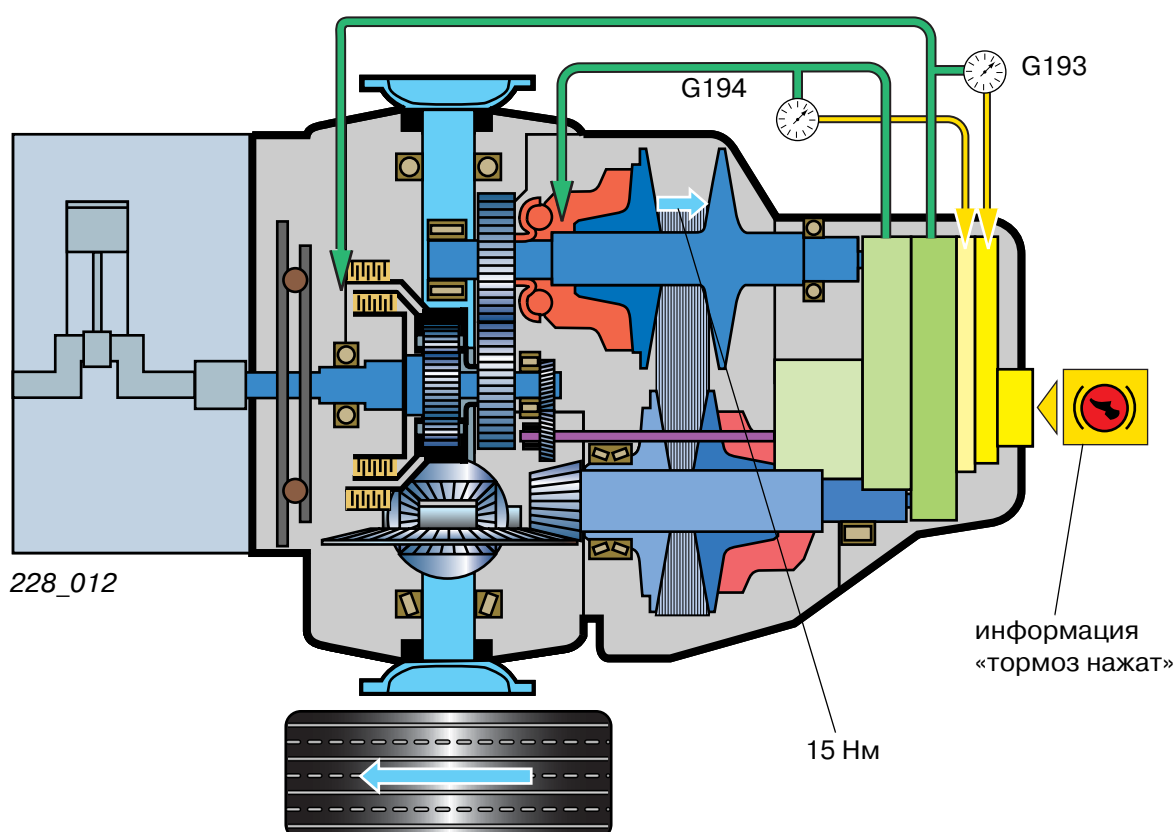
Особенность управления при движении с малой скоростью

Особенность управления при движении с малой скоростью заключается в уменьшении передаваемого момента, когда педаль тормоза нажата и автомобиль стоит на месте. Благодаря этому от двигателя требуется меньший крутящий момент (при этом фрикцион больше разомкнут).

Это не только уменьшает расход топлива, но и повышает комфорт: улучшаются шумовые характеристики (двигатель меньше гудит), и для удержания автомобиля на месте требуется меньшее усилие на педали тормоза.

Если при остановке на подъеме удерживаемый слабым нажатием на педаль тормоза автомобиль начинает откатываться назад, то давление в гидросистеме фрикциона увеличивается и автомобиль останавливается (противооткатная функция «Hillholder»).

Работа этой функции возможна благодаря использованию двух датчиков числа оборотов на выходе КП (G195 и G196), что позволяет отличать движение вперед от заднего хода (подробнее см. в главе «Датчики»).



Детали и узлы КП



Управление проскальзыванием

Регулировка проскальзывания служит для адаптации управления фрикциона (см. описание адаптации) и для гашения крутильных колебаний, вызываемых двигателем.

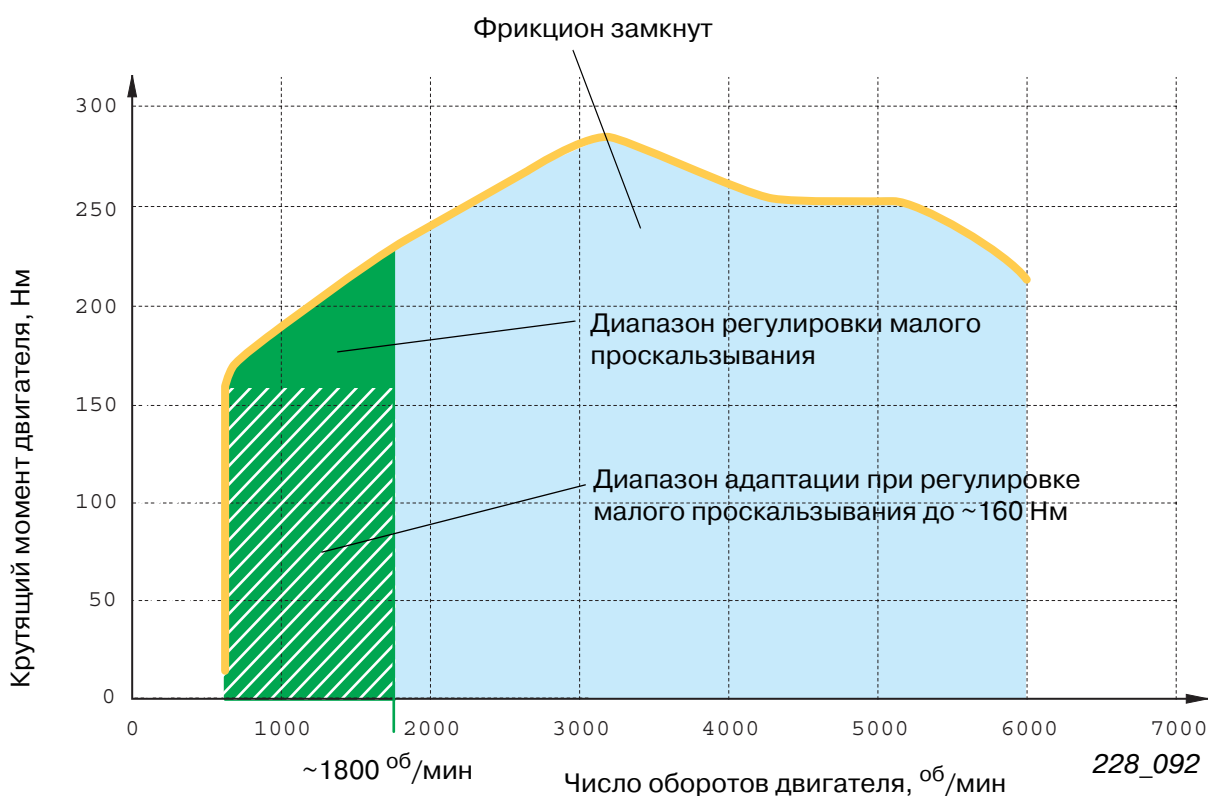
Адаптация характеристик фрикционов в диапазоне частичных нагрузок происходит до достижения двигателем крутящего момента 160 Нм.

В диапазоне до 1800 об/мин и до 220 Нм фрикцион может работать в режиме так называемого малого проскальзывания. В этом режиме устанавливается угловая скорость проскальзывания (разность оборотов входного вала КП и шкива 1) примерно от 5 до 20 об/мин.

Для этого блок управления КП сравнивает сигнал датчика числа оборотов G182 с числом оборотов двигателя (с учетом промежуточной передачи). Датчик G182 измеряет число оборотов шкива 1.



Выражение «малое проскальзывание» говорит само за себя: фрикцион едва проскальзывает, что мало сказывается на износе фрикционных дисков и расходе топлива.



Адаптация управления фрикционными

Чтобы регулировка фрикциона осуществлялась стабильно комфортно в любых режимах и на протяжении всего срока его службы, необходимо постоянно обновлять характеристику зависимости тока управляющего сигнала и момента проскальзывания фрикциона.

Необходимость этого вызвана тем, что коэффициенты трения во фрикционах постоянно изменяются.

Коэффициент трения зависит от следующих факторов:

- ▶ масло (качество, степень старения, наличие продуктов износа)
- ▶ температура масла в коробке передач
- ▶ температура фрикциона
- ▶ проскальзывание фрикциона

Для компенсации этих факторов и, тем самым, оптимизации регулировки фрикционов осуществляется адаптация характеристик зависимости тока сигнала управления и момента проскальзывания фрикциона во время управления при движении с малой скоростью и в диапазоне частичных нагрузок.

Адаптация при движении с малой скоростью (тормоз нажат):

Как уже упоминалось, во время управления при движении с малой скоростью устанавливается определенный момент проскальзывания фрикциона. При этом блок управления КП анализирует, как ток сигнала управления (клапаном N215) соотносится с давлением, измеряемым датчиком G194 (прижим дисков шкива), и сохраняет результаты в памяти. Последние данные используются для расчета новых характеристик.



«Адаптация» означает подстраивание или, как здесь, запоминание новых значений для корректировки управления.



Адаптация в диапазоне частичных нагрузок ...

... осуществляется во время регулировки малого проскальзывания. В этом режиме блок управления коробки передач сравнивает крутящий момент двигателя (информация поступает от блока управления двигателя) с током сигнала управления N215 и запоминает результаты. Последние данные используются для расчета новых характеристик (см. «Регулировка проскальзывания»).

Резюме:

Адаптация обеспечивает стабильное управление фрикционными.

Значения адаптации также влияют на расчет давления в гидросистеме фрикционов при передаче высокого крутящего момента (фрикцион полностью замкнут).

На фрикцион подается именно то давление, которое необходимо для максимального КПД агрегата.

Охлаждение фрикционов

В целях защиты фрикционов от чрезмерного нагрева (особенно при трогании с места в сложных условиях) они охлаждаются отдельным потоком масла.

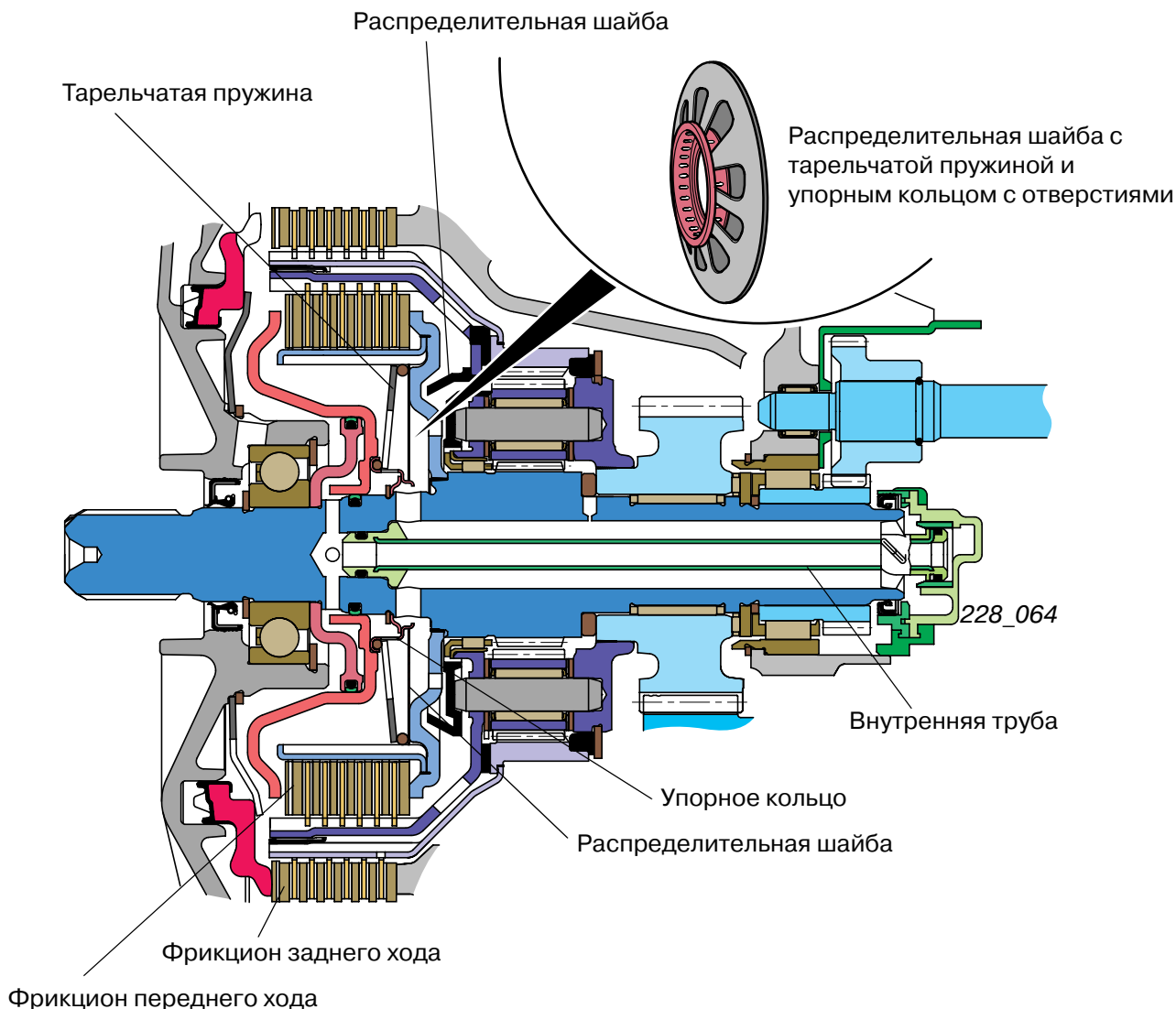
Чтобы на охлаждение фрикционов затрачивалась как можно меньшая мощность насоса, охлаждающий поток масла подается системой управления по необходимости.

Еще большему снижению нагрузки на масляный насос способствует подпитка охлаждающего контура эжекционным насосом.

Для оптимизации охлаждения фрикционов охлаждающий поток масла направляется только на тот фрикцион, который участвует в передаче крутящего момента.

Масло для охлаждения и регулировки фрикциона переднего хода течет внутри полого входного вала КП, где его потоки разделены внутренней стальной трубой.

Рядом с отверстиями для выхода масла из входного вала находится маслораспределитель, который подает охлаждающее масло к фрикциону либо переднего, либо заднего хода.



Охлаждение фрикциона переднего хода

Когда фрикцион переднего хода замкнут, его гидроцилиндр (нажимной диск) отжимает распределительную шайбу назад.

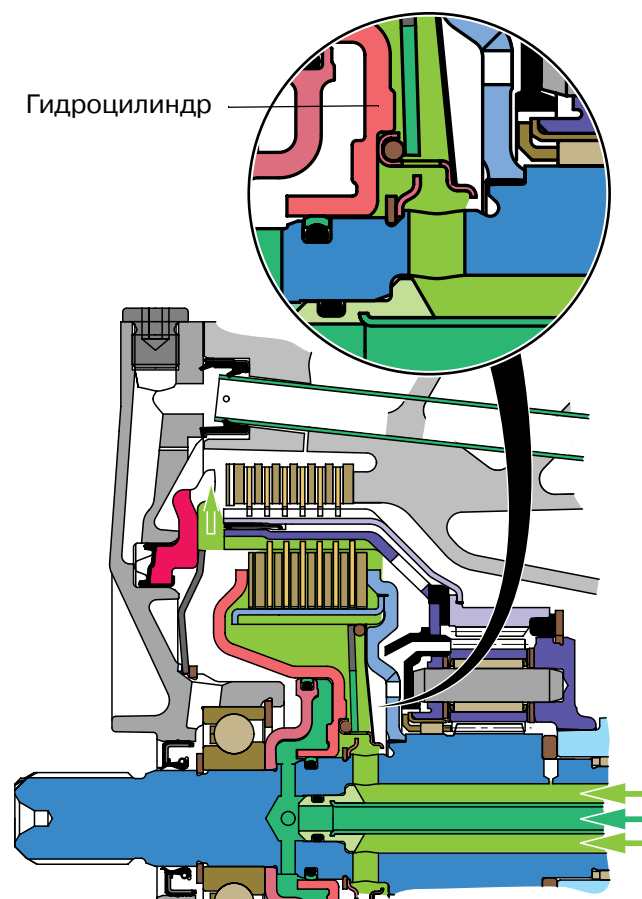
При таком положении распределительной шайбы охлаждающий поток масла омывает ее переднюю сторону и далее — фрикцион переднего хода.

Охлаждение фрикциона заднего хода

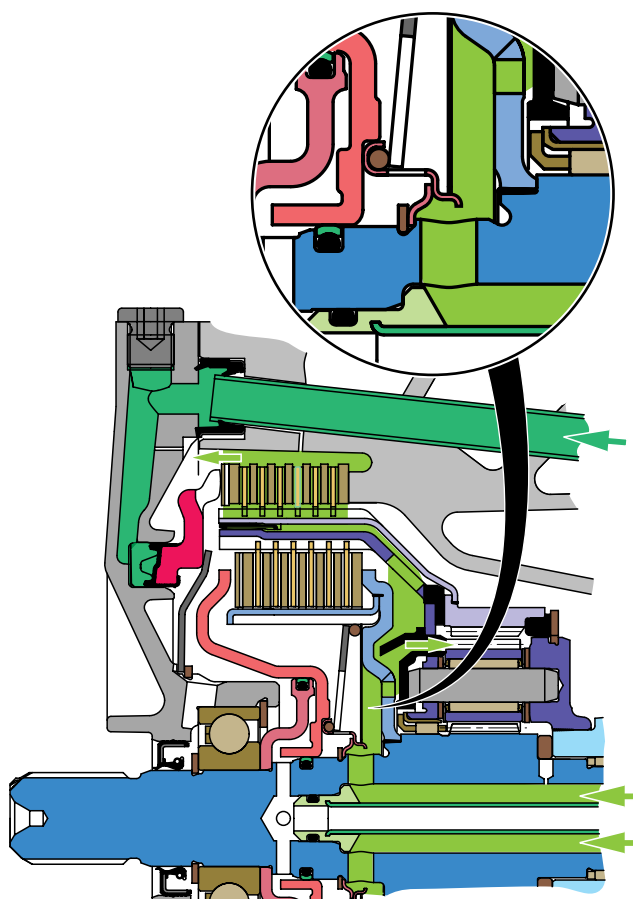
Когда фрикцион переднего хода разомкнут (на холостом ходу или при замкнутом фрикционе заднего хода), распределительная шайба находится в исходном положении.

При таком положении шайбы охлаждающий поток масла омывает ее тыльную сторону и с помощью распределительной шайбы направляется далее к фрикциону заднего хода. Кроме того, часть масла направляется к планетарному механизму для его смазки.

Фрикцион переднего хода



Фрикцион заднего хода



228_014

- Поддача масла под давлением к поршню фрикциона
- Поддача масла для охлаждения фрикциона



Детали и узлы КП

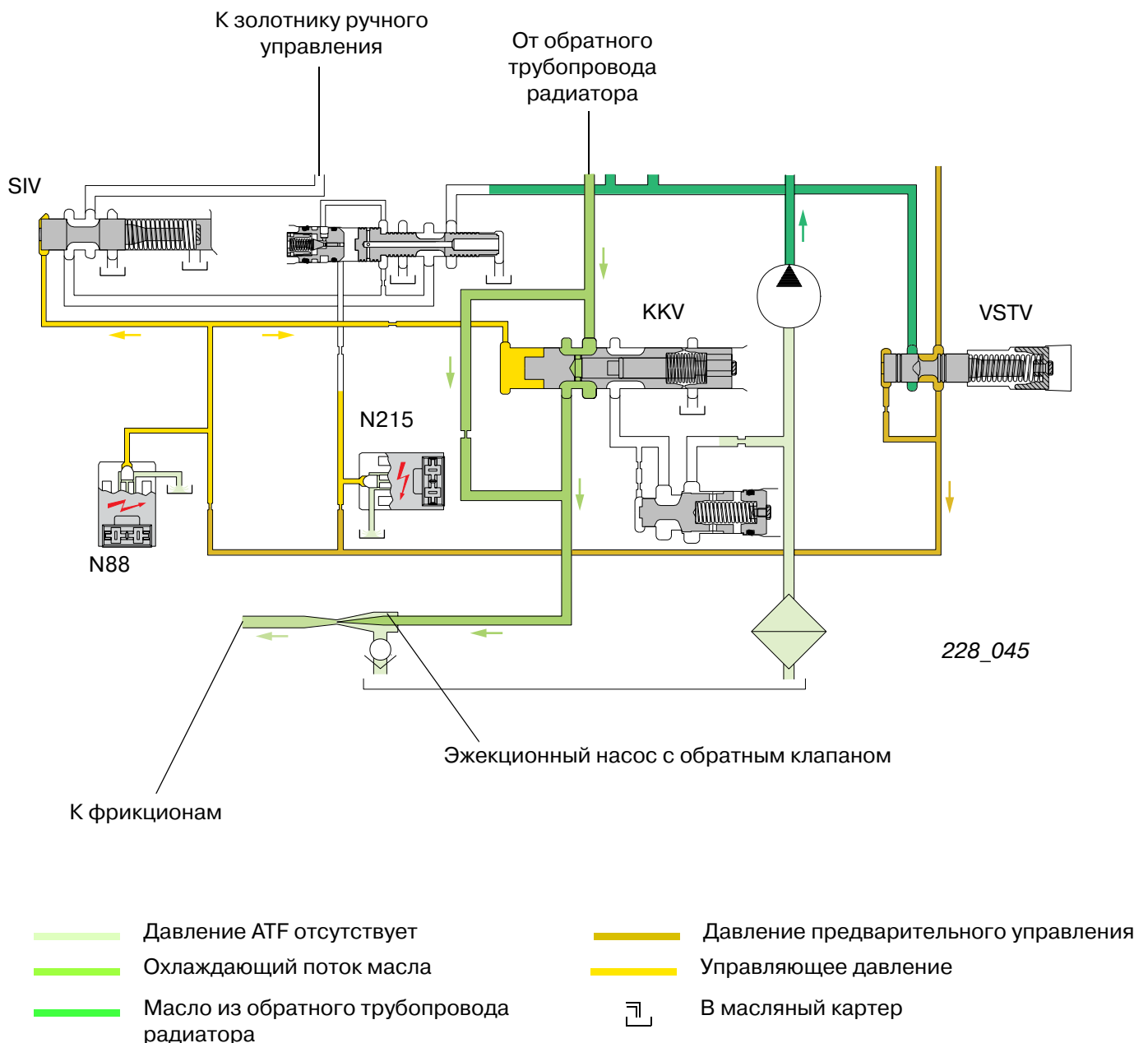
Гидравлическое управление охлаждением фрикционов

Одновременно с управлением регулировкой фрикционов осуществляется управление контуром охлаждения фрикционов.

Блок управления КП подает определенный токовый сигнал на электромагнитный клапан 1 (N88), который в свою очередь создает управляющее давление для переключения клапана охлаждения фрикционов KKV.

Клапан охлаждения фрикционов KKV пропускает масло из обратного трубопровода радиатора к эжекционному насосу.

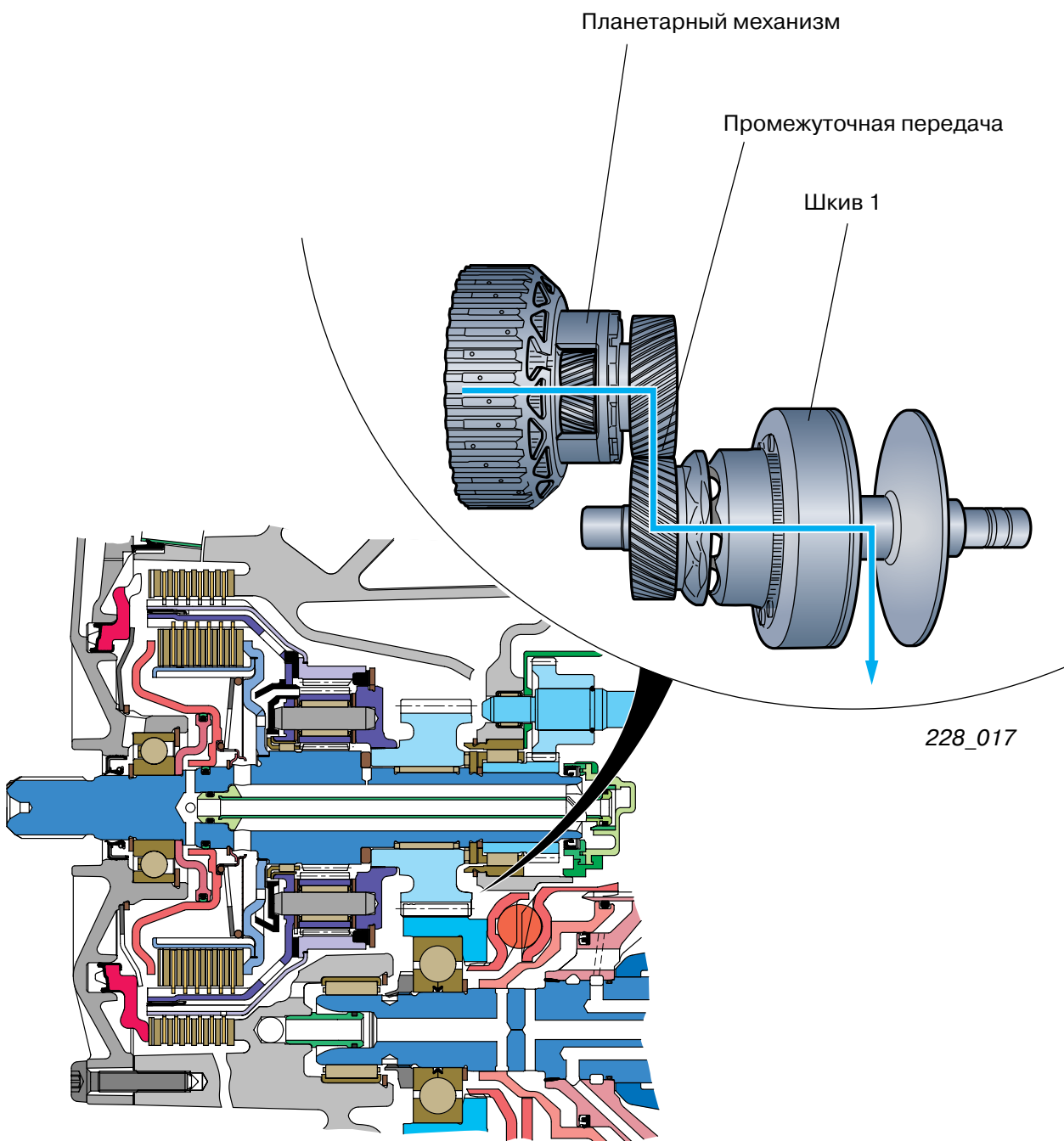
Находящееся под давлением масло приводит в действие эжекционный насос (подробнее см. в «Питание маслом/ эжекционный насос» на с. 51).



Промежуточная передача

По компоновочным соображениям передача крутящего момента на вариатор осуществляется через промежуточную передачу.

Подбором передаточного числа промежуточной передачи КП согласуется с различными двигателями. Это позволяет вариатору работать в оптимальном диапазоне крутящего момента.



Вариатор

Основы принципа работы вариатора изложены на странице 5. Ниже подробно объясняются особенности и функции вариатора multitronic®.

Работа вариатора КП multitronic®

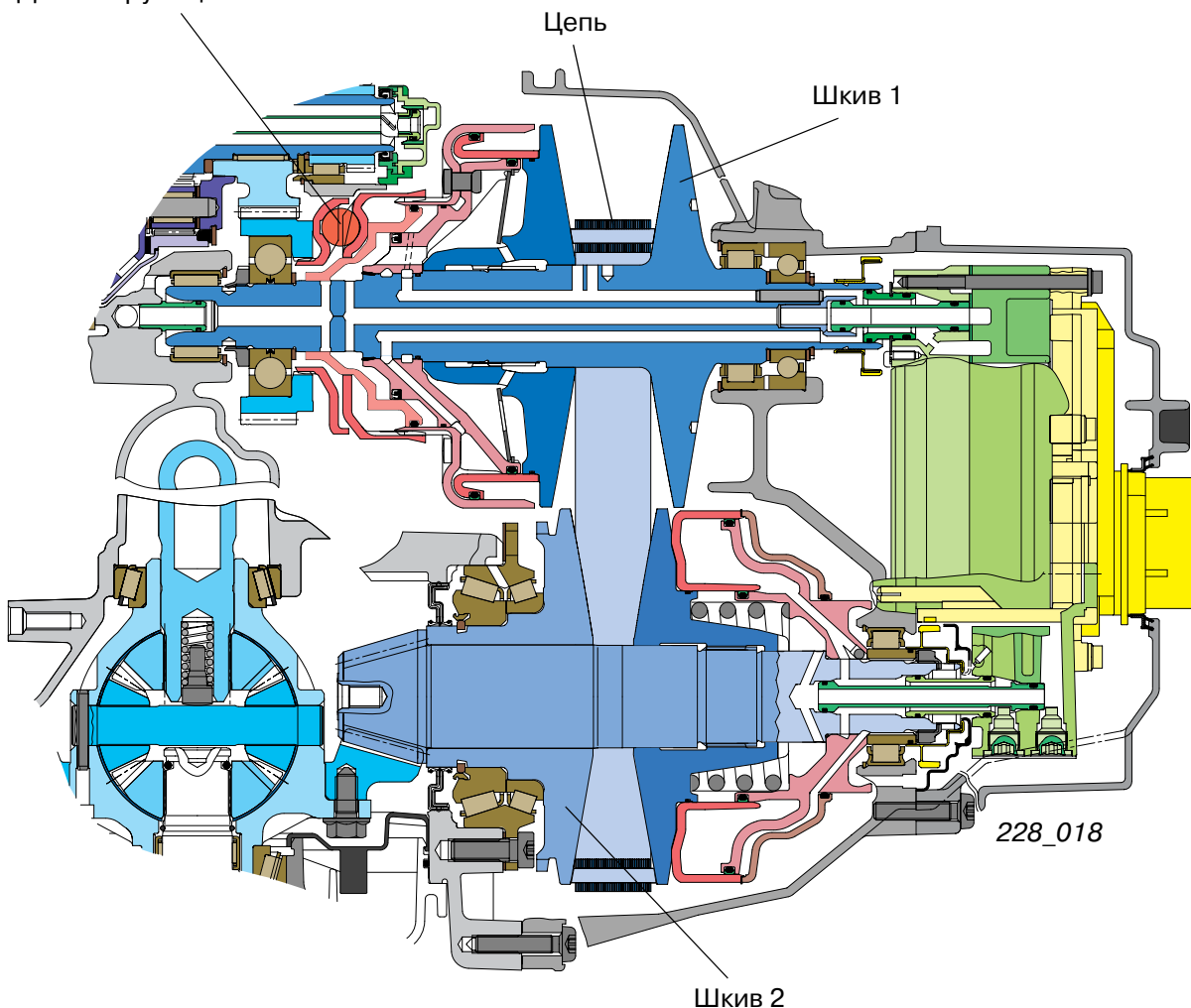
В основу работы вариатора положена двухконтурная система гидравлического управления. Еще одной особенностью вариатора является наличие в шкиве 1 датчика крутящего момента (подробнее см. в главе «Датчик крутящего момента» на с. 38).

Каждый из шкивов 1 и 2 имеет по одному гидроцилиндру для прижима дисков (прижимные гидроцилиндры) и одному гидроцилиндру для изменения передаточного отношения (регулирующие гидроцилиндры).

Двухконтурная система гидравлического управления позволяет с помощью небольшого объема масла очень быстро изменять передаточное отношение и при сравнительно небольшом давлении масла с достаточной силой прижимать диски шкивов.

Максимальное (понижающее) передаточное отношение

Датчик крутящего момента



Регулировка шкивов

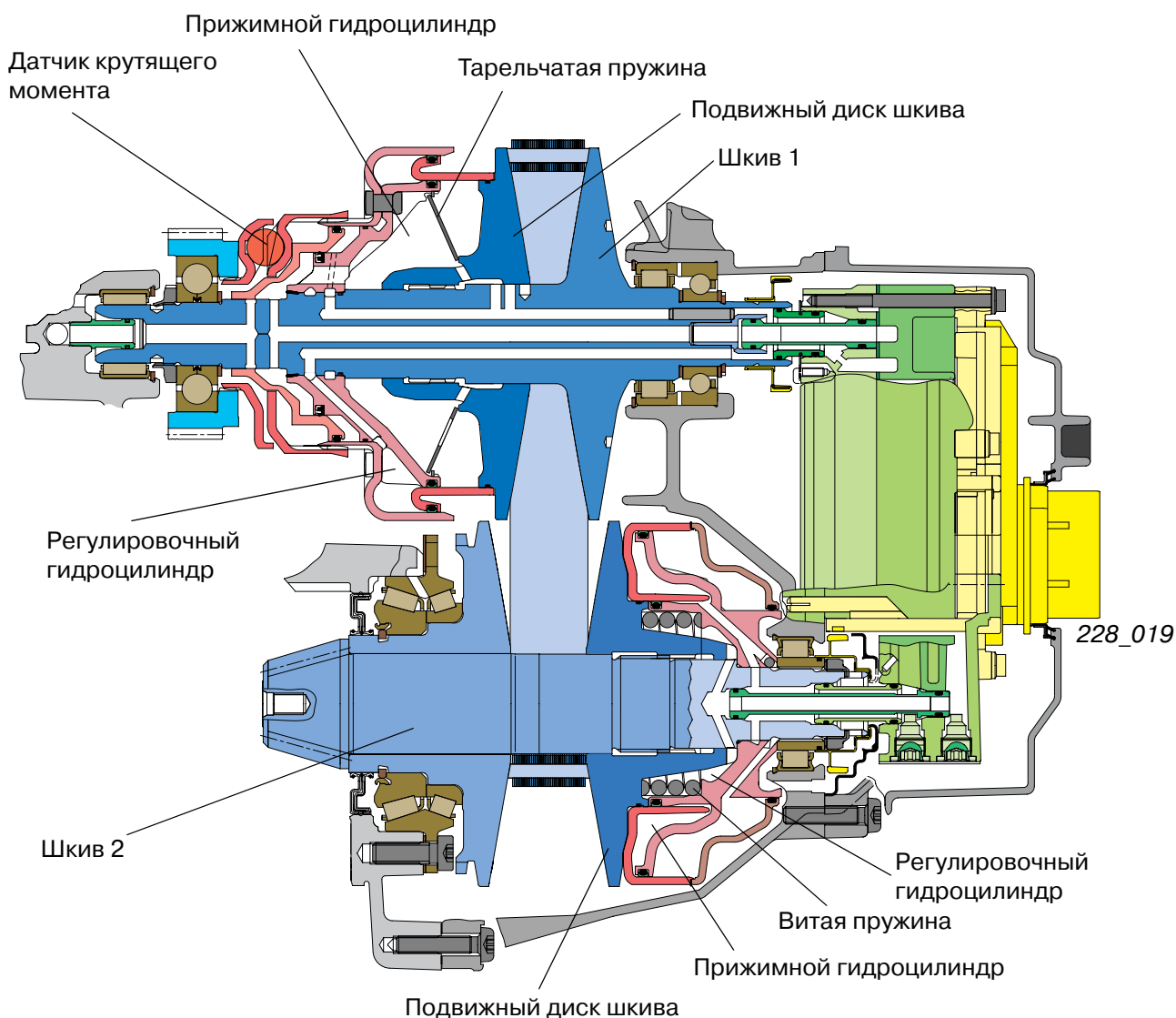
Динамика регулировки шкивов должна быть очень высокой, что требует соответствующего количества масла в гидравлической системе. Чтобы сократить необходимый объем масла, регулировочные гидроцилиндры имеют меньшую опорную площадь, нежели прижимные гидроцилиндры.

Высокая динамика регулировки обеспечивается малой производительностью масляного насоса, что позитивно отражается на КПД агрегата.

Тарельчатая пружина в шкиве 1 и витая пружина в шкиве 2 поджимают цепь при отсутствии давления в гидравлической системе.

Под нажимом витой пружины в шкиве 2 вариатор при отсутствии давления в гидравлической системе устанавливается в положение максимального передаточного отношения.

Минимальное (повышающее) передаточное отношение



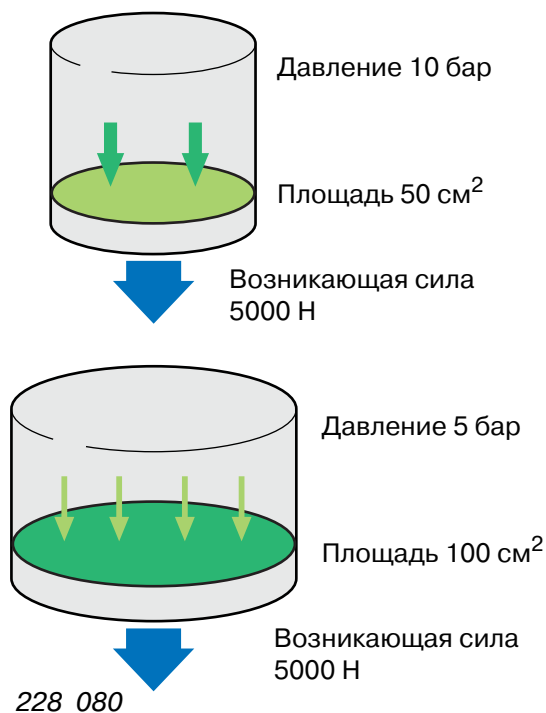
Детали и узлы КП

Прижим

Для передачи крутящего момента требуется большая сила прижима дисков шкива к цепи. Эта силу обеспечивает соответствующее давление масла в прижимном гидроцилиндре.

Согласно законам гидравлики силу прижима можно варьировать, изменяя давление масла и площадь гидроцилиндра.

Благодаря большой площади прижимных гидроцилиндров, требуется меньшее давление масла для прижима дисков шкивов. Сравнительно низкое давление масла также положительно отражается на КПД.



Буксировка

При буксировке автомобиля шкив 2 приводит в движение шкив 1, что ведет к нагнетанию давления в регулировочных и прижимных гидроцилиндрах шкивов.

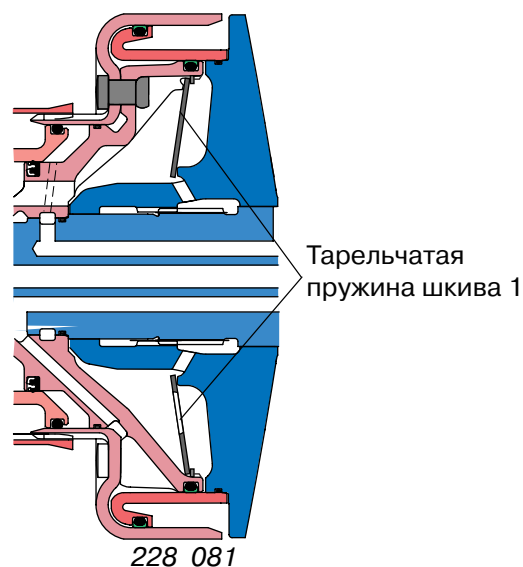
Конструкция системы предусматривает, что при таком динамическом нагнетании давления вариатор устанавливается в положение, соответствующее передаточному отношению примерно 1:1. Это предохраняет шкив 1 и планетарный механизм от слишком высоких оборотов.

Возврату шкива 1 в это положение также способствует тарельчатая пружина.



О «динамическом нагнетании давления» см. в главе «Компенсационная полость».

Обратите также внимание на указания по буксировке в разделе «Сервис».



Управление передаточным отношением

Электронное управление

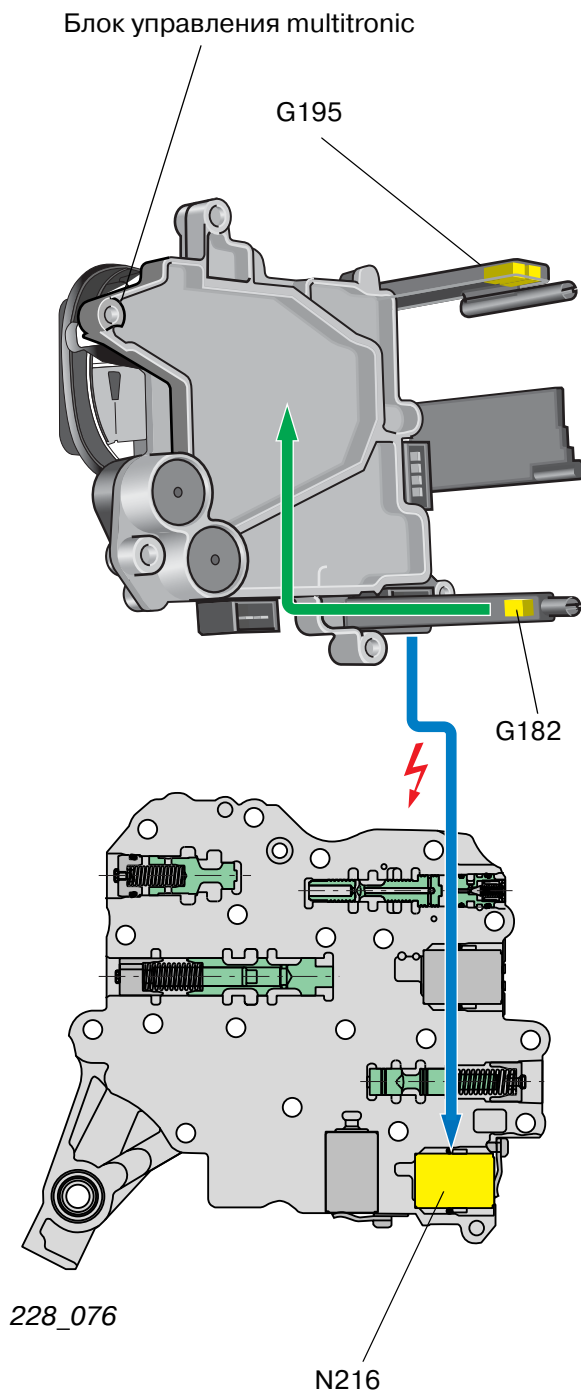
Для расчета заданного числа оборотов ведущего шкива у блока управления multitronic® имеется динамическая программа регулирования (DRP). Она представляет собой усовершенствованную динамическую программу переключения (DSP), известную по ступенчатым АКП. Так для выбора оптимального передаточного отношения с ее помощью анализируются желание водителя и условия движения (см. описание DRP на с. 82).

В зависимости от условий динамическая программа регулирования рассчитывает заданные обороты.

Датчик G182 измеряет на шкиве 1 текущие обороты входного вала КП.

На основе сравнения фактического и заданного значений блок управления КП рассчитывает ток сигнала управления клапаном регулирования давления N216. Почти пропорционально значению тока управляющего сигнала клапан N216 изменяет давление масла для управления гидравлическим клапаном регулирования передаточного отношения.

Управление передаточным отношением контролируется посредством проверки взаимной достоверности сигналов от G182 (датчик числа оборотов входного вала КП), G195 (датчик числа оборотов выходного вала КП) и оборотов двигателя.

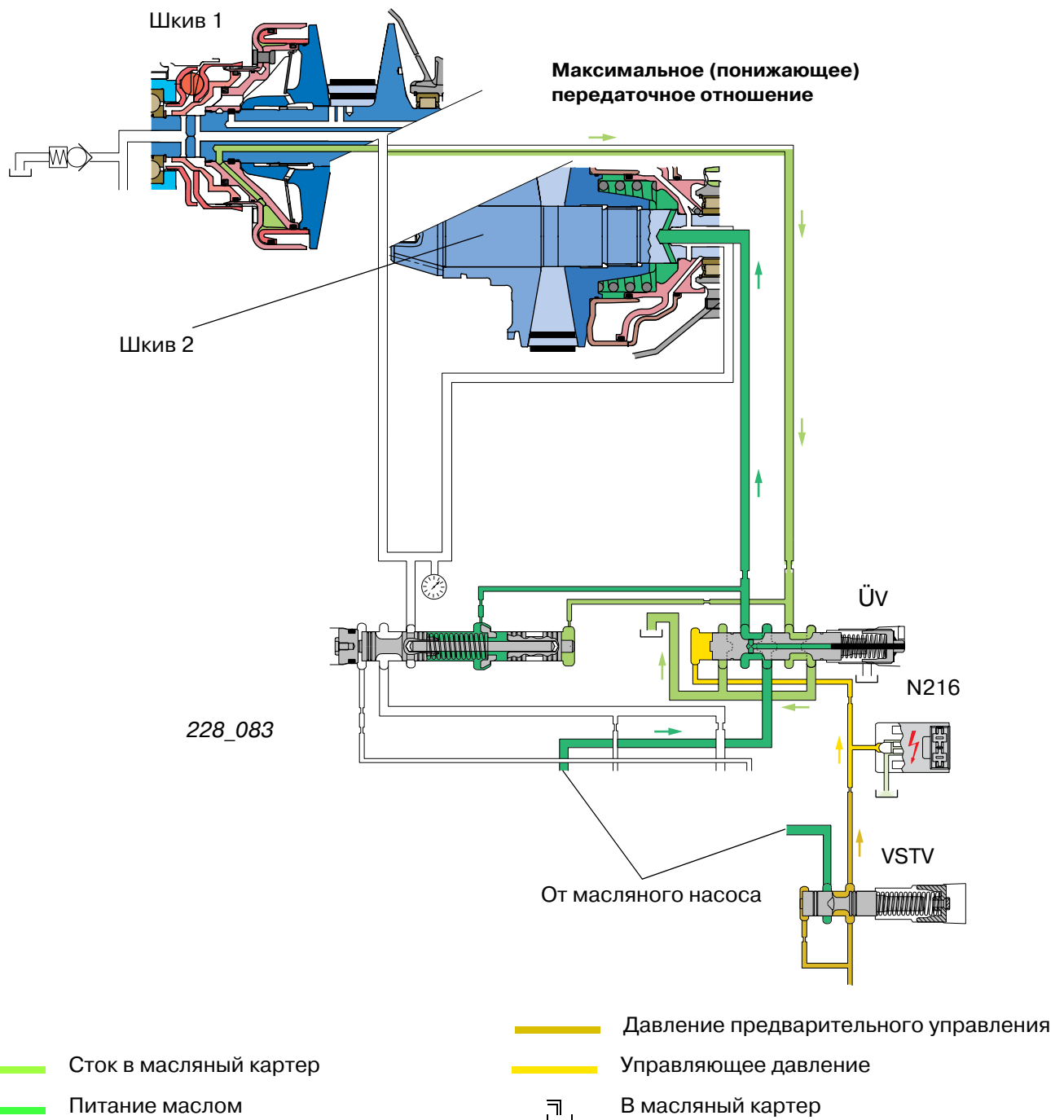


Детали и узлы КП

Гидравлическое управление передаточным отношением

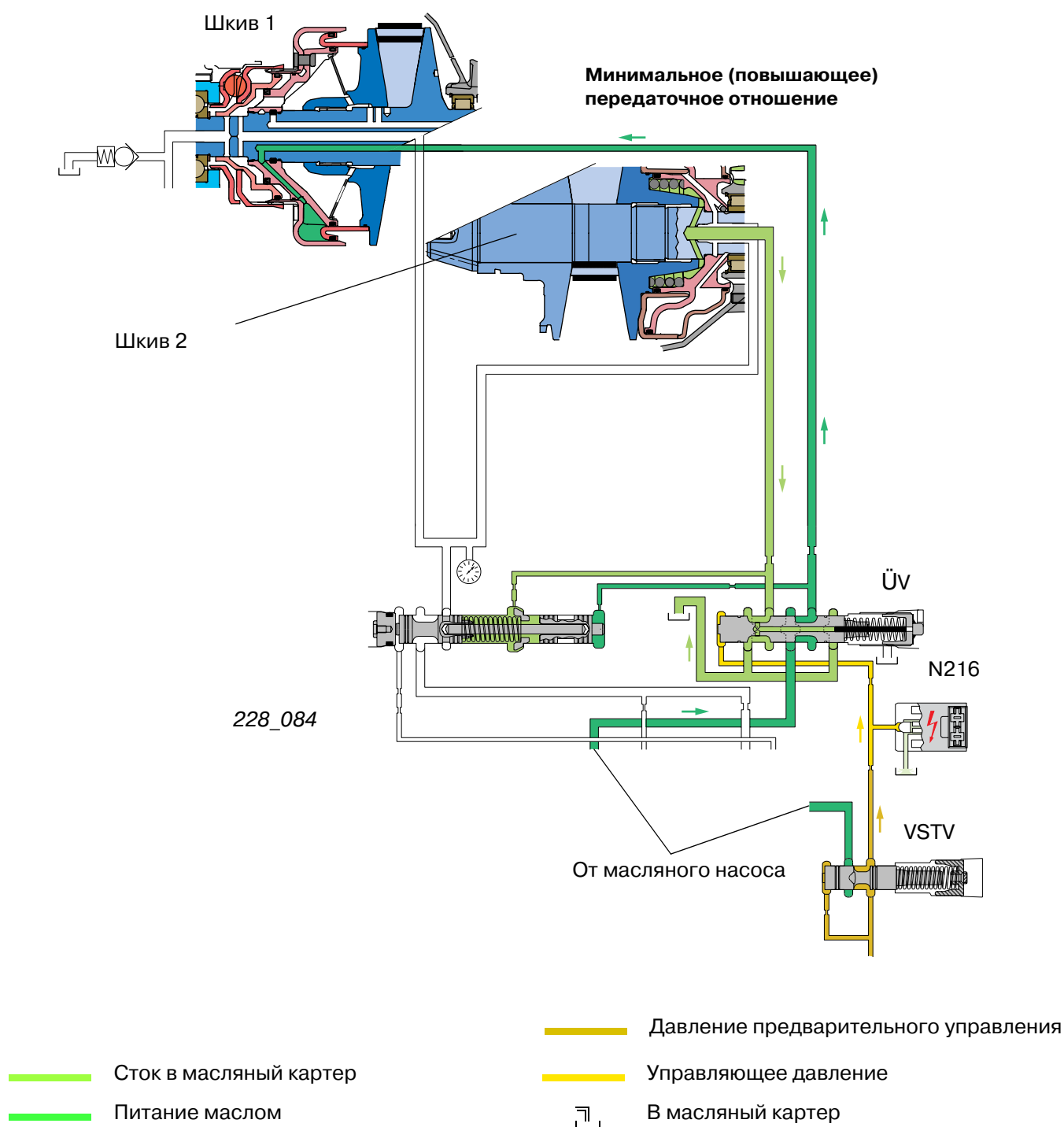
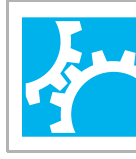
Благодаря клапану давления предварительного управления VSTV на клапан регулировки давления N216 масло подается под постоянным давлением величиной примерно 5 бар. В соответствии с током управляющего сигнала, рассчитанным блоком управления КП, клапан N216 создает управляющее давление, влияющее на положение $\ddot{U}V$ клапана регулировки передаточного отношения.

Чем выше ток управляющего сигнала, тем выше управляющее давление. В зависимости от управляющего давления клапан регулировки передаточного отношения $\ddot{U}V$ подает давление масла на регулировочный гидроцилиндр шкива 1 или 2.



При управляющем давлении от 1,8 до 2,2 бар клапан регулировки передаточного отношения $\ddot{U}v$ закрыт. При управляющем давлении менее 1,8 бар регулировочное давление подается на регулировочный гидроцилиндр шкива 1, в то время как из регулировочного гидроцилиндра шкива 2 масло стекает в картер. Шкивы вариатора устанавливаются в положение минимального передаточного отношения.

При управляющем давлении более 2,2 бар регулировочное давление подается на регулировочный гидроцилиндр шкива 2, в то время как из регулировочного гидроцилиндра шкива 1 масло стекает в картер. Шкивы вариатора устанавливаются в положение максимального передаточного отношения.





Датчик крутящего момента

(регулировки силы прижима)

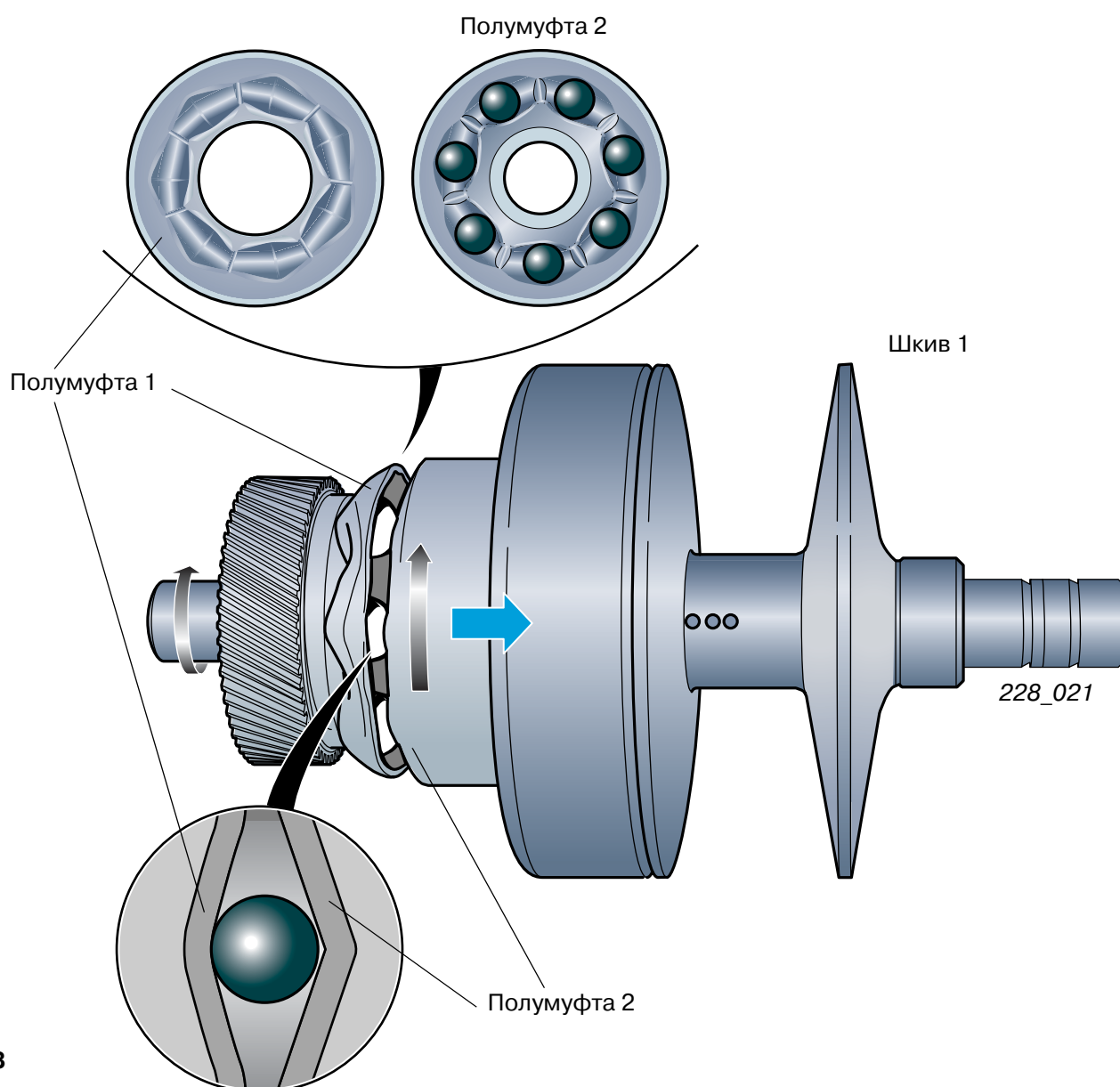
Как уже говорилось, давление масла в прижимном гидроцилиндре создает соответствующую силу прижима дисков шкива. Если эта сила мала, то цепь проскальзывает на шкивах, что угрожает повреждением цепи и шкивов. Слишком высокое давление прижима уменьшает КПД трансмиссии.

Поэтому важно как можно точнее и надежнее регулировать силу прижима дисков.

Гидравлико-механический датчик крутящего момента в шкиве 1 очень точно измеряет фактический передаваемый крутящий момент и устанавливает правильное давление масла в прижимных гидроцилиндрах.



Крутящий момент двигателя передается на вариатор через датчик крутящего момента. Датчик крутящего момента регулирует давление прижима исключительно механико-гидравлическим способом.






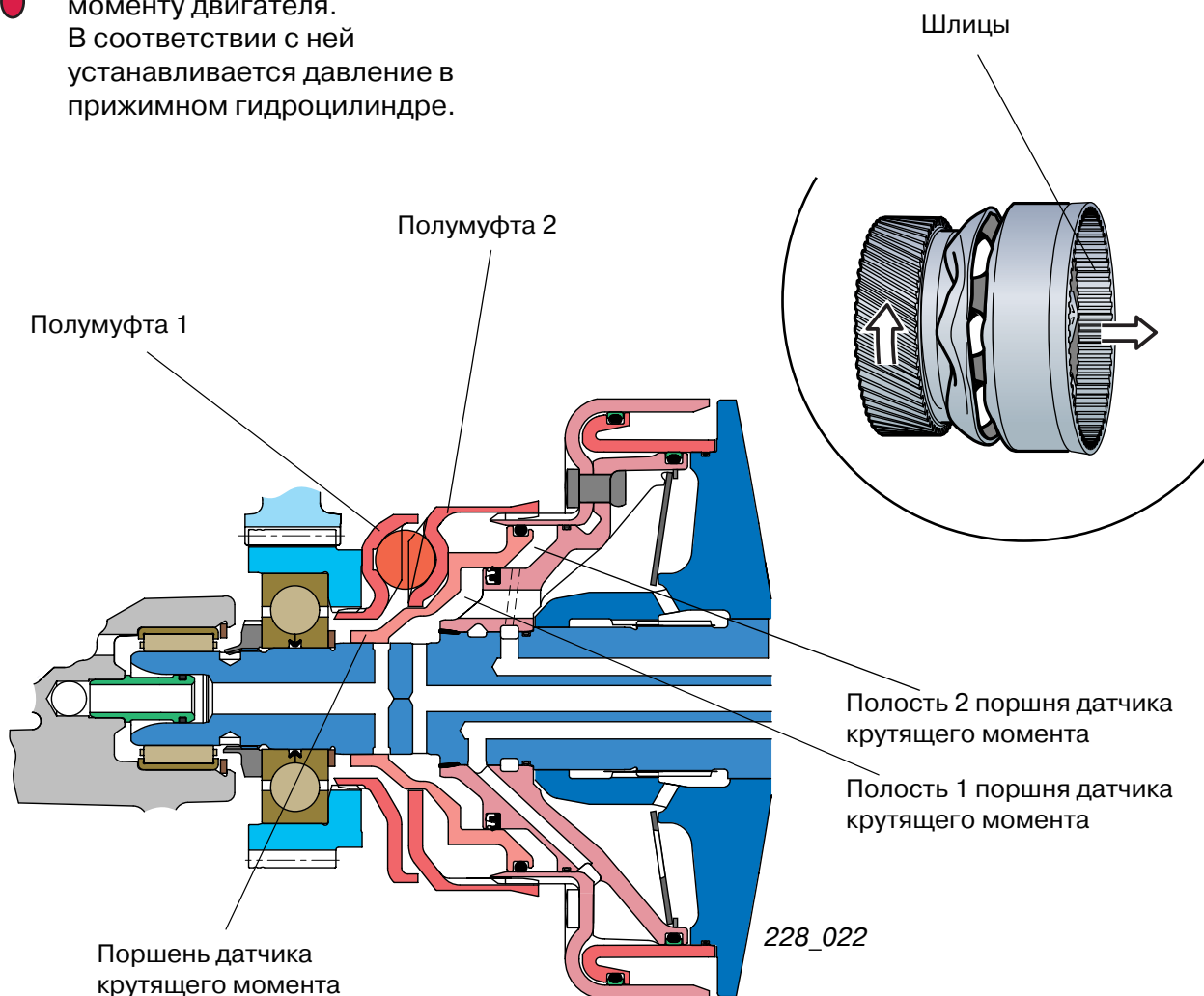
Устройство и принцип действия

Датчик крутящего момента состоит из двух полумуфт и семи стальных шариков, движущихся по наклонным дорожкам полумуфт. Полумуфта 1 плотно соединена с приводом шкива 1 (ведомой шестерней промежуточной передачи). Полумуфта 2 подвижно сидит на прямых шлицах шкива 1 и упирается в поршень датчика крутящего момента. Поршень датчика крутящего момента служит для регулировки давления прижима и образует две внутренние полости (полости 1 и 2 поршня датчика крутящего момента).

Полумуфты могут поворачиваться друг относительно друга вокруг оси. При этом за счет геометрии наклонных дорожек и шариков крутящий момент преобразуется в силу, действующую в осевом направлении. Данная осевая сила через полумуфту 2 перемещает поршень датчика крутящего момента.

При этом управляющие кромки поршня закрывают или открывают выходные отверстия полости 1.

 Порождаемая датчиком крутящего момента осевая сила является управляющей силой, пропорциональной крутящему моменту двигателя. В соответствии с ней устанавливается давление в прижимном гидроцилиндре.

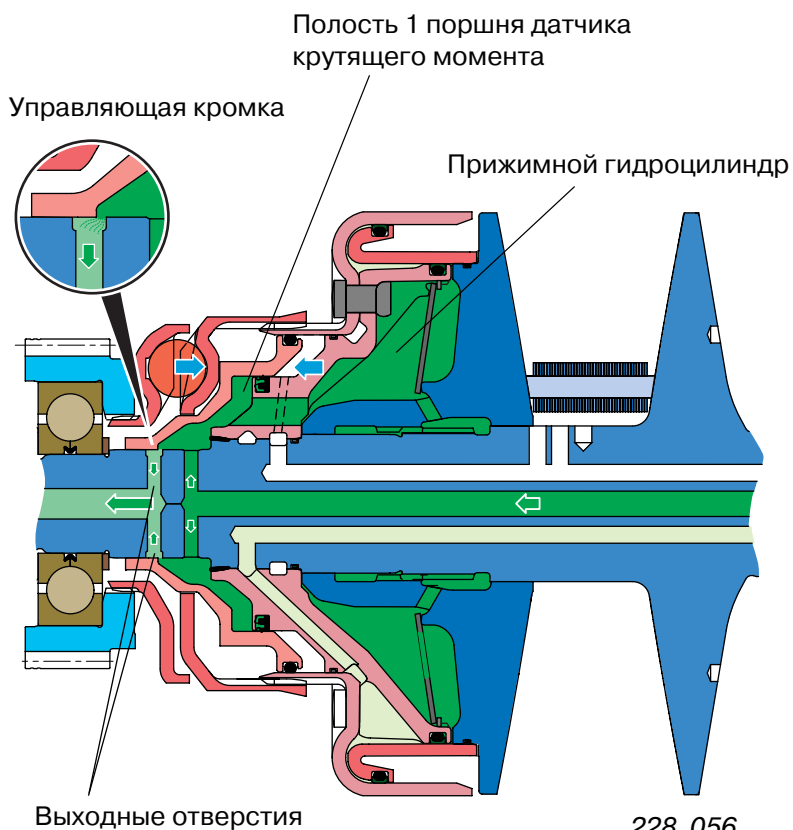


Детали и узлы КП



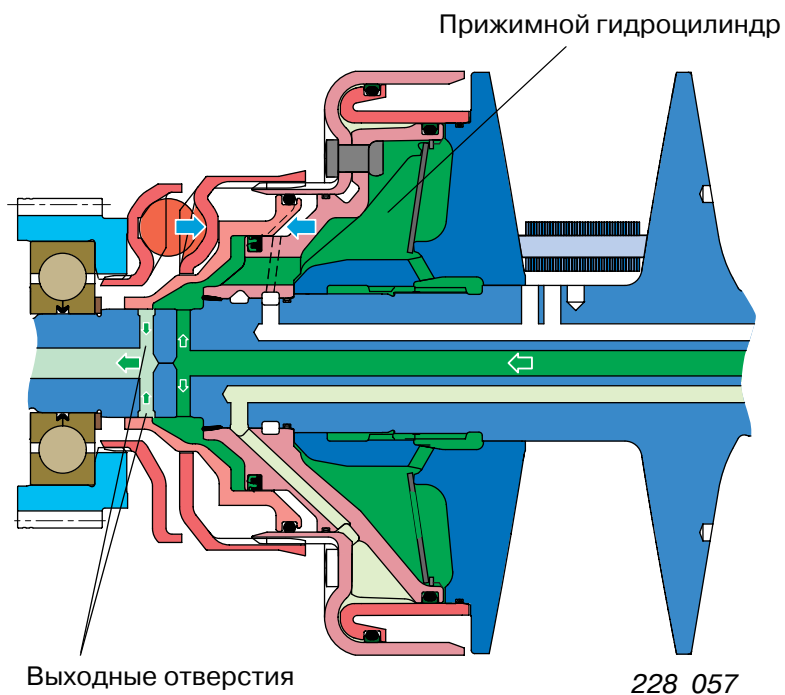
Полость 1 поршня датчика крутящего момента имеет прямую связь с прижимным гидроцилиндром.

Конструкция всей системы такова, что осевая сила, являющаяся результатом преобразования крутящего момента, и сила от давления в прижимном гидроцилиндре уравниваются друг друга (баланс сил). При неизменных условиях движения выходные отверстия открыты лишь частично. Падение давления, вызванное тем, как датчик крутящего момента открывает выходные отверстия, изменяет давление в прижимном гидроцилиндре.



Когда крутящий момент увеличивается, выходные отверстия еще больше закрываются управляющей кромкой. Давление в прижимном гидроцилиндре возрастает до тех пор, пока не восстановится баланс сил.

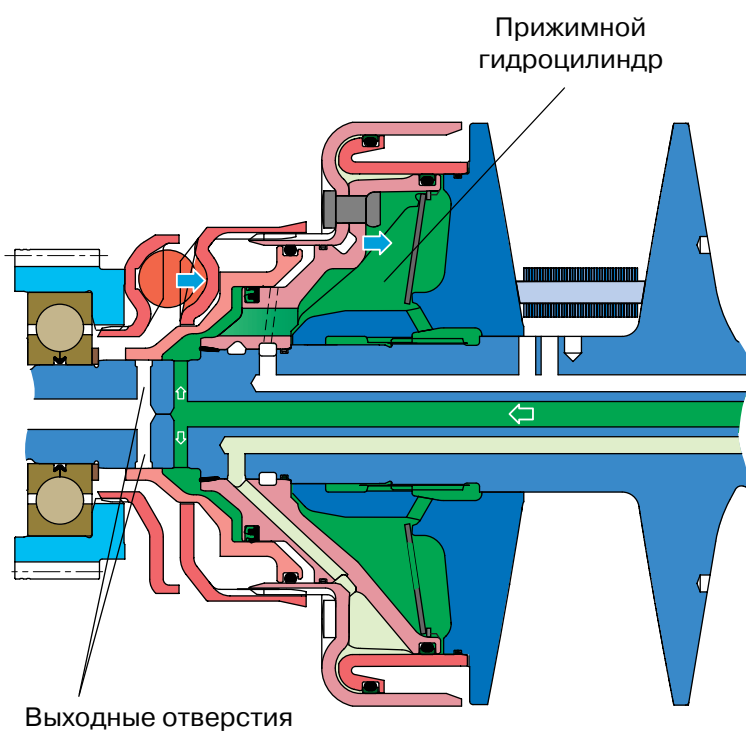
Когда крутящий момент уменьшается, выходные отверстия открываются еще больше. Давление в прижимном гидроцилиндре уменьшается до тех пор, пока не восстановится баланс сил.



При скачках крутящего момента выходные отверстия полностью закрываются управляющей кромкой. Если датчик крутящего момента перемещается еще дальше, то он работает как масляный насос. При этом вытесняемое масло очень быстро повышает давление в прижимных гидроцилиндрах до нужной величины.



Сильные скачки крутящего момента возникают, например, при наезде на выбоину или при сильном изменении сцепления колес с дорожным покрытием (выезд со льда на чистый асфальт).



228_058

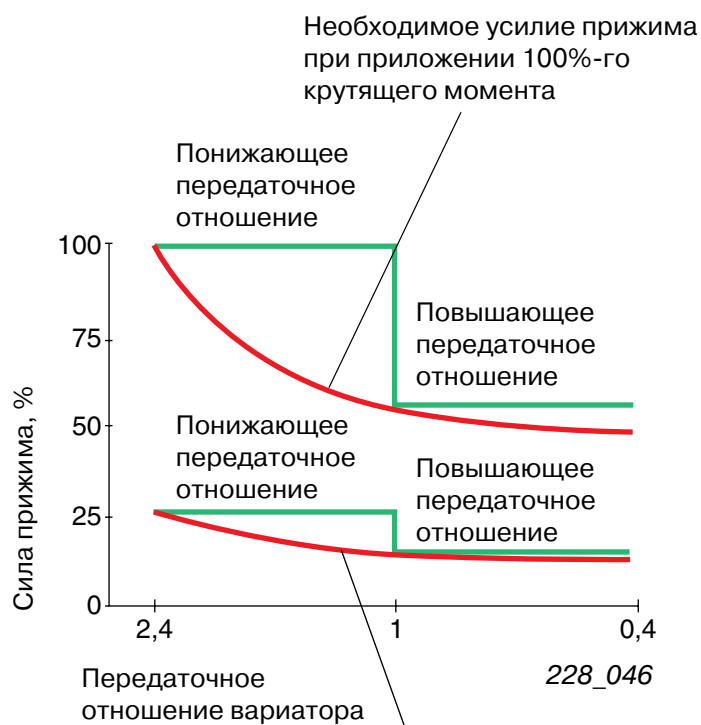
Регулировка давления прижима в зависимости от передаточного отношения

Давление прижима дисков шкивов зависит не только от крутящего момента, но и от радиуса цепи на шкиве, а значит — от текущего передаточного отношения вариатора.

Как видно на графике, наибольшее давление прижима требуется при максимальном передаточном отношении.

Цепь описывает на шкиве 1 минимальный радиус. Несмотря на значительную величину передаваемого крутящего момента, лишь небольшое число осей цепи контактирует с дисками шкива.

Поэтому до превышения определенного передаточного отношения (1:1) диски шкива прижимаются друг к другу с увеличенной силой.



228_046

Необходимое усилие прижима при приложении 25%-го крутящего момента

— Сила прижима

Детали и узлы КП

Принцип работы

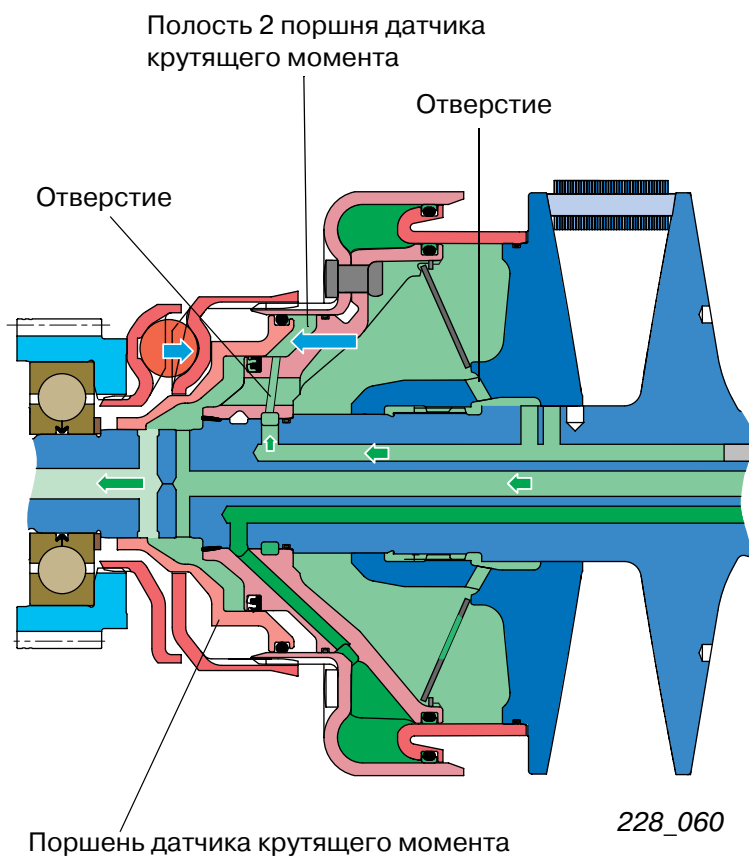
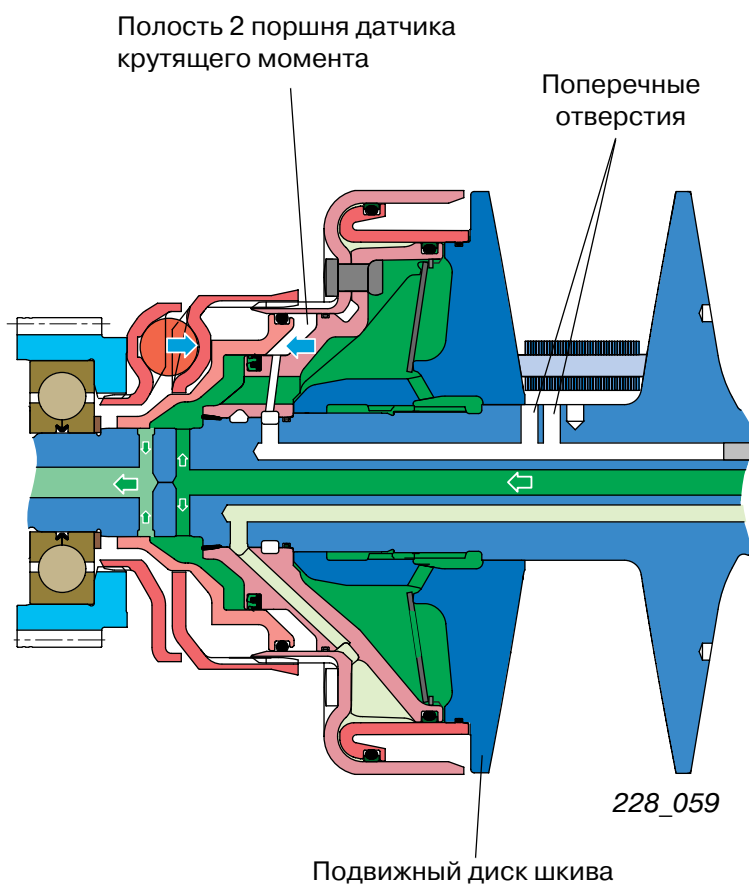
Зависящая от передаточного отношения сила прижима регулируется через изменение давления в полости 2 поршня датчика крутящего момента. При увеличении или уменьшении давления в полости 2 изменяется давление в прижимном гидроцилиндре. Управлять давлением в полости 2 позволяют два поперечных отверстия в вале шкива 1. При осевом смещении подвижного диска шкива они открываются/закрываются.

При максимальном передаточном отношении вариатора поперечные отверстия открыты (давление в полости 2 отсутствует).

При изменении положения вариатора в сторону понижения передаточного отношения оба поперечных отверстия сначала закрываются. Начиная с определенного передаточного отношения левое отверстие открывается и при этом через соответствующее отверстие в подвижном диске шкива сообщается с прижимным гидроцилиндром.

Теперь масло под давлением поступает из прижимного гидроцилиндра в полость 2 поршня датчика крутящего момента. Это давление противодействует осевой силе датчика крутящего момента и отодвигает поршень датчика влево. Управляющая кромка еще больше открывает выходные отверстия и давление масла в прижимном гидроцилиндре уменьшается.

Основное преимущество двухступенчатой регулировки давления заключается в том, что уже в среднем диапазоне передаточных чисел давление прижима дисков шкивов достаточно мало, что повышает КПД агрегата (см. иллюстрацию 228_046 на предыдущей странице).



Компенсационная полость

Еще одной особенностью вариатора является наличие у шкива 2 компенсационной полости. Она нужна для того, чтобы противодействовать динамическому нагнетанию давления в прижимном гидроцилиндре.

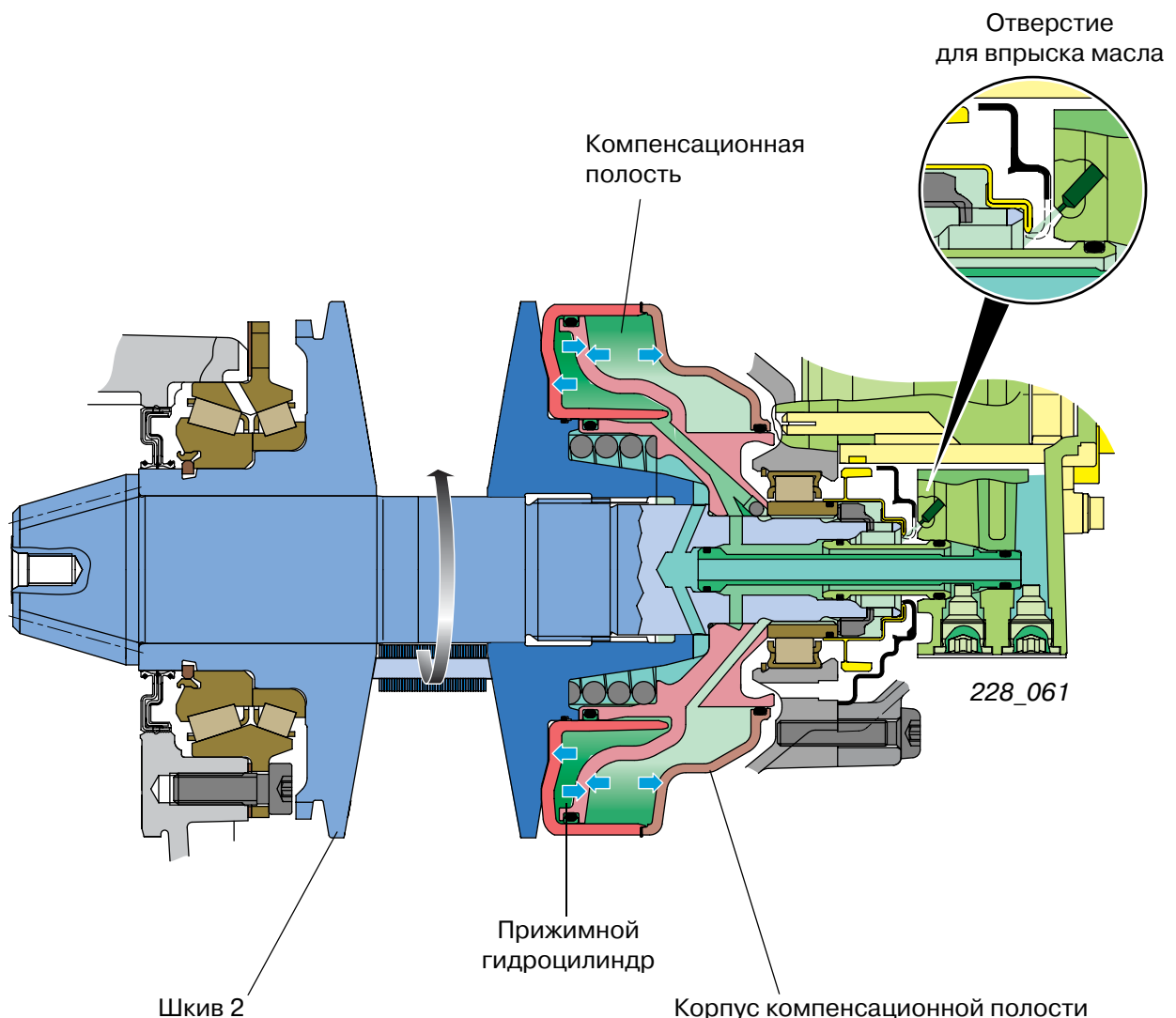
При высоких оборотах возникают значительные центробежные силы, которые отбрасывают масло к стенкам прижимного гидроцилиндра и повышают его давление. При этом говорят о «динамическом нагнетании давления».

Динамическое нагнетание давления нежелательно, потому что оно вызывает ненужное увеличение давления прижима и отрицательно влияет на управление передаточным отношением.

Масло, заключенное в компенсационной полости, подвержено динамическому нагнетанию давления в той же мере, что и масло в прижимном гидроцилиндре. Поэтому оно создает противодействие и компенсирует динамическое нагнетание давления в прижимном гидроцилиндре.

Масло подается в компенсационную полость через отверстие для впрыска прямо из гидравлического блока управления. Через это отверстие масло непрерывно впрыскивается в подводящий трубопровод компенсационной полости.

При уменьшении объема компенсационной полости (при изменении передаточного отношения), лишнее масло выдавливается из полости через подводящий трубопровод.



Цепь

Важнейшим элементом вариатора multitronic® является его цепь.

Впервые в коробке передач CVT в качестве промежуточного гибкого элемента использована цепь.

Это абсолютно новое решение, которое по сравнению с до сих пор известными промежуточными гибкими элементами, такими как наборный металлический или клиновой ремни, имеет следующие преимущества:

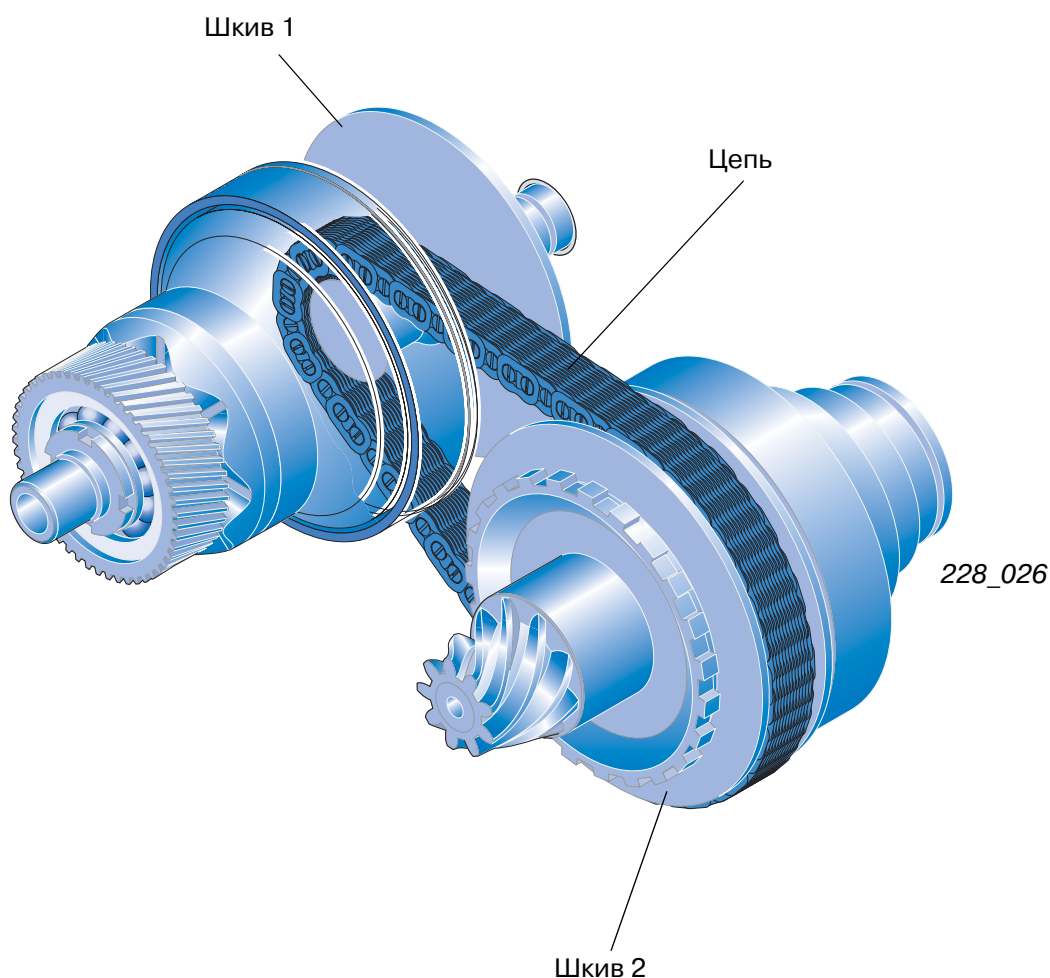
- ▶ Очень маленькие радиусы обкатки делают возможным большой диапазон передаточных чисел при малых конструктивных размерах вариатора.
- ▶ Способность передавать большой крутящий момент.
- ▶ Высокий КПД.



Диапазон передаточных чисел - диапазон передаточных отношений, реализуемых в данной КП.

Диапазон передаточных чисел указывается в виде коэффициента. Максимальное передаточное отношение, поделенное на коэффициент диапазона передаточных чисел, дает минимальное передаточное отношение.

В целом большой диапазон регулирования является достоинством, потому что допускает как высокое максимальное передаточное отношение (хорошая динамика), так и низкое минимальное передаточное отношение (низкий расход). Особенно это верно для КП CVT, у которых возможны практически любые промежуточные отношения, изменение которых происходит плавно, без скачков.



Устройство и принцип действия

У обычной цепи звенья подвижно соединяются между собой осями. Для передачи крутящего момента зуб звездочки входит в пространство между пластинами звена и зацепляется за ось.

Цепь CVT работает по другому.

Цепь CVT состоит из набранных в ряд пластин, соединенных составными осями. Через каждый ряд пластин проходят две составных оси.

Когда диски шкива сближаются они зажимают между собой выступающие по бокам оси.

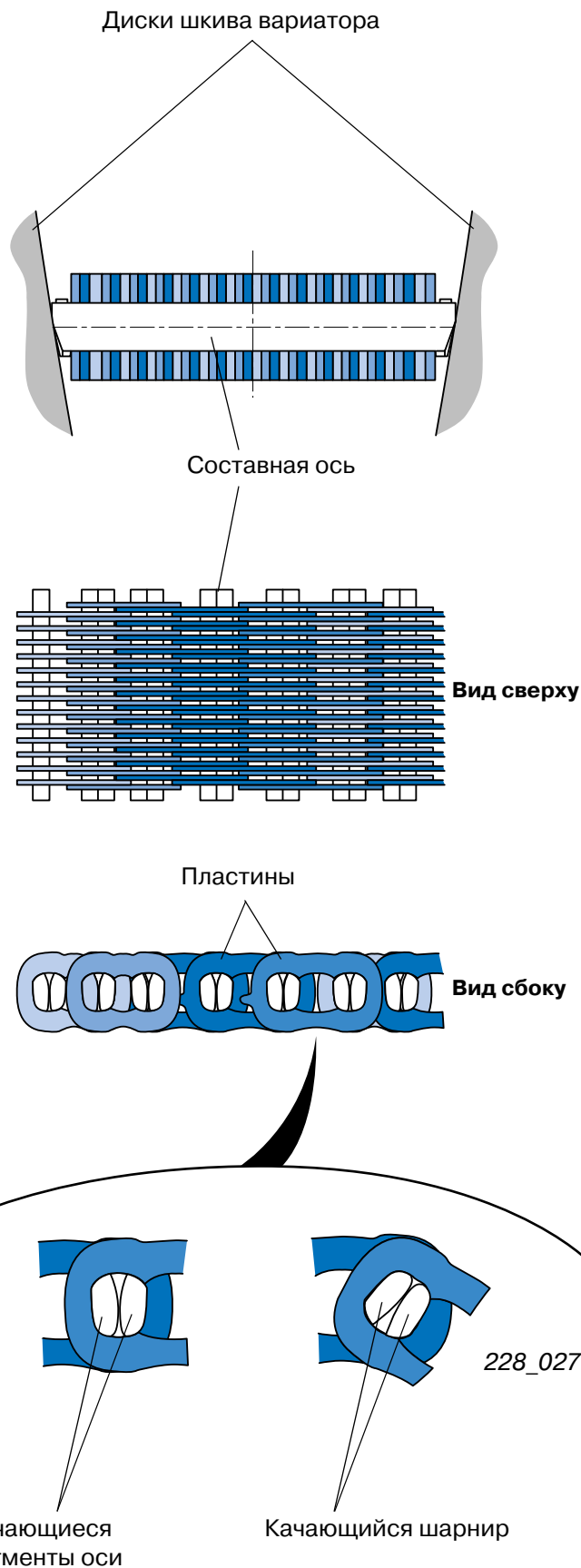
Крутящий момент передается за счет сил трения между торцами осей и рабочими поверхностями дисков.

Принцип работы такой:

Каждая из двух составных осей неподвижно соединена с одним рядом пластин. Составная ось образует качающийся шарнир.

Когда цепь описывает радиус на шкиве сегменты составной оси как бы качаются друг на друге, то есть трение между ними почти полностью отсутствует.

Поэтому, несмотря на высокие значения крутящего момента и угол изгиба, потери мощности и износ сводятся к минимуму. Это способствует продолжительному сроку службы и увеличению КПД вариатора.



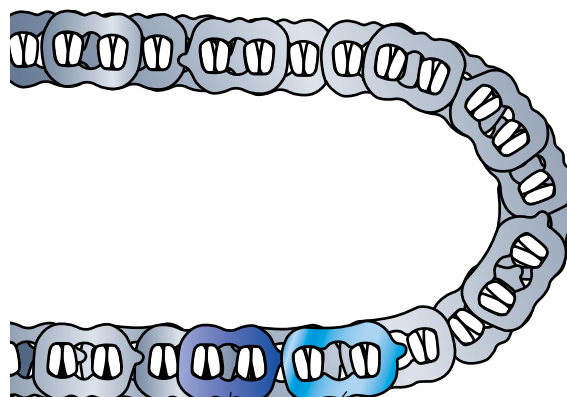
Детали и узлы КП

Меры, направленные на снижение шума

Чтобы цепь работала бесшумно, она состоит из пластин двух размеров.

Если бы пластины имели одну длину, то соединяющие их оси входили бы в контакт со шкивами через равные промежутки времени и вызывали бы колебания, чреватые неприятным шумом.

Использование пластин разной длины позволило ликвидировать резонансные явления и свести к минимуму уровень шума.



228_028

Пластины разной длины

Подача масла

В КП multitronic® передача крутящего момента зависит как от электропитания, так и от подачи масла.

Без электропитания и достаточной подачи масла коробка передач не смогла бы работать.

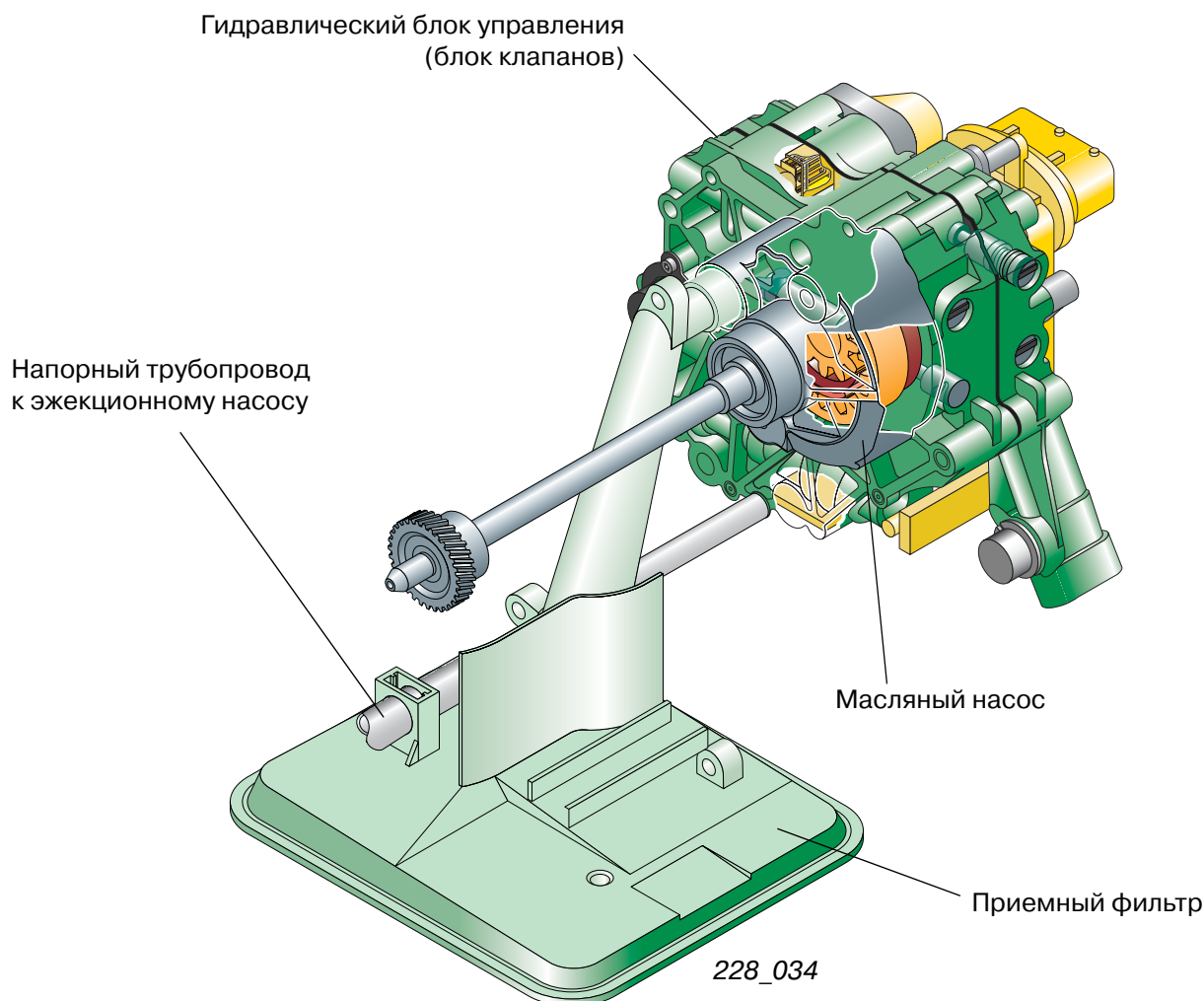
Работа масляного насоса покрывает основные потребности коробки передач в энергии и определяет ее суммарный КПД.

Поэтому описанные выше системы имеют конструкцию, позволяющую им обходиться минимальным количеством масла, подача которого была организована совершенно по-новому.

Масляный насос

Чтобы уменьшить количество соединений, масляный насос закреплен непосредственно на гидравлическом блоке управления. Такая конструкция обеспечивает компактность, уменьшает потери давления и недорога в изготовлении.

КП multitronic® оборудована оптимизированным по КПД шестеренчатым насосом. Он нагнетает необходимое давление при сравнительно небольшом объеме масла в системе. Эжекционный насос подает дополнительный объем масла под слабым давлением в гидросистему охлаждения фрикционов. Шестеренчатый насос встроен в гидравлический блок управления и приводится непосредственно от первичного вала через цилиндрическое зубчатое колесо и вал насоса.



Детали и узлы КП



Говоря об особенностях масляного насоса, необходимо упомянуть компенсацию осевого и радиального зазоров.

Чтобы при низких оборотах достичь высокого давления, необходим насос, который бы отличался внутренней герметичностью.

Обычные масляные насосы для этой цели не годятся, потому что их внутренние детали не настолько хорошо подогнаны друг к другу.

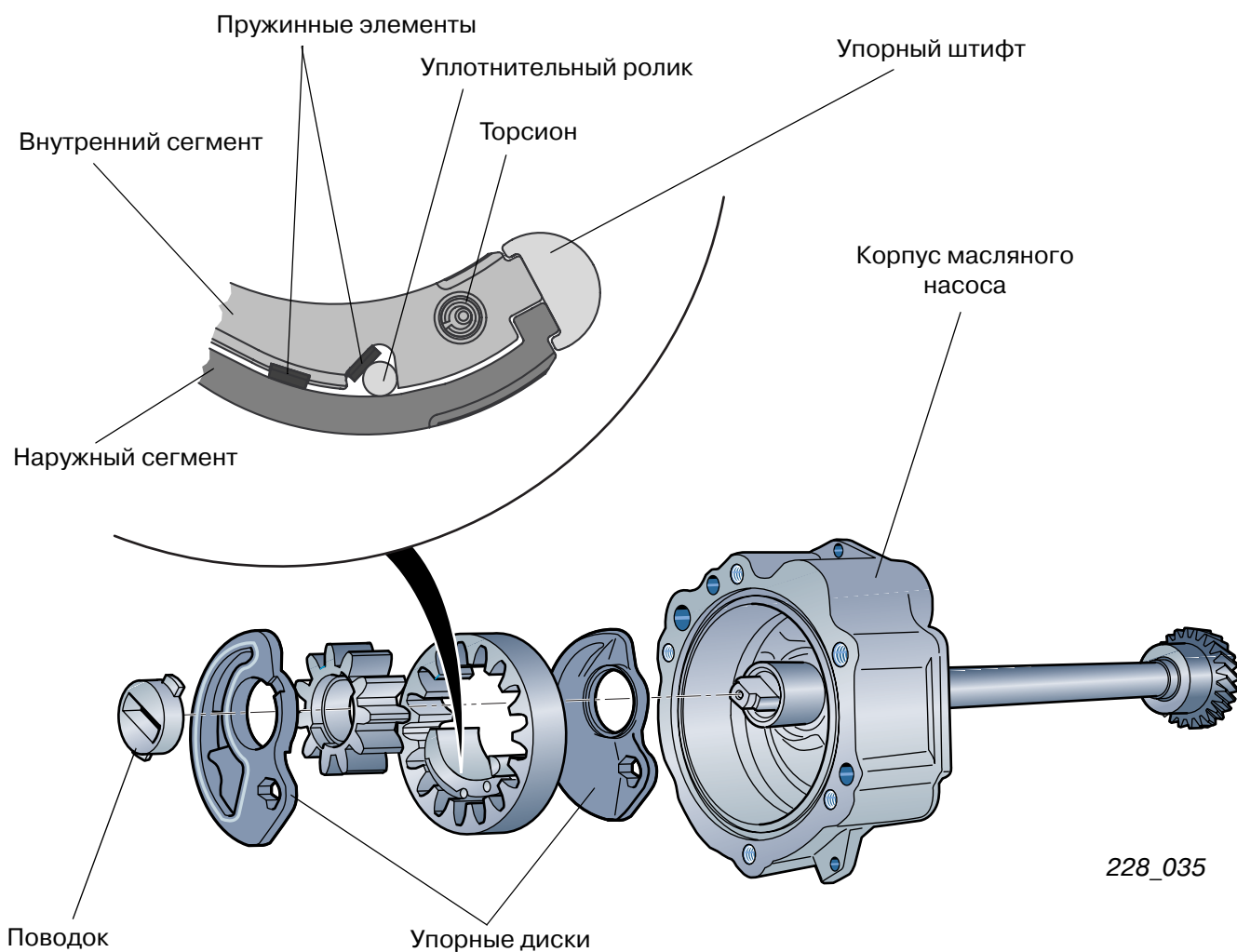


Под внутренней герметичностью имеется в виду герметичность внутренних полостей насоса.

Осевые зазоры между шестернями и корпусом и радиальные зазоры между шестернями и серповидным элементом могут быть больше или меньше.

Чем больше зазоры, тем сильнее падает давление внутри.

Сильное падение давления ведет к уменьшению КПД насоса.



228_035

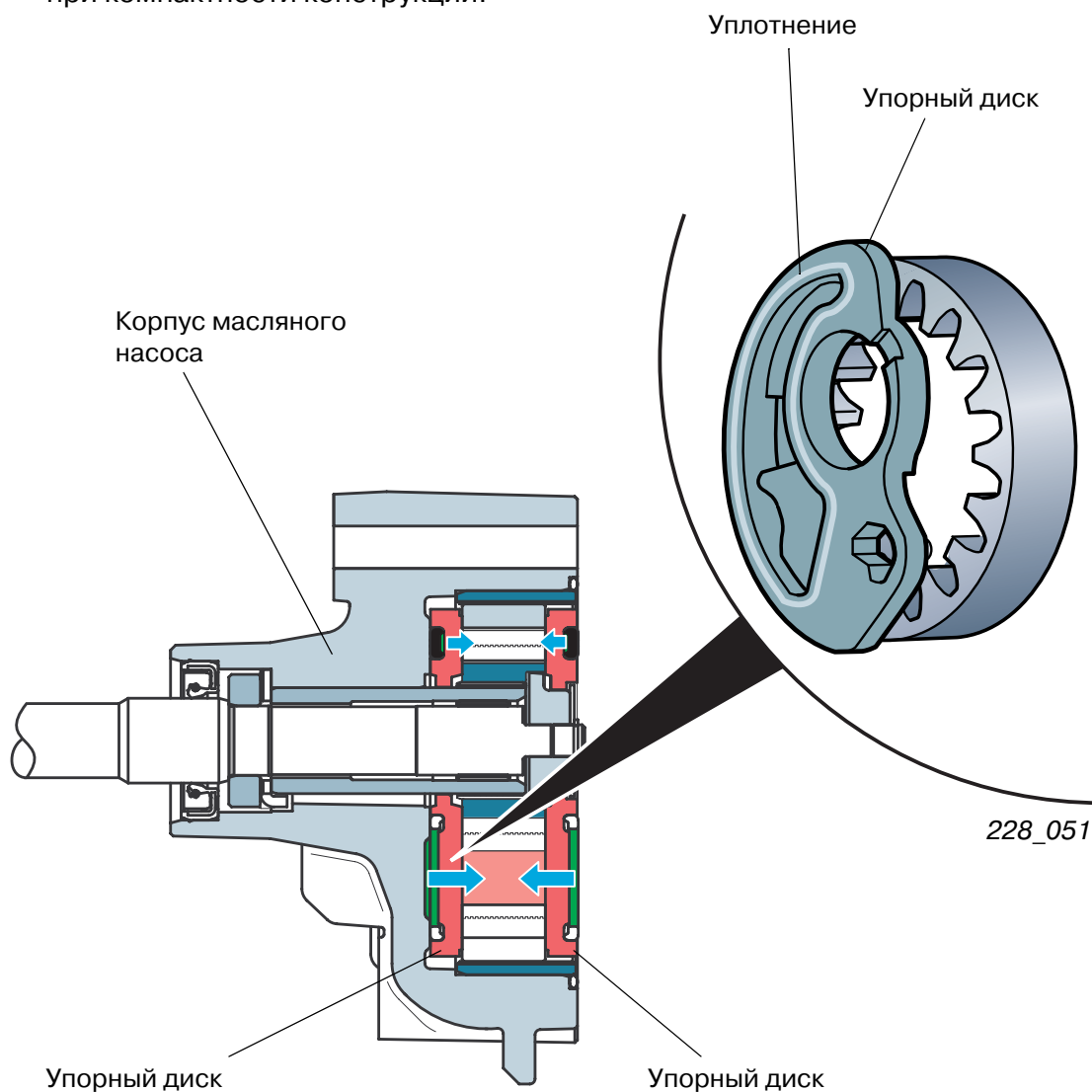
Компенсация осевого зазора

Два упорных диска образуют в насосе нагнетательную полость и герметизируют ее по бокам. Они снабжены специальными уплотнителями и упираются в корпус масляного насоса и пластину крепления насоса гидравлического блока управления.

Конструкция упорных дисков такова, что давление масла передается в полости между дисками и корпусом насоса. Уплотнитель препятствует утечке масла из полости и падению давления в ней. С ростом давления масла упорные диски сильнее давят на серповидный элемент и шестерни насоса, компенсируя этим осевой зазор.



Компенсация осевого и радиального зазоров позволяет достичь необходимого давления масла и вместе с тем высоких значений КПД при компактности конструкции.





Компенсация радиального зазора

Компенсируется радиальный зазор между серповидным элементом и шестернями (ведущей и ведомой).

Для этого серповидный элемент состоит из двух частей: **внутренний сегмент** и **наружный сегмент**.

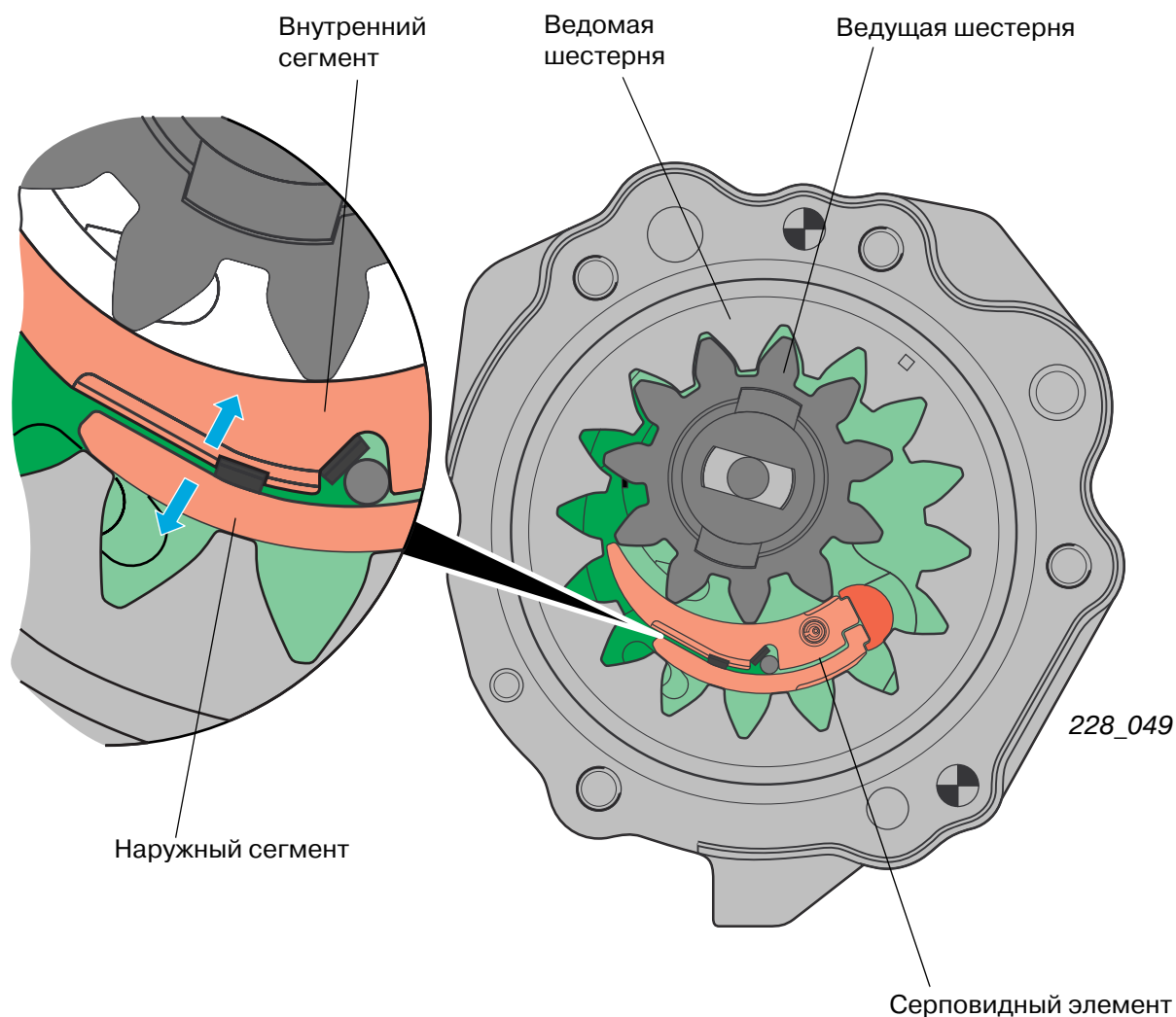
Внутренний сегмент герметизирует зазор ведущей шестерни. Кроме того, он удерживает наружный сегмент в радиальном направлении.

Наружный сегмент герметизирует зазор ведомой шестерни.

Нагнетаемое насосом масло проникает в пространство между сегментами и еще сильнее прижимает сегменты к ведущей и ведомой шестерням, компенсируя этим радиальный зазор.

При отсутствии давления пружины обеспечивают исходное прижатие сегментов и уплотнительного ролика и улучшают засасывание масла насосом.

Благодаря им масло, нагнетаемое насосом, оказывает давление на внутренние поверхности сегментов и на уплотнительный ролик.



Эжекционный насос

Объем масла, подаваемый шестеренным насосом, недостаточен для нормального охлаждения фрикционов, особенно в момент трогания с места, когда проскальзывающие фрикционы сильно нагреваются. Для его увеличения в систему охлаждения фрикционов встроен эжекционный насос.

Изготовленный из пластмассы эжекционный насос погружен в масляный картер.

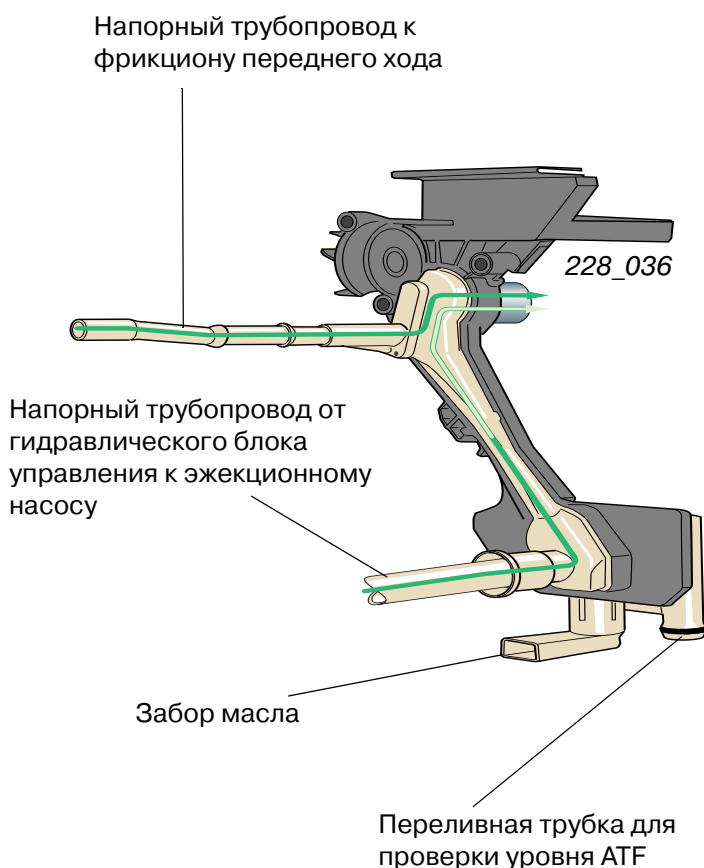
создает разрежение, за счет которого из масляного картера увлекается дополнительный объем масла. Благодаря этому количество масла увеличивается вдвое без дополнительных затрат мощности масляного насоса.

Обратный клапан препятствует осушению эжекционного насоса и поддерживает его в состоянии постоянной готовности.

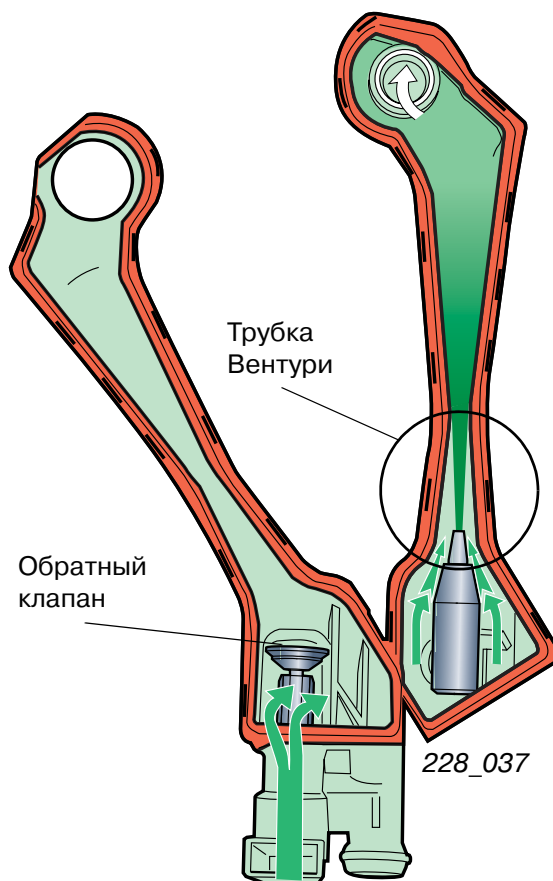
Принцип работы:

В основе работы эжекционного насоса лежит принцип трубки Вентури. Масляный насос нагнетает масло для охлаждения фрикционов в эжекционный насос (эжектирующий поток). Проходя через трубку Вентури, эжектирующий поток

Вид эжекционного насоса



Разрез эжекционного насоса (обе половинки показаны на одном рисунке)



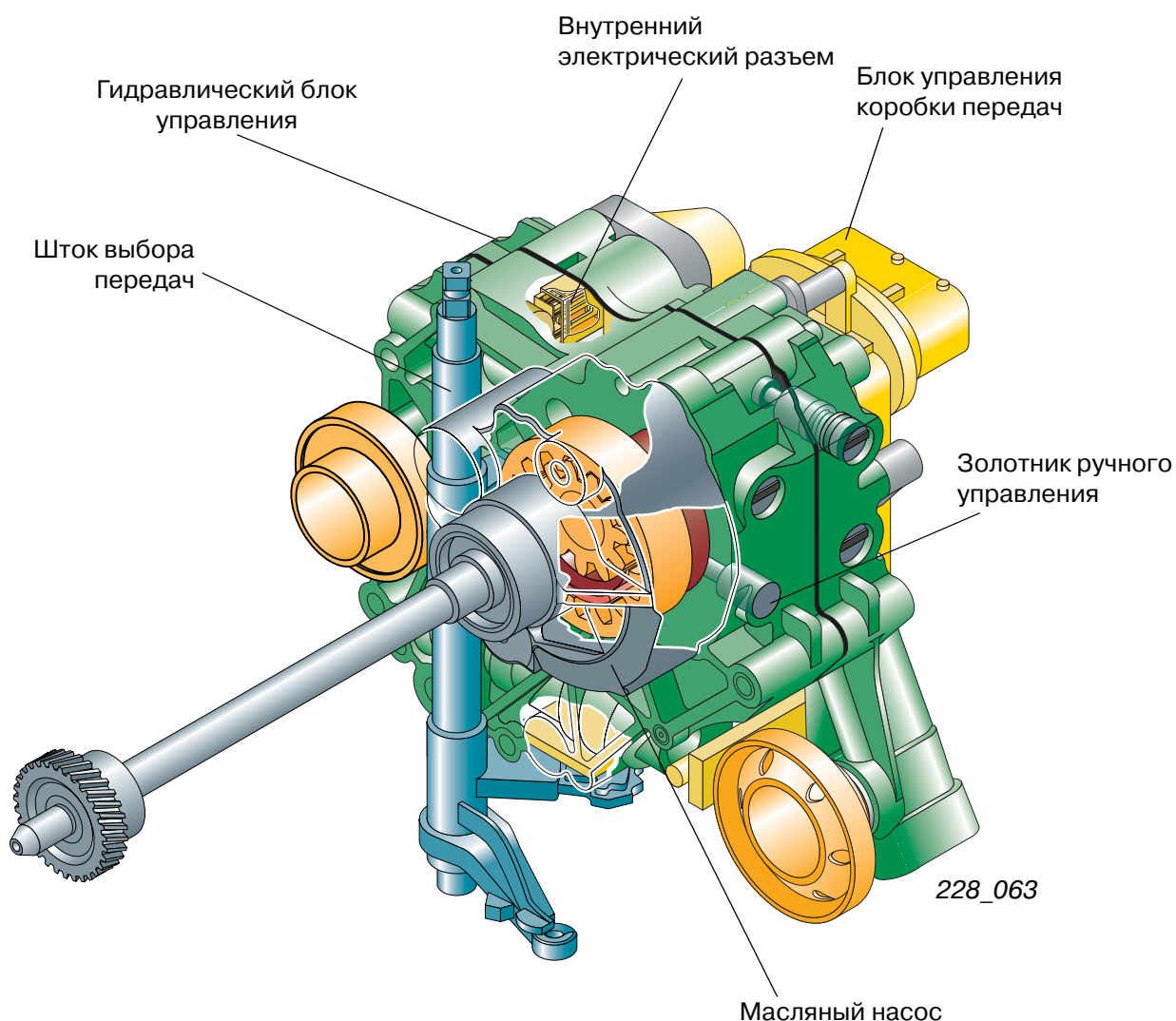
Электронно-гидравлическое управление



Новым является объединение масляного насоса, гидравлического блока управления (блока клапанов) и блока управления КП в единый компактный узел.

Внутри гидравлического блока управления находятся золотник ручного управления, девять гидравлических клапанов и три электромагнитных клапана управления давлением.

Гидравлический и электронный блоки управления напрямую соединены между собой электрическими разъемами.

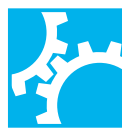
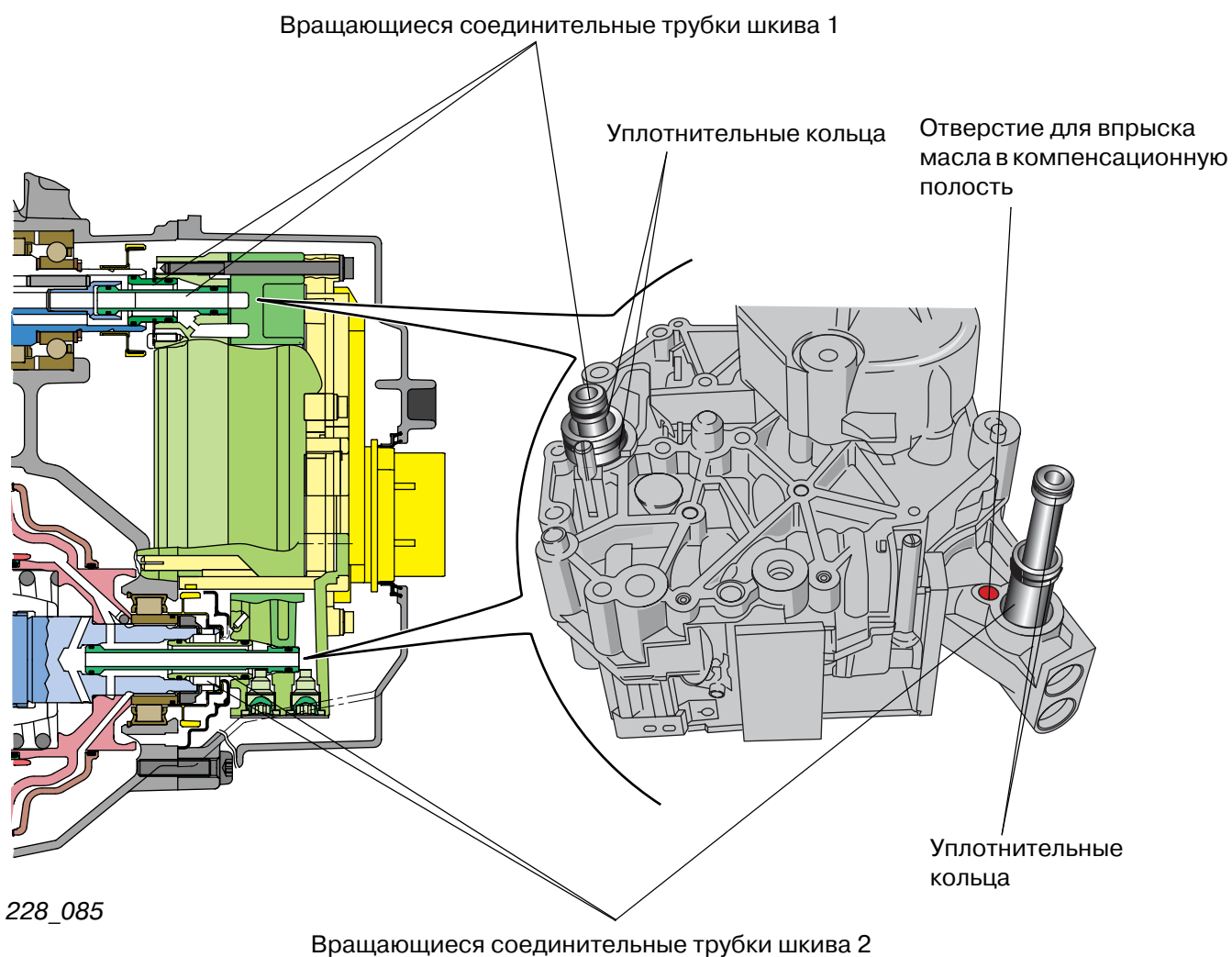


Гидравлический блок управления выполняет следующие функции:

- ▶ управление фрикционами переднего и заднего хода
- ▶ регулировка давления в гидросистеме фрикционов
- ▶ охлаждение фрикционов
- ▶ подача масла для управления давлением прижима
- ▶ управление передаточным отношением
- ▶ подача масла в компенсационную полость

Через специальные вращающиеся трубки гидравлический блок управления соединен с гидросистемами шкивов 1 и 2.

На вращающиеся соединительные трубки установлены уплотнительные кольца.



Детали и узлы КП

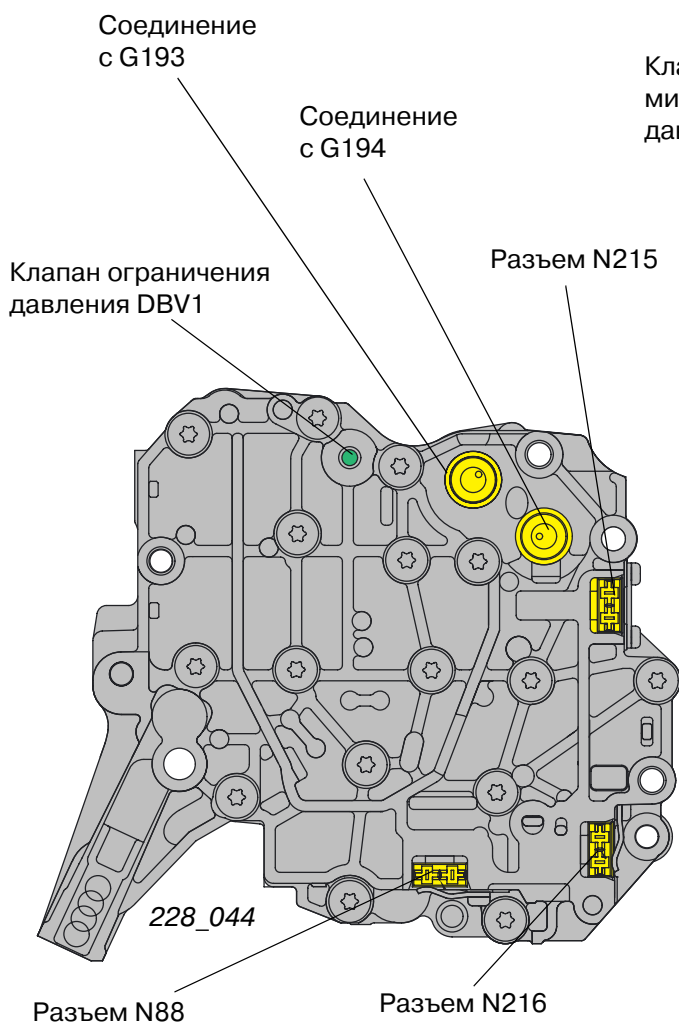
Далее описываются до сих пор не рассмотренные клапаны.

Для защиты узлов КП **клапан ограничения давления DBV1** ограничивает давление масла до 82 бар.

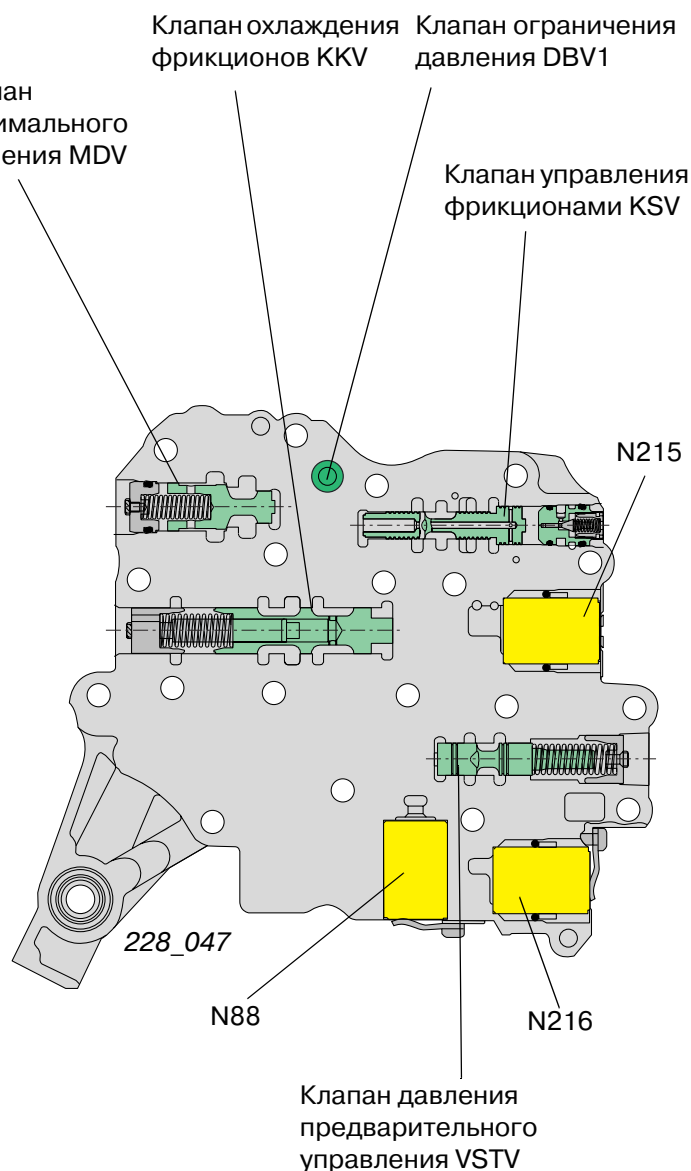
Благодаря **клапану давления предварительного управления VSTV** на клапаны управления давлением масло подается под постоянным давлением величиной 5 бар.

Клапан минимального давления MDV не дает масляному насосу захватить воздух во время пуска двигателя. При высокой мощности насоса клапан MDV открывается и направляет масло из обратного маслопровода к насосной секции, повышая этим КПД насоса.

Гидравлический блок управления (блок управления коробки передач снят)



Разрез блока клапанов



Клапан предварительного давления VSPV поддерживает в главной магистрали давление, достаточное для выполнения той или иной функции (прижима или регулировки).

N88, N215 и N216 — это клапаны управления давлением. Они обеспечивают управляющее давление, пропорциональное проходящему через них электрическому току.

N88 (электромагнитный клапан 1) выполняет две задачи: он управляет клапаном охлаждения фрикционов KKV и предохранительным клапаном SIV.

N215 (клапан регулировки давления 1 АКП) управляет клапаном управления фрикционами KSV.

N216 (клапан регулировки давления 2 АКП) управляет клапаном регулировки передаточного отношения $\ddot{U}V$.

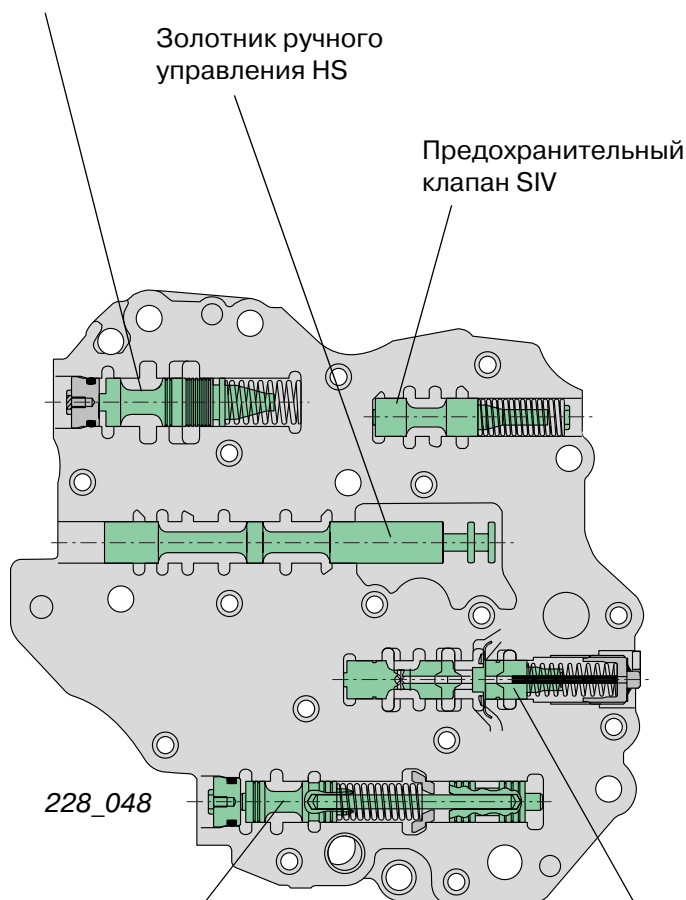


Разрез пластины крепления насоса

Клапан ограничения объемного расхода VSBV

Золотник ручного управления HS

Предохранительный клапан SIV

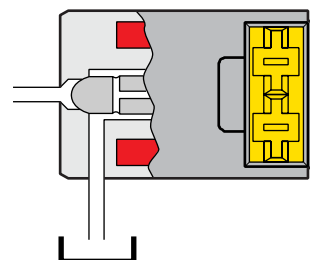


228_048

Клапан предварительного давления VSPV

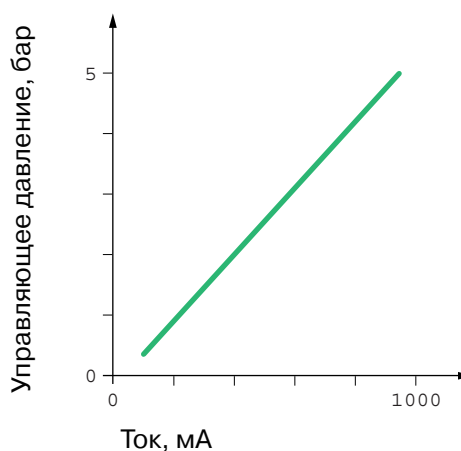
Клапан регулировки передаточного отношения $\ddot{U}V$

Клапан управления давлением (пропорциональный клапан)



228_101

Диаграмма работы клапана управления давлением



228_100



Шток выбора передач и механизм блокировки трансмиссии на стоянке

Как и прежде, коробка передач имеет механическую связь (трос) с рычагом селектора, по которой передается информация о его положении: P, R, N и D.

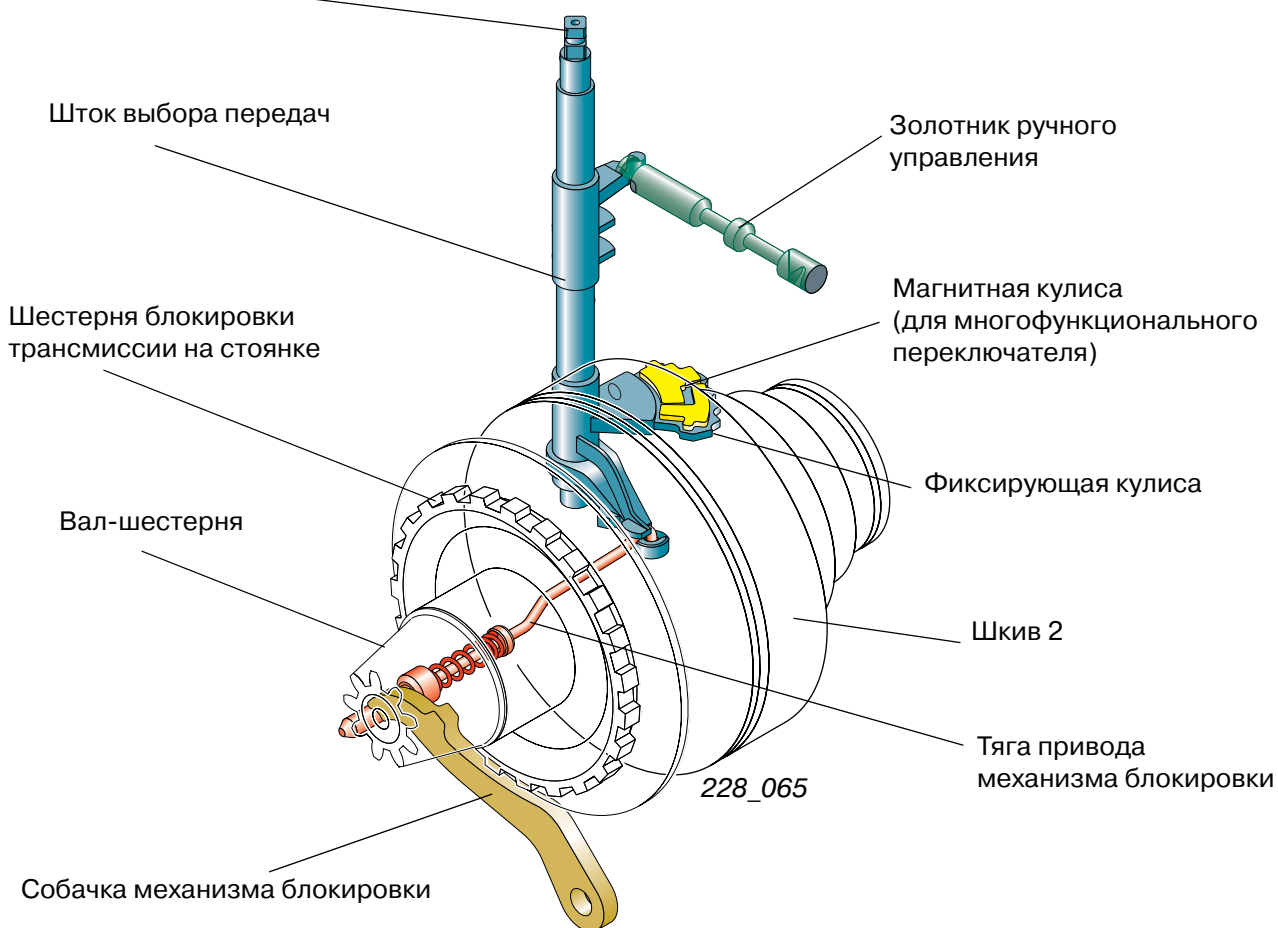
Шток выбора передач выполняет следующие функции:

- ▶ перемещает золотник ручного управления в гидравлическом блоке управления и тем самым включает режим движения (вперед/назад/нейтраль)

- ▶ включает механизм блокировки трансмиссии на стоянке
- ▶ воздействует на многофункциональный переключатель для определения положения рычага селектора

При переводе селектора в положение P тяга привода механизма блокировки сдвигается в осевом направлении и прижимает собачку к шестерне механизма, блокируя таким образом трансмиссию. Шестерня блокировки трансмиссии неподвижно соединена с вал-шестерней.

Соединение с наружным механизмом переключения



Картер коробки передач, система трубопроводов и уплотнения

Составные уплотнительные кольца

КП multitronic® использует новый тип уплотнительных колец — составные уплотнительные кольца.

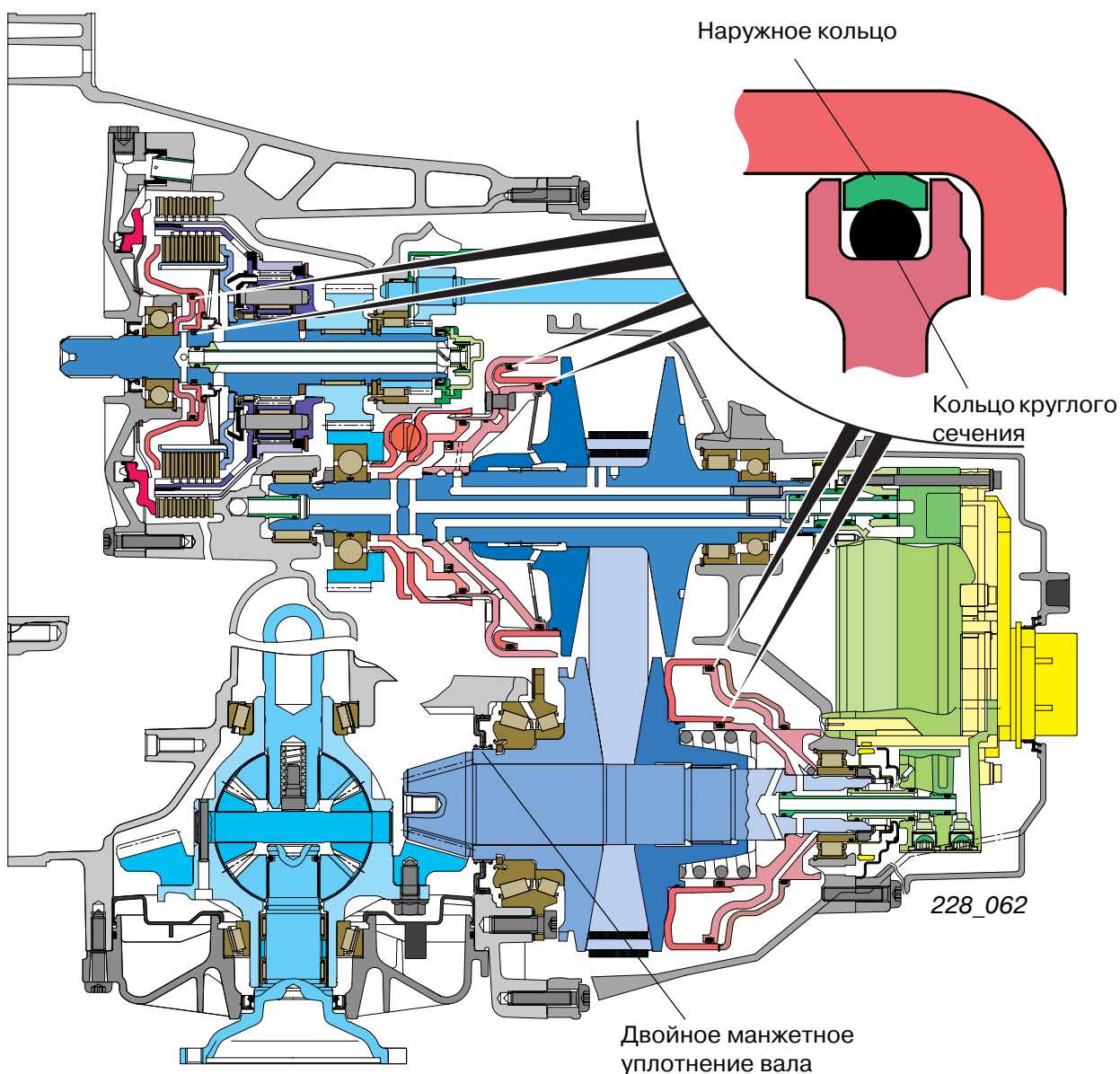
Этими кольцами уплотнены прижимные и регулировочные гидроцилиндры первичного и вторичного шкивов, а также поршень фрикциона переднего хода.

Кольцо круглого сечения выполняет две задачи: прижимает наружное кольцо и уплотняет зазор.

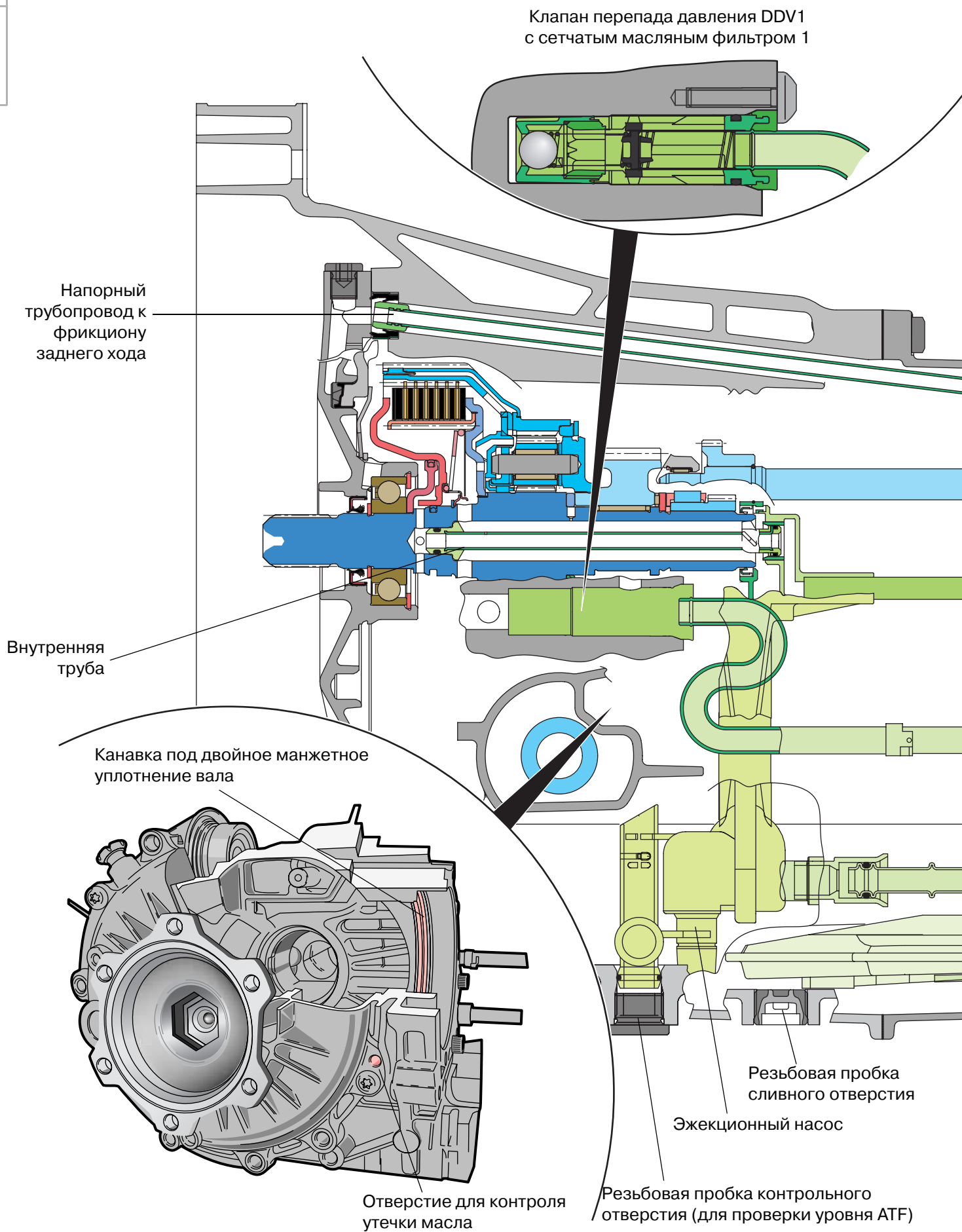
Составное уплотнительное кольцо поджимается под действием давления масла.

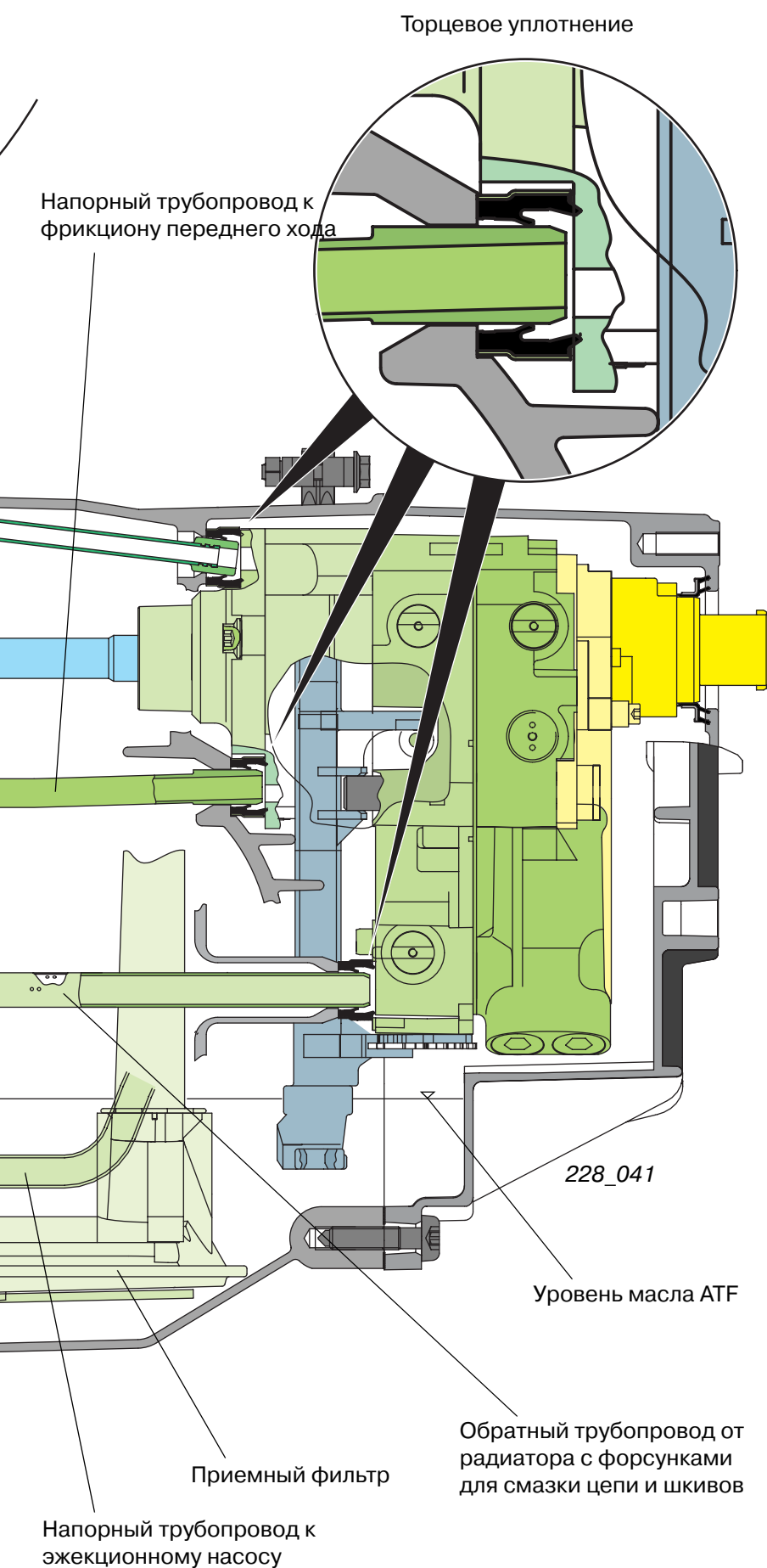
Достоинства составных уплотнительных колец:

- ▶ хорошее скольжение
- ▶ малое сопротивление при перемещении
- ▶ износостойкость
- ▶ малая деформация под действием давления



Детали и узлы КП





Для уменьшения массы коробки передач ее состоящий из трех частей картер изготавливается из магниевый сплав AZ91 HP. Этот очень стойкий к коррозии сплав легко обрабатывается и по сравнению с обычным алюминиевым сплавом уменьшает массу картера на 8 кг. Данная коробка передач имеет еще одну особенность — масло в ней передается не по каналам в картере (как у обычных гидромеханических АКП), а почти исключительно по трубопроводам.

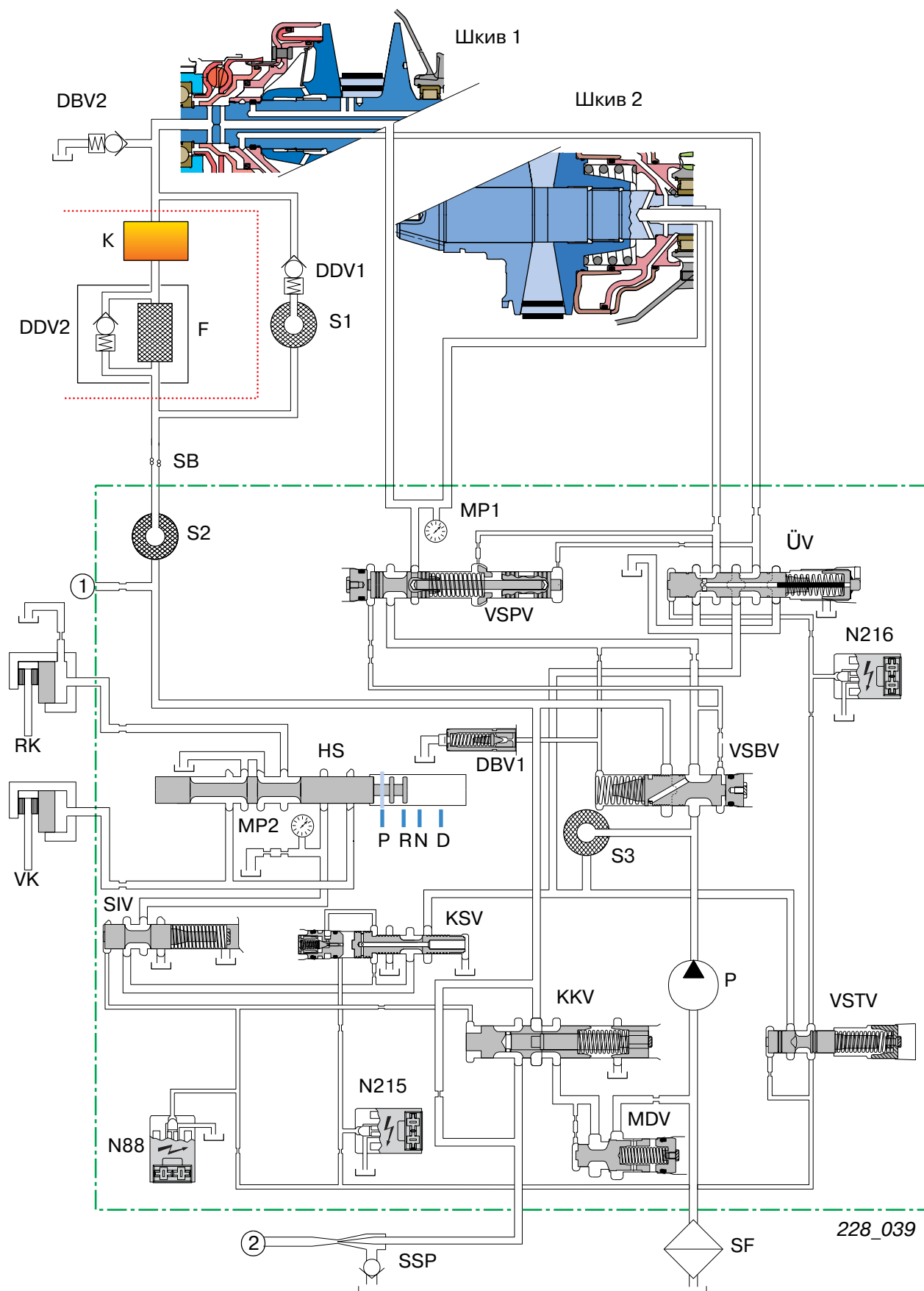
Для уплотнения соединений трубопроводов используются торцевые уплотнения. Торцевые уплотнения напорных трубопроводов имеют две рабочие кромки, которые поджимаются под действием давления масла и обеспечивают надежную герметизацию. Такой способ позволяет надежно уплотнить соединения трубопроводов, даже если они расположены не под прямым углом (например, напорный трубопровод к фрикциону заднего хода). Кромки торцевого уплотнения впускного патрубка масляного насоса поджимаются за счет силы запрессовки.

Двойное манжетное уплотнение вала (см. с. 57) не позволяет маслу ATF смешиваться с маслом главной передачи. Оно предотвращает попадание масла ATF в картер главной передачи и наоборот. О потере герметичности двойного манжетного уплотнения можно судить по специальному отверстию в картере.



Детали и узлы КП

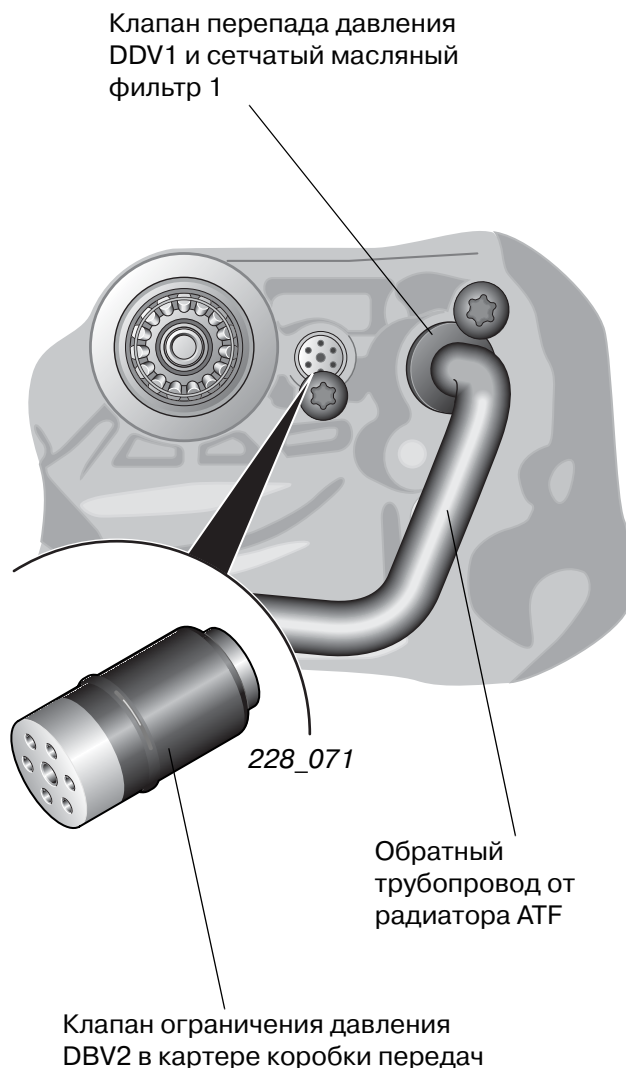
Схема гидросистемы



Пояснения к схеме гидросистемы

(Селектор в положении P, двигатель выключен)

DBV1	клапан ограничения давления 1
DBV2	клапан ограничения давления 2
DDV1	клапан перепада давления 1
DDV2	клапан перепада давления 2
F	фильтр ATF
HS	золотник ручного управления
K	радиатор ATF
KKV	клапан охлаждения фрикционов
KSV	клапан управления фрикционом
MDV	клапан минимального давления
MP1	точка измерения давления прижима (измеряется датчиком G194)
MP2	точка измерения давления в магистрале фрикционов (измеряется датчиком G193)
N88	электромагнитный клапан 1 (охлаждения фрикционов/ аварийного отключения)
N215	клапан регулировки давления -1- АКП (фрикцион)
N216	клапан регулировки давления -2- АКП (передаточное отношение)
P	масляный насос
PRND	положения селектора
RK	фрикцион заднего хода
S1	сетчатый фильтр ATF 1
S2	сетчатый фильтр ATF 2
S3	сетчатый фильтр ATF 3
SB	4 отверстия для смазки/охлаждения шкивов
SF	приемный фильтр ATF
SIV	предохранительный клапан
SSP	эжекционный насос
ÜV	клапан регулировки передаточного отношения
VK	фрикцион переднего хода
VSBV	клапан ограничения объемного расхода
VSPV	клапан предварительного давления
VSTV	клапан давления предварительного управления



① К компенсационной полости

② К фрикционам



В масляный картер



Гидравлический блок управления



Снаружи КП



Охлаждение масла ATF

Поступая от шкива 1, масло ATF сначала проходит через радиатор ATF, затем через фильтр ATF и лишь после этого поступает в гидравлический блок управления.

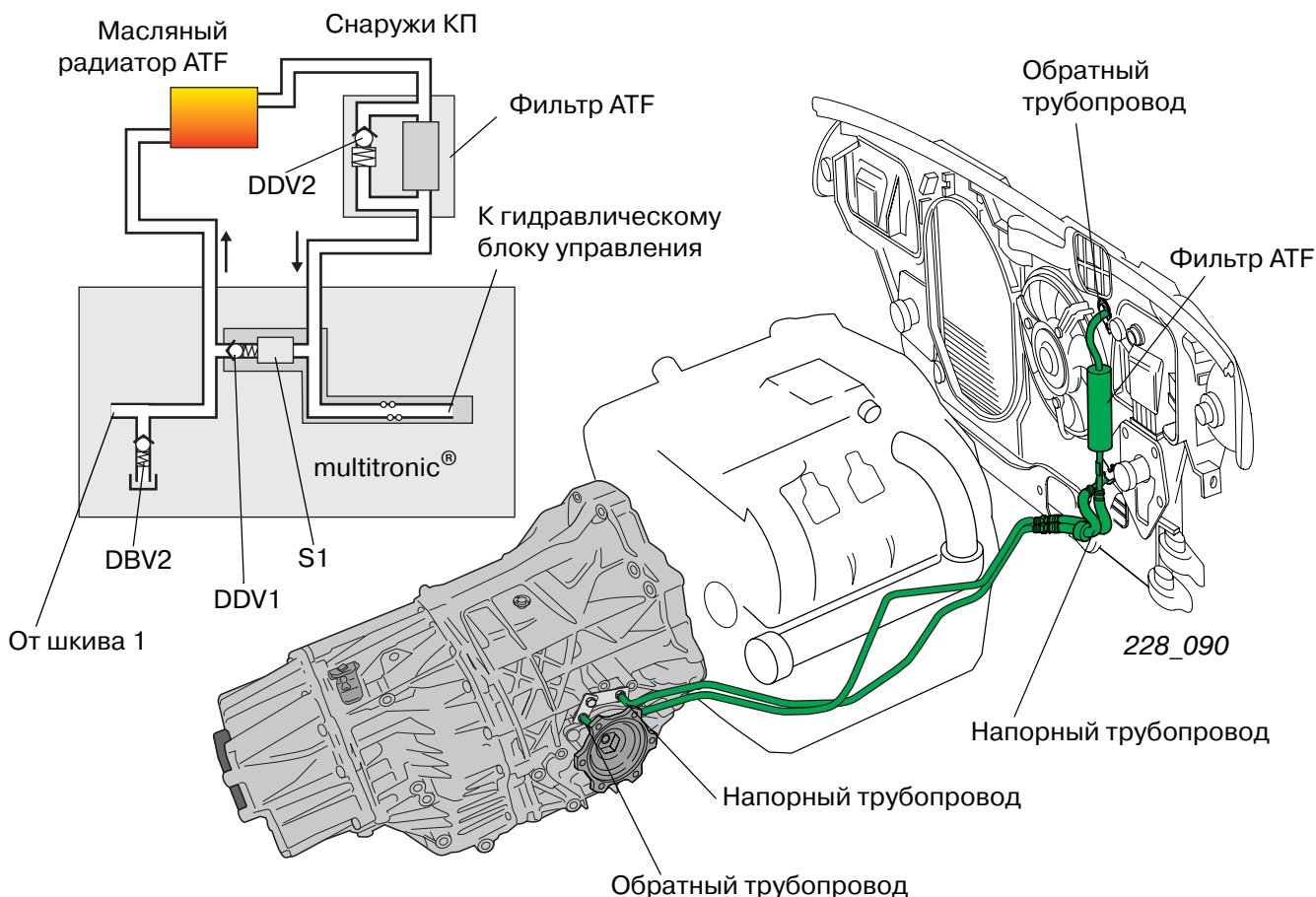
Так же, как у ступенчатых АКП, радиатор ATF встроен в радиатор двигателя. В нем масло отдает тепло охлаждающей жидкости двигателя (масляно-водяной теплообменник).

Клапан перепада давления DDV1 защищает радиатор ATF от высокого давления (при холодном ATF). При холодном ATF возникает высокий перепад давления в подводящем и обратном трубопроводах. При определенном перепаде давления клапан DDV1 открывается и соединяет подводящий и обратный трубопроводы между собой. Это, к тому же, способствует быстрому прогреву ATF.

Клапан перепада давления DDV2 открывается при высоком сопротивлении току жидкости в фильтре ATF (если фильтр, например, засорился). Если бы его не было, то клапан DDV1 открывался бы под действием обратного напора, что делало бы систему охлаждения ATF неэффективной.



При негерметичном радиаторе ATF в масло ATF попадает охлаждающая жидкость. Даже незначительное ее количество вызывает неполадки в системе регулировки фрикционов.



Блок управления multitronic J217

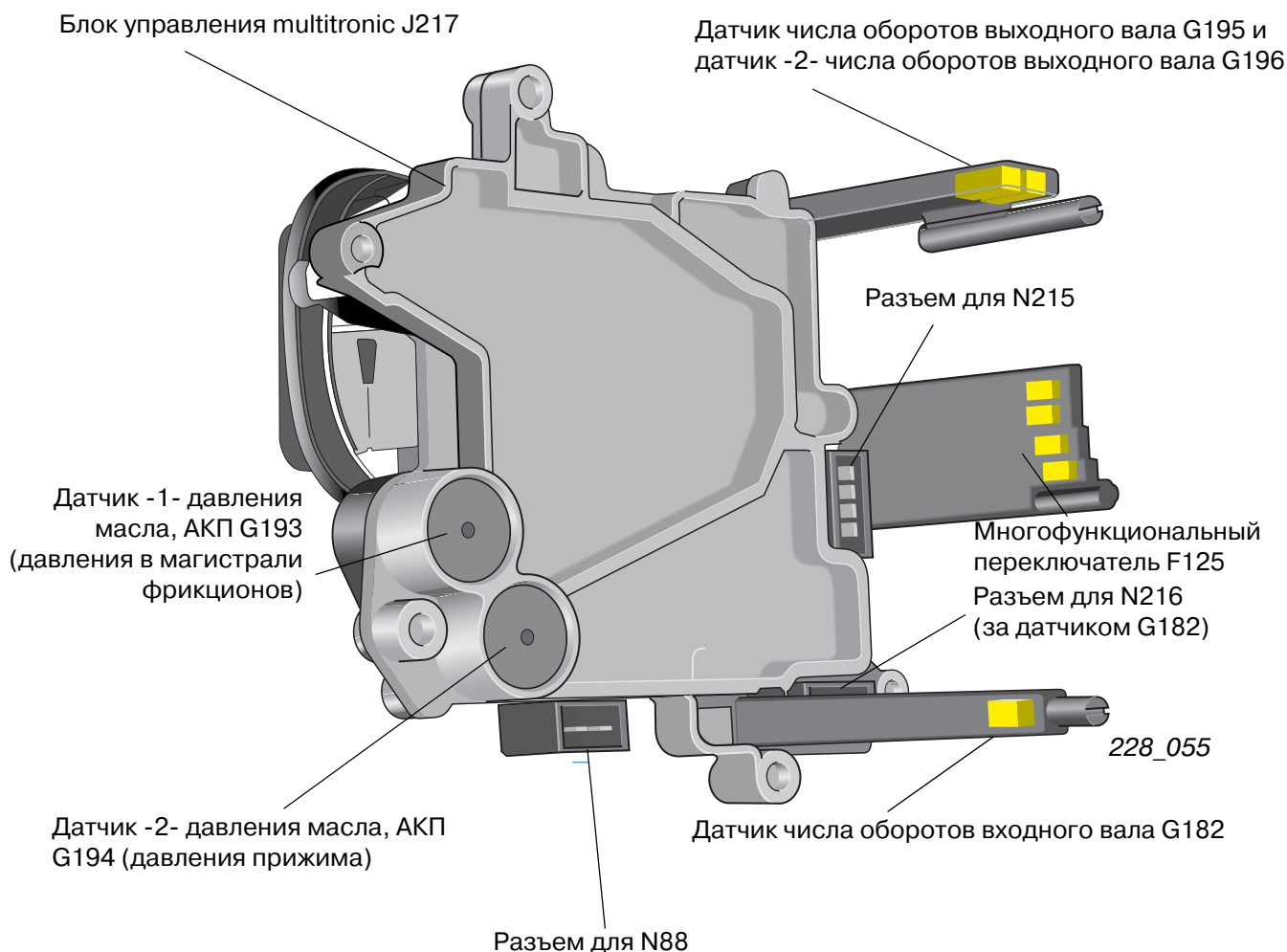
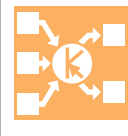
Особенностью КП multitronic® является интеграция электронного блока управления в коробку передач.

Электронный блок закреплен прямо на гидравлическом блоке управления.

Блок управления непосредственно (то есть без всяких проводов) соединен с тремя клапанами регулировки давления с помощью надежных разъемов. Для соединения с сетью автомобиля использован 25-контактный компактный разъем.

Еще одним новшеством является интеграция датчиков в блок управления.

- ▶ F125 — многофункциональный переключатель
- ▶ G182 — датчик числа оборотов входного вала
- ▶ G195 — датчик числа оборотов выходного вала
- ▶ G196 — датчик -2- числа оборотов выходного вала
- ▶ G93 — датчик температуры масла в коробке передач
- ▶ G193 — датчик -1- давления масла, АКП (давление в магистрали фрикционов)
- ▶ G194 — датчик -2- давления масла, АКП (давление прижима)



Управление коробкой передач

Устойчивая к деформациям алюминиевая пластина служит основанием для электронных компонентов и отводит тепло. Корпус блока изготовлен из пластмассы и герметично скреплен с основанием заклепками. Так как все датчики находятся внутри корпуса, то соединительные провода и разъемы отсутствуют.

Большая часть отказов электроники происходит по вине проводов и разъемов, поэтому такая конструкция повышает надежность системы.

Датчики числа оборотов и многофункциональный переключатель представляют собой датчики Холла.

В датчиках Холла отсутствует трение, поэтому нет и механического износа. Сигналы этих датчиков не искажаются электромагнитными полями, что опять же повышает надежность узла.



Малое число соединений с блоком управления КП позволило обойтись без отдельного жгута проводов для multitronic® и интегрировать все провода в жгут проводов двигателя.

25-контактный разъем

Датчик температуры масла в КП G93

Датчик числа оборотов входного вала G182 (1 датчик Холла)

228_077

Многофункциональный переключатель F125 (4 датчика Холла)

Датчик числа оборотов выходного вала G195 и датчик -2- числа оборотов выходного вала G196 (2 датчика Холла)

Индикация неисправностей

Большинство неисправностей КП multitronic® обнаруживается ее системой самодиагностики.

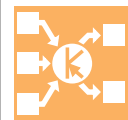
В зависимости от того, как неисправность могла бы повлиять на работу КП multitronic® и безопасность, водителю сообщается о ней с помощью индикатора включенной передачи в комбинации приборов. Индикатор включенной передачи одновременно служит и индикатором неисправностей.

Обнаруживаемые самодиагностикой multitronic® неисправности делятся на 3 вида:

1. Код неисправности записывается в память. Резервная программа позволяет продолжить движение (с некоторыми ограничениями). Водителю не сообщается об этой неисправности, потому что она не критична для работы multitronic® и безопасности. Если водитель и заметит какие-то неполадки по поведению автомобиля, то он сам обратится на сервисную станцию Audi.
2. Как в случае 1, только в дополнение к этому инверсное свечение индикатора включенной передачи сообщает водителю о наличии неисправности. Эта неисправность еще не критична для безопасности и КП multitronic®. Но водитель должен как можно скорее обратиться на сервисную станцию для устранения неисправности.
3. Как в случае 1, только в дополнение к этому **мигание** индикатора включенной передачи сообщает водителю о наличии неисправности. Эта неисправность уже критична для безопасности или КП multitronic®. Поэтому водитель должен как можно скорее обратиться на сервисную станцию для устранения неисправности.



При определенных обстоятельствах мигание индикатора может означать, что автомобиль будет поддерживаться на ходу только до следующей остановки. После этого продолжить движение будет невозможно! В некоторых случаях продолжить поездку все же можно, но для этого нужно перезапустить двигатель.



228_102



228_103



228_104

Датчики

Так как блок управления встроен в коробку передач, то сигналы датчиков нельзя теперь измерить обычными измерительными приборами. Проверить их можно только с помощью диагностических тестеров в режиме «Fehler auslesen» (Считать коды неисправностей) и «Auslesen der Messwertblocke» (Считать блоки измеряемых величин).

Поэтому в этой программе было решено отказаться от описания и изображения сигналов датчиков.

При отказе одного из датчиков блок управления КП генерирует по сигналам других датчиков и информации объединенных с ним в сеть блоков управления резервные значения. С их помощью автомобиль поддерживается на ходу.

При этом ходовые качества автомобиля зачастую изменяются так незначительно, что водитель не сразу замечает отказ датчика. Однако следующая неисправность может иметь уже серьезные последствия.



Датчики являются неотъемлемой частью блока управления КП. При отказе любого из датчиков необходимо заменить весь блок управления КП.

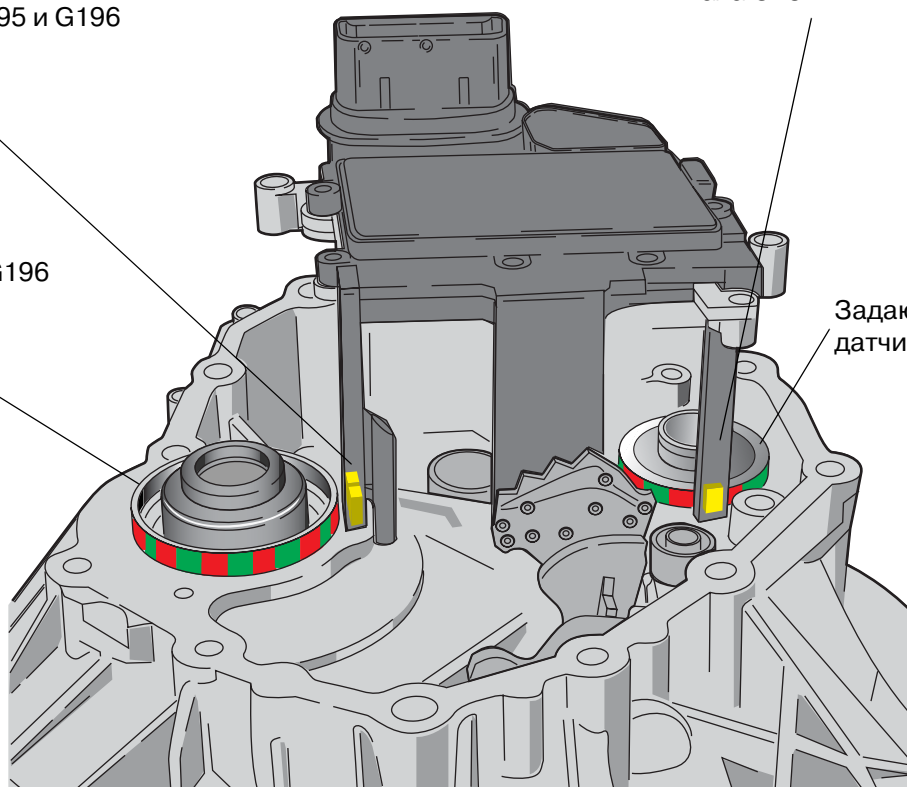
Датчик числа оборотов входного вала G182 и датчики числа оборотов выходного вала G195 и G196

Датчики числа оборотов выходного вала G195 и G196

Задающий ротор датчиков G195 и G196

Датчик числа оборотов входного вала G182

Задающий ротор датчика G182



228_078

Датчик G182 измеряет число оборотов шкива 1, то есть фактическое число оборотов входного вала.

Число оборотов входного вала...

... используется вместе с числом оборотов двигателя для регулировки фрикционов (подробнее см. в «Управление проскальзыванием»),

... служит в качестве основной величины для регулировки передаточного отношения (подробнее см. в «Управление передаточным отношением»).

Датчики G195 и 196 измеряют число оборотов шкива 2, то есть число оборотов выходного вала.

Сигнал датчика G195 служит для измерения числа оборотов. Сигнал датчика G196 служит для определения направления вращения, то есть для того, чтобы отличать передних ход от заднего (см. «Управление при движении с малой скоростью»).

Число оборотов выходного вала служит...

... для управления передаточным отношением,

... для управления фрикционом при движении с малой скоростью,

... для реализации противооткатной функции «Hillholder»,

... для получения сигнала скорости, передаваемого комбинации приборов.

На торце **задающего ротора** имеется кольцо, состоящее из 40 (у G182) или 32 (у G195 и G196) магнитов (полюса N/S).

Последствия выхода датчика G182 из строя:

- ▶ При трогании с места используется фиксированная характеристика.
- ▶ Не происходит регулировка малого проскальзывания и адаптация фрикционов.

В качестве резервного значения используется число оборотов двигателя.

Индикация неисправности: нет

При отказе датчика G195 число оборотов на выходе КП определяется по сигналу датчика G196. Противооткатная функция «Hillholder» не работает.

При отказе датчика G196 противооткатная функция «Hillholder» не работает.

Если отказали оба датчика, то по информации об угловых скоростях колес (передается по шине CAN) рассчитывается резервное значение. Противооткатная функция «Hillholder» не работает.

Индикация неисправностей: нет



Сильное загрязнение магнитного кольца (металлическим продуктом износа) может ухудшить работу датчиков G182, G195 и G196. Поэтому при ремонте его следует очищать от примагнитившихся металлических частичек.



Управление коробкой передач

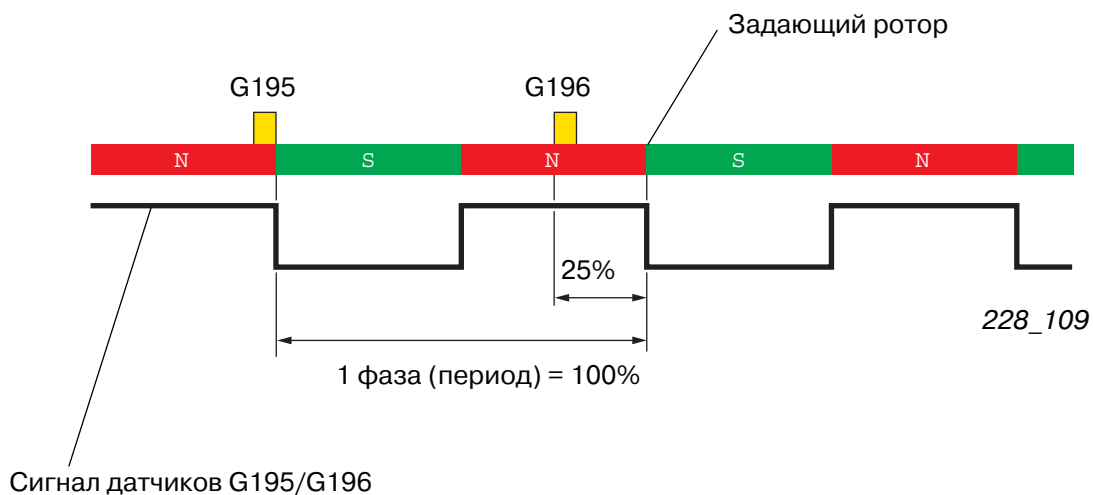
Направление вращения распознается следующим образом:

На торце задающего ротора датчиков G195 и G196 имеется кольцо, состоящее из 32 магнитов (полюса N/S).

Датчик G195 смещен относительно датчика G196 таким образом, что фазы сигналов датчиков сдвинуты друг относительно друга на 25%.



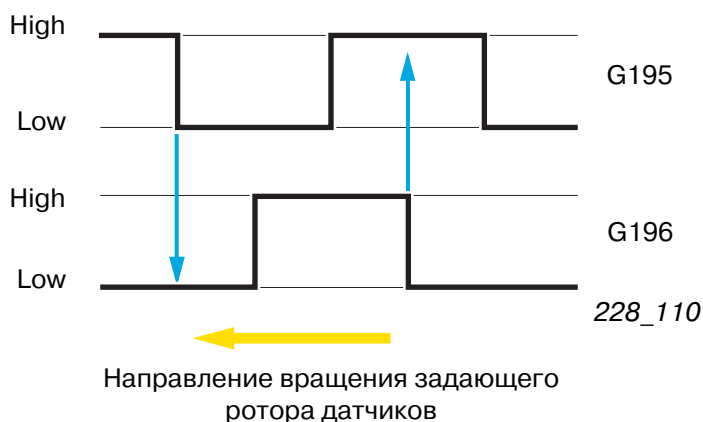
Распознавание направления вращения необходимо, в основном, для работы функции «Hillholder».



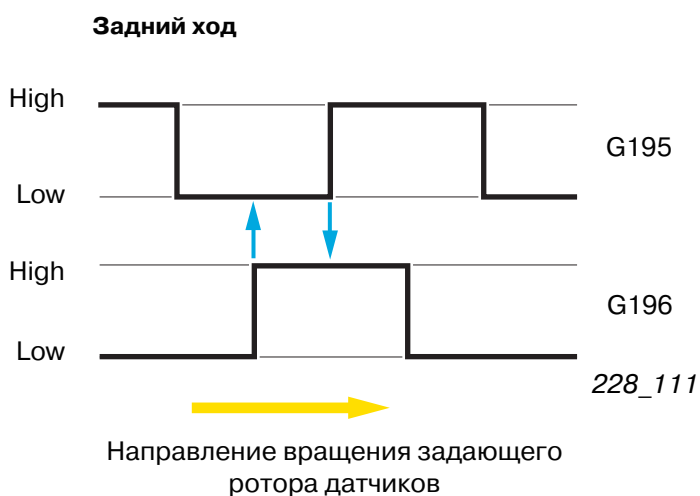
После включения зажигания блок управления отслеживает ниспадающие фронты обоих сигналов. В момент уменьшения сигнала одного датчика он проверяет уровень сигнала второго датчика.

Из этого примера видно, что при ниспадающем фронте сигнала датчика G195 сигнал датчика G196 имеет низкий логический уровень («Low»), а при ниспадающем фронте сигнала датчика G196 сигнал датчика G195 имеет высокий логический уровень («High»). Такую «картину» блок управления КП интерпретирует как движение вперед.

Движение вперед



В этом примере при ниспадающем фронте сигнала датчика G195 сигнал датчика G196 имеет высокий логический уровень («High»), а при ниспадающем фронте сигнала датчика G196 сигнал датчика G195 имеет низкий логический уровень («Low»). Такую «картину» блок управления КП интерпретирует как движение назад (задний ход).

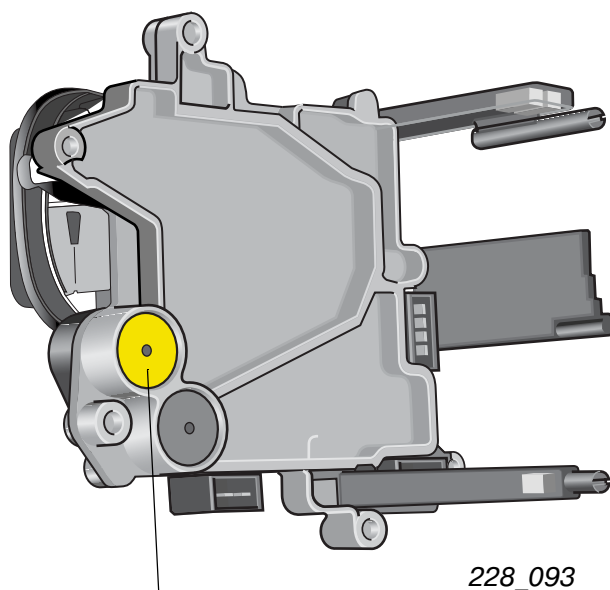


Датчик -1- давления масла, АКП G193

Датчик G193 измеряет давление масла в магистрали фрикционов переднего и заднего хода и служит для слежения за работой фрикционов (см. «Управление фрикционами»).

Слежение за давлением масла в магистрали фрикционов очень важно, поэтому при неисправности датчика G193 в большинстве случаев срабатывает предохранительный клапан (см. «Аварийное отключение»).

Индикация неисправностей: мигание



Датчик -1- давления масла, АКП G193

Управление коробкой передач

Датчик -2- давления масла, АКП G194

Датчик G194 измеряет давление прижима, которое регулируется датчиком крутящего момента.

Так как давление прижима всегда определенным образом соотносится с передаваемым на КП фактическим крутящим моментом, то датчик G194 позволяет очень точно измерить крутящий момент на входе КП.

Сигнал датчика G194 служит для управлением фрикционными (управление и адаптация при движении с малой скоростью).

При неисправности датчика G194 адаптация при движении с малой скоростью не работает. Крутящий момент при движении с малой скоростью регулируется с помощью записанных в память значений.

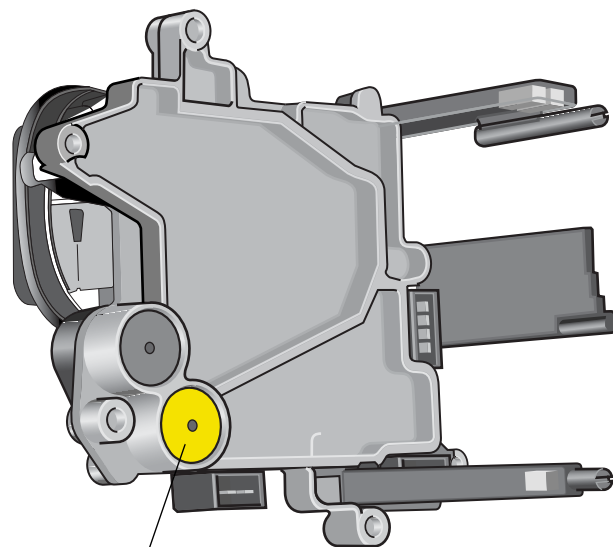
Индикация неисправностей: нет

Многофункциональный переключатель F125

Многофункциональный переключатель F125 состоит из 4 датчиков Холла, которыми управляет магнитная кулиса штока выбора передач. Сигналы датчиков Холла интерпретируются как положения механических переключателей. Высокий логический уровень сигнала означает: переключатель замкнут (1). Низкий логический уровень сигнала означает: переключатель разомкнут (0).

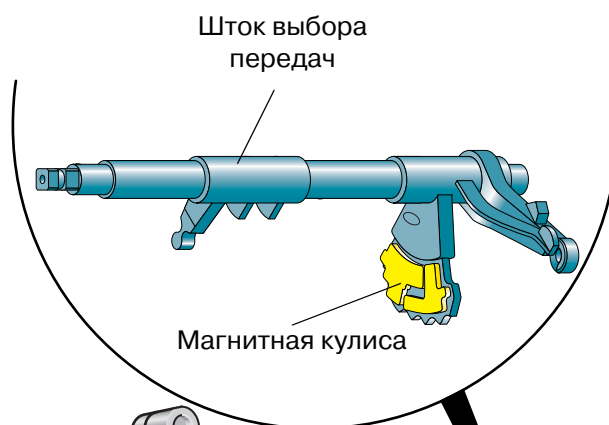
Таким образом, каждый такой «переключатель» (датчик Холла) генерирует два сигнала: «1» и «0». Четыре «переключателя» дают 16 различных комбинаций:

- ▶ 4 комбинации для распознавания положений селектора P, R, N, D,
- ▶ 2 комбинации, для распознавания промежуточных положений (P-R, R-N-D),
- ▶ 10 комбинаций, для распознавания ошибок.



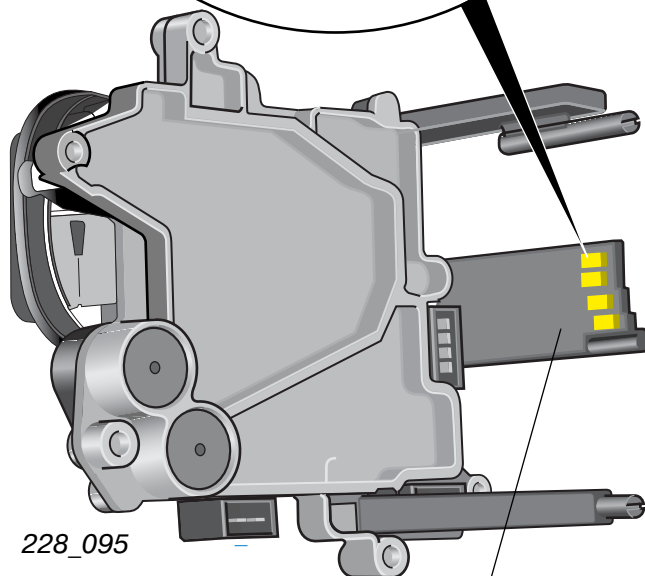
Датчик -2- давления масла, АКП G194

228_094



Шток выбора передач

Магнитная кулиса



228_095

4 датчика Холла: А, В, С, D

Комбинации логических значений

Положение селектора	Датчики Холла			
	A	B	C	D
Р	0	1	0	1
между Р и R	0	1	0	0
R	0	1	1	0
между R и N	0	0	1	0
N	0	0	1	1
между N и D	0	0	1	0
D	1	0	1	0
Ошибка	0	0	0	0
Ошибка	0	0	0	1
Ошибка	0	1	1	1
Ошибка	1	0	0	0
Ошибка	1	0	0	1
Ошибка	1	0	1	1
Ошибка	1	1	0	0
Ошибка	1	1	0	1
Ошибка	1	1	1	0
Ошибка	1	1	1	1

См. также руководство по ремонту!

Пример:

Рычаг селектора находится в положении «N». Если отказывает, например, датчик Холла «С», то комбинация логических значений будет выглядеть так: «0 0 0 1». Блок управления КП теперь не в состоянии распознавать положение селектора «N». Он расценивает комбинацию как ошибочную и запускает соответствующую резервную программу.



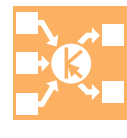
Если из строя выходит датчик Холла «D», то запуск двигателя становится невозможным.

Информация о положении селектора нужна блоку управления КП для выполнения следующих функций:

- ▶ управление блокировкой пуска
- ▶ управление фонарями заднего хода
- ▶ управление блокировкой селектора в положении P/N
- ▶ предоставление информации о режиме движения (вперед/назад/нейтраль) для управления фрикционными
- ▶ блокировка изменения передаточного числа при движении задним ходом

Неисправности переключателя F125 проявляют себя по-разному, вплоть до невозможности тронуться с места.

Индикация неисправностей: мигание



Управление коробкой передач

Датчик температуры масла в КП G93

Датчик G93 встроен в электронную схему блока управления КП. Он измеряет температуру алюминиевого основания блока управления, которая примерно равняется температуре масла в коробке передач.

Температура масла в коробке передач влияет на регулировку фрикционов и оборотов ведущего шкива. Поэтому она играет важную роль в выполнении функций управления и адаптации.

При выходе датчика G93 из строя для расчета резервного значения используется температура двигателя. Функции адаптации и некоторые функции управления не работают.

Индикация неисправностей: инверсная

В целях защиты деталей и узлов при температуре масла КП 145°C и более принудительно уменьшается мощность двигателя.

Если температура продолжает расти, мощность двигателя уменьшается все больше и больше (при этом обороты могут упасть до холостого хода).

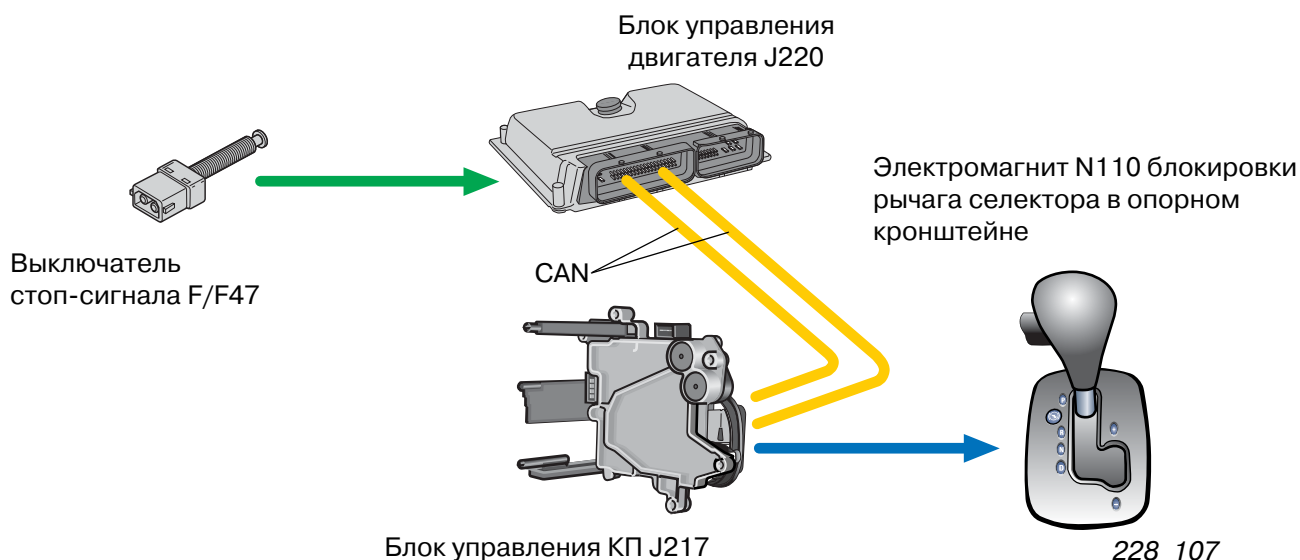
Индикация неисправностей: мигание

Информация «тормоз нажат»

Информация «тормоз нажат» требуется для реализации следующих функций:

- ▶ блокировка рычага селектора
- ▶ управление при движении с малой скоростью
- ▶ динамическая программа регулирования (DRP)

Прямая связь с выключателем стоп-сигнала отсутствует. Информацию «тормоз нажат» передает по шине CAN блок управления двигателя.



228_107

Информация «Kickdown»

Для информирования о режиме Kickdown предусмотрен отдельный выключатель.

На модуле педали акселератора находится подпружиненный нажимной элемент. В момент его сжатия (в конце хода педали) водитель ощущает повышенное сопротивление педали, которое ассоциируется с включением режима Kickdown.

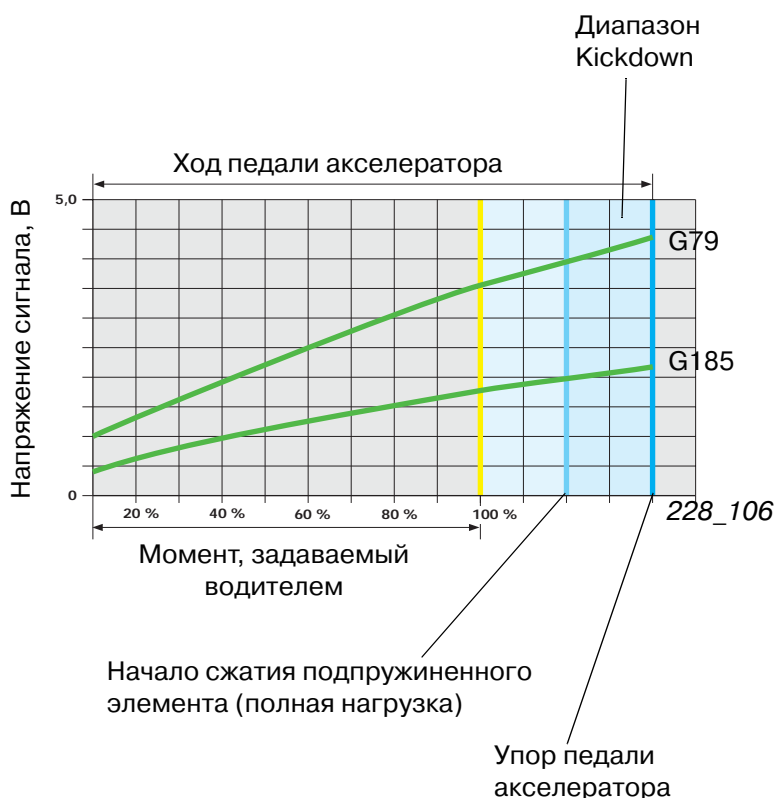
Когда водитель включает режим Kickdown, напряжения сигналов датчиков G79 и G185 (модуль педали акселератора) превышают уровень значения для полной нагрузки. Как только напряжение сигнала достигает определенного значения, блок управления двигателем распознает, что режим Kickdown включен, и подает сигнал об этом по шине CAN блоку управления КП.

При работе КП в автоматическом режиме для скорейшего разгона в режиме Kickdown выбирается наиболее динамичная характеристика регулировки.

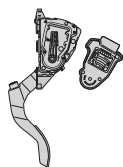
Для этого не обязательно удерживать педаль акселератора в положении Kickdown. Достаточно один раз включить этот режим, а затем удерживать педаль в положении полной нагрузки.



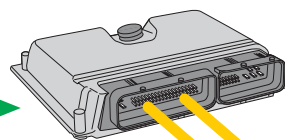
После замены модуля педали акселератора необходимо произвести запоминание (адаптацию) точки включения Kickdown с помощью диагностического тестера, см. руководство по ремонту.



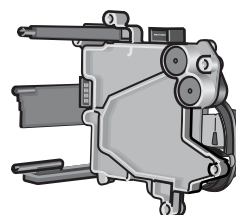
Модуль педали акселератора G79/G185



Блок управления двигателем J220

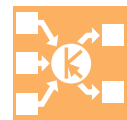


CAN



228_108

Блок управления КП J217



Управление коробкой передач

Переключатель tiptronic F189

Переключатель tiptronic F189 установлен в печатной плате кулисы селектора. Он состоит из 3 датчиков Холла, которые срабатывают под действием закрепленного на жалюзи селектора магнита.

- А - датчик переключения на низшую передачу
- В - датчик для распознавания режима tiptronic
- С - датчик переключения на высшую передачу

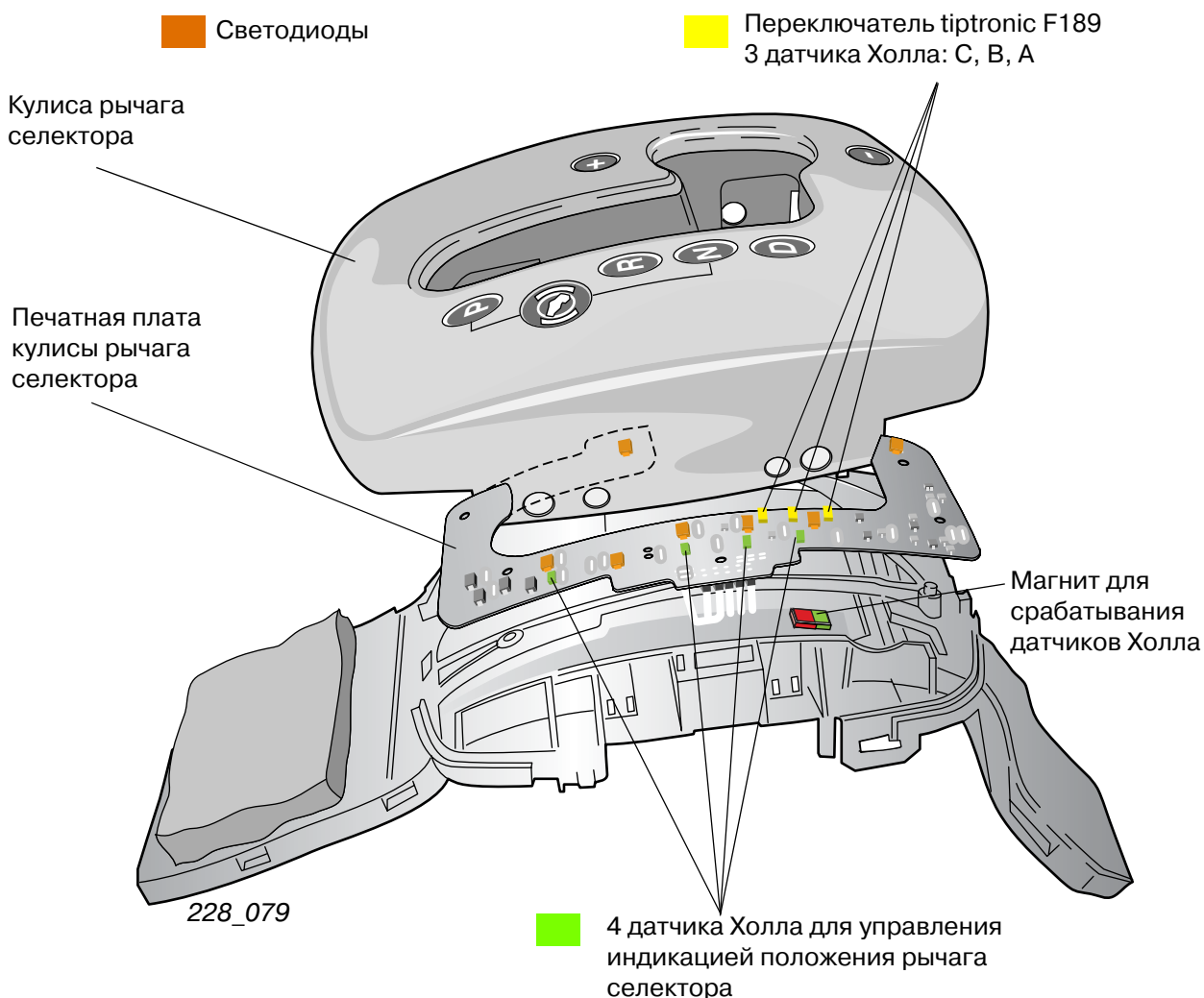
Каждым светодиодом индикации положения рычага селектора управляет отдельный датчик Холла.

Во включенном состоянии переключателя F189 подают на блок управления КП массу (сигнал Low).

При неисправном переключателе функция tiptronic блокируется.

Индикация неисправностей: инверсная

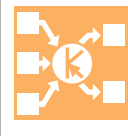
На плате имеется 7 светодиодов: по одному светодиоду для всех положений рычага селектора, значка «стояночный тормоз» и значков «+» и «-» паза tiptronic.



Обмен информацией КП multitronic® по шине CAN

При оснащении автомобиля КП multitronic® обмен информацией между блоком управления КП и другими объединенными с ним в сеть БУ осуществляется, за небольшим исключением, по шине CAN (CAN-привод).

На схеме показано, какую информацию блок управления КП передает по шине CAN, а какую получает от других блоков управления.



Подробнее о шине CAN см. в программах самообучения 186 и 213.

Дополнительные сигналы/интерфейсы

При установленной КП multitronic® для обмена информацией по шине CAN имеются следующие дополнительные интерфейсы:

- Контакт 15 сигнал числа оборотов двигателя
- Контакт 6 сигнал для индикатора включенной передачи
- Контакт 5 сигнал скорости движения
- Контакт 2 интерфейс для диагностики и программирования
- Контакт 13 сигнал tiptronic'a (распознавание)
- Контакт 12 сигнал tiptronic'a (переключение на низшую передачу)
- Контакт 14 сигнал tiptronic'a (переключение на высшую передачу)

Сигнал числа оборотов двигателя

Число оборотов двигателя является важнейшей информацией для КП multitronic®. Для повышения надежности КП multitronic® эта информация передается блоку управления КП по отдельному интерфейсу и дублируется по шине CAN (см. схему работы системы).

При неполадках в отдельной линии передачи сигнала о числе оборотов двигателя в качестве резервного значения используется информация об оборотах двигателя, передаваемая по шине CAN.

При неисправности линии передачи сигнала о числе оборотов двигателя регулировка проскальзывания не работает.



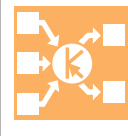
Подробнее о сигнале числа оборотов двигателя см. в программе самообучения 198.

Сигнал для индикатора включенной передачи

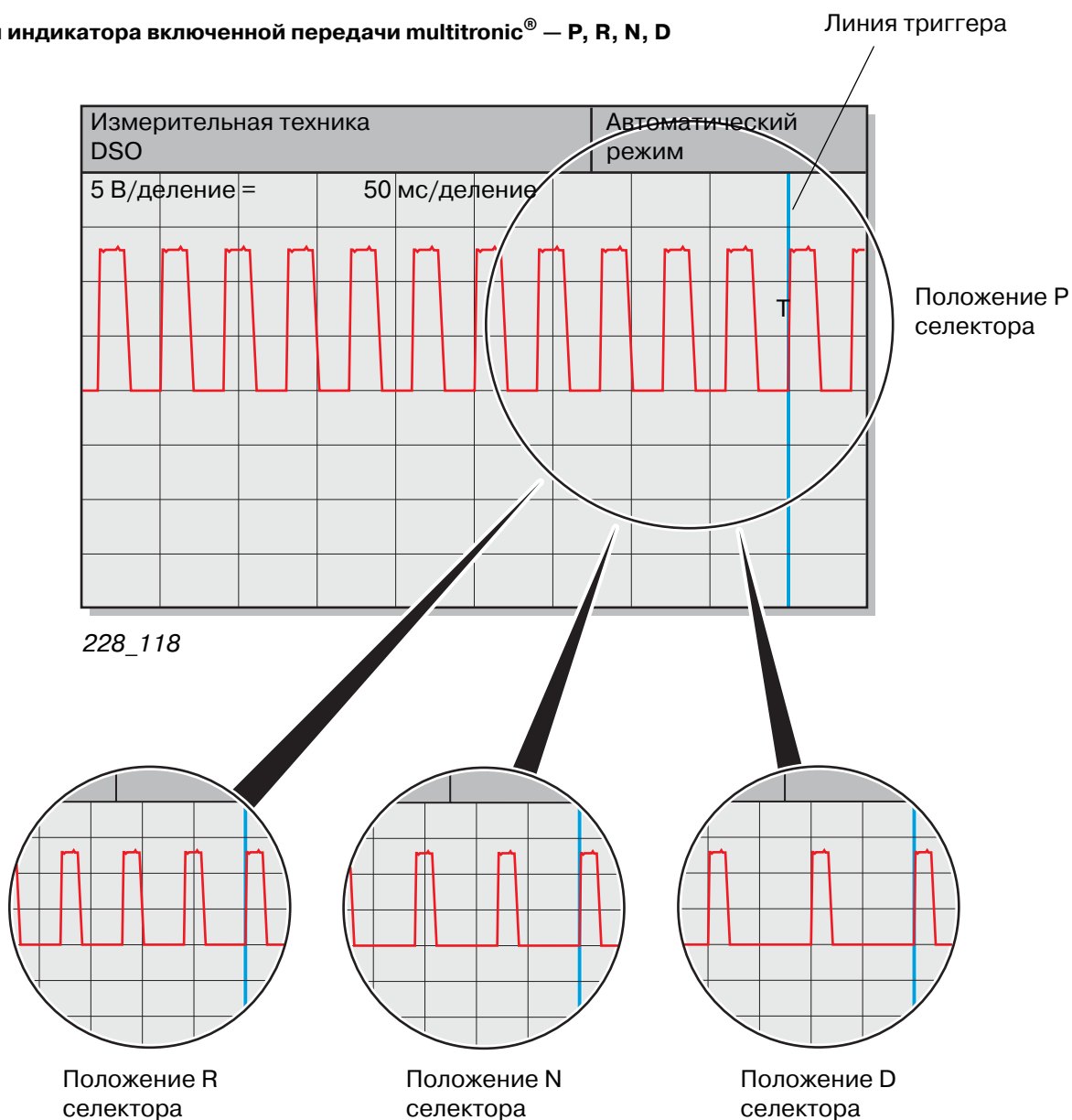
Сигнал для индикатора включенной передачи — это генерируемый блоком управления КП прямоугольный сигнал с постоянной длительностью (20 мс) высокого уровня и переменной низкой.

Каждому положению селектора или каждой виртуальной передаче в режиме tiptronic соответствует определенная длительность сигнала низкого уровня.

По длительности сигнала низкого уровня индикатор в комбинации приборов распознает и соответственным образом отображает включенное положение.



Сигнал для индикатора включенной передачи multitronic® — P, R, N, D



Управление коробкой передач



С внедрением шины CAN в комбинации приборов (Audi A6, с середины 2000 г.) планируется отказаться от интерфейса «Индикация включенной передачи» и «Скорость движения», так как эта информация уже передается по шине CAN.

Для упрощения представления сигналы **всех** шести передач tiptronic объединены в **одной** диаграмме.



Сигнал для индикации включенной передачи tiptronic - 1-я, 2-я, 3-я, 4-я, 5-я и 6-я передачи

Линия триггера



228_117

Сигнал скорости движения

Сигнал скорости движения — это генерируемый блоком управления КП прямоугольный сигнал. Сквозность импульсов составляет около 50%, а частота изменяется синхронно со скоростью движения.

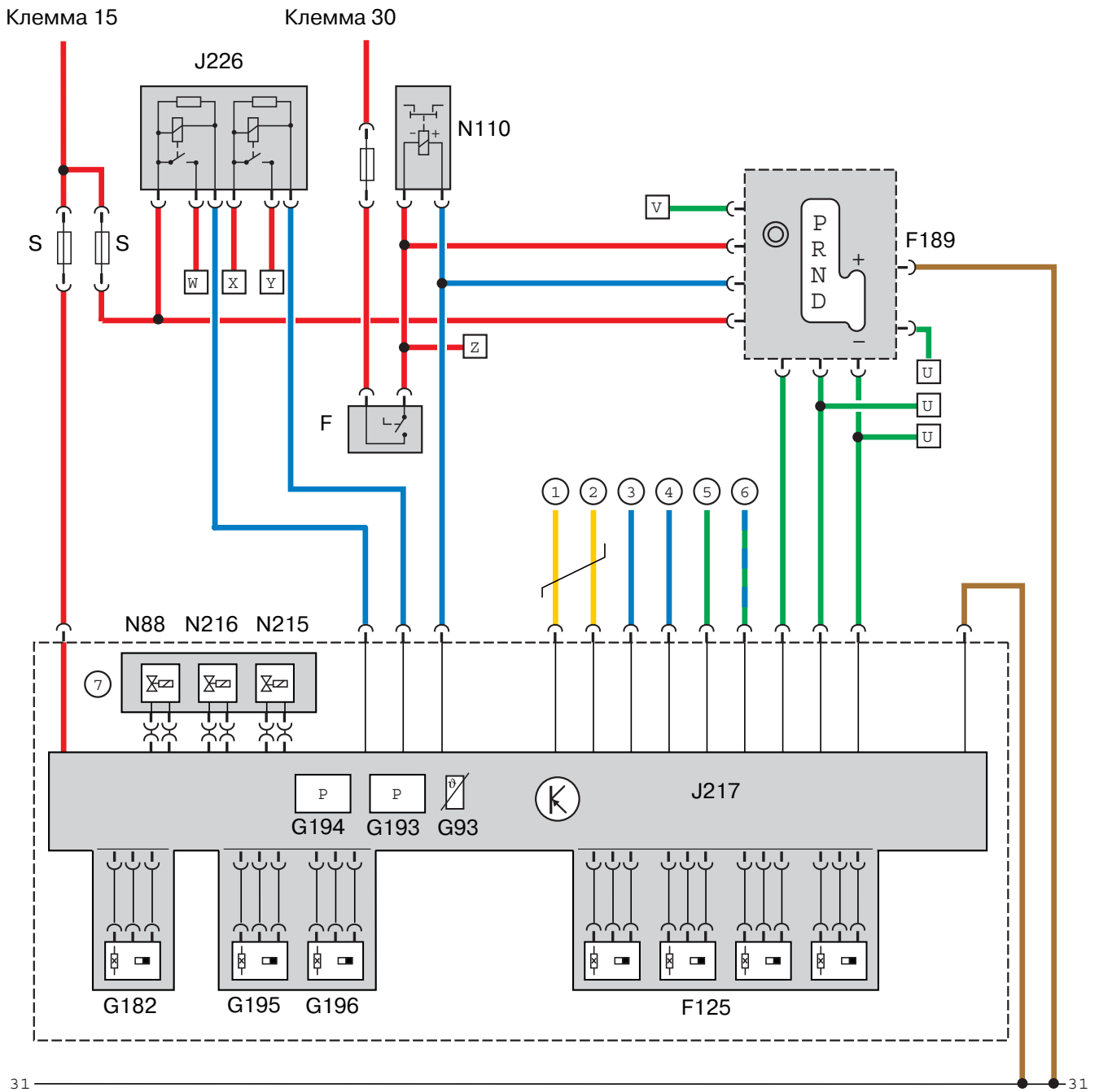
В ней сигнал используется для работы спидометра и передается блоком управления комбинации приборов другим объединенным в сеть блоком управления и системам (двигателя, климатической установки, магнитолы и так далее).

На один оборот колеса генерируется 8 сигналов, которые передаются по отдельной линии к комбинации приборов.



Управление коробкой передач

Функциональная схема



228_030

Компоненты

F	Выключатель стоп сигнала
F125	Многофункциональный переключатель
F189	Переключатель tiptronic
G93	Датчик температуры масла в КП
G182	Датчик числа оборотов входного вала
G193	Датчик -1- давления масла, АКП (давление в магистрали фрикционов)
G194	Датчик -2- давления масла, АКП (давление прижима)
G195	Датчик числа оборотов выходного вала
G196	Датчик -2- числа оборотов выходного вала
N88	Электромагнитный клапан 1 (охлаждения фрикционов/ аварийного отключения)
N110	Электромагнит блокировки селектора
N215	Клапан регулировки давления -1- АКП (управление фрикционами)
N216	клапан регулировки давления -2- АКП (регулировка передаточного отношения)
J217	Блок управления multitronic
J226	Реле блокировки стартера и фонарей заднего хода
S	Предохранители

Соединения и дополнительные сигналы

U	К рулевому колесу tiptronic (дополнительное оборудование)
V	От клеммы 58d
W	К фонарям заднего хода
X	От замка зажигания, клемма 50
Y	К стартеру (клемма 50)
Z	К стоп-сигналам
1	CAN-привод, Low
2	CAN-привод, High
3	Сигнал для индикатора включенной передачи
4	Сигнал скорости движения
5	Сигнал числа оборотов двигателя
6	Диагностический разъем К-линии

Значение цветов

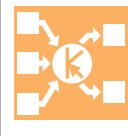
	= входной сигнал
	= выходной сигнал
	= плюс
	= масса
	= в двух направлениях
	= CAN-привод

--- -- -- -- multitronic®

⑦ Установлен в гидравлическом блоке управления



Малое число соединений с блоком управления КП позволило обойтись без отдельного жгута проводов для multitronic® и интегрировать все провода в жгут проводов двигателя.



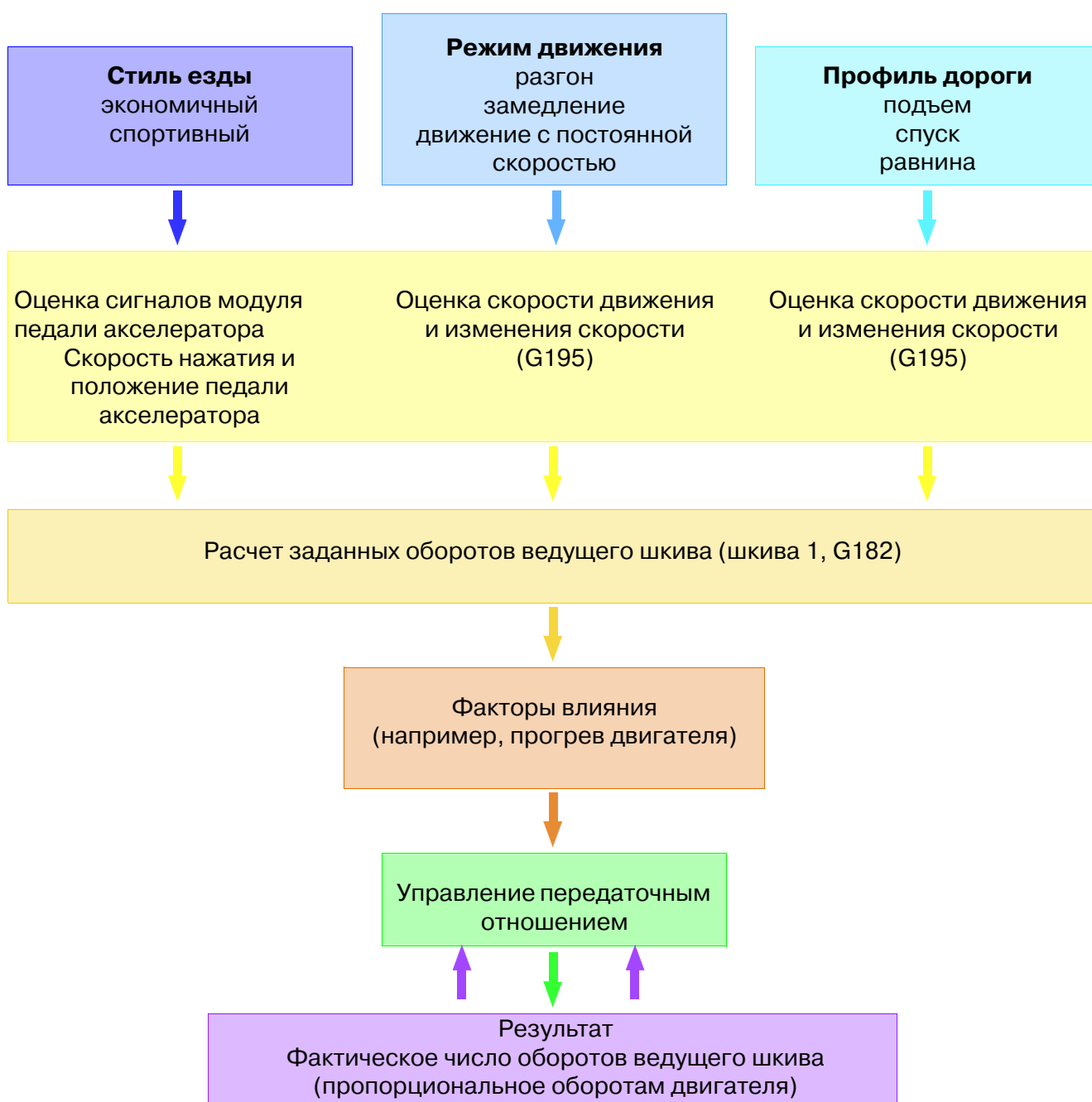
Управление коробкой передач

Динамическая программа регулировки (DRP)

Для расчета заданного числа оборотов ведущего шкива у блока управления multitronic® имеется динамическая программа регулирования (DRP).

Она представляет собой усовершенствованную динамическую программу переключения (DSP), известную по ступенчатым АКП.

DRP призвана регулировать передаточное отношение таким образом, чтобы характер движения автомобиля соответствовал желанию водителя. Водитель при этом должен ощущать, что АКП работает так, как если бы он управлял ею вручную.



Чтобы передаточное отношение КП в любой ситуации было оптимальным, необходимо определить такие параметры, как стиль езды, режим движения и профиль дороги.

Для этого блок управления КП оценивает скорость нажатия и положение педали акселератора (оценка желания водителя), а также скорость и степень ускорения автомобиля (режим движения, профиль дороги).

На основе этой информации заданный уровень оборотов ведущего шкива устанавливается в пределах между самой экономичной и самой спортивной характеристиками путем изменения передаточного отношения таким образом, чтобы оно максимально учитывало профиль дороги и соответствовало желанию водителя.

Взаимосвязи и расчеты (стратегия и принципы регулировки) задаются программным обеспечением и не могут учитывать все обстоятельства. Поэтому, как и прежде, существуют ситуации, когда водителю имеет смысл выбрать режим tiptronic и вмешаться в управление.

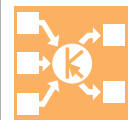


Стратегия регулирования может различаться в зависимости от модели, двигателя и варианта блока управления.

Стиль езды
экономичный
спортивный

Режим движения
разгон
замедление
движение с постоянной
скоростью

Профиль дороги
подъем
спуск
равнина



Стратегия регулирования DRP

Ниже на примерах объясняется стратегия регулирования в типичных ситуациях.

На рис. 228_119 показано изменение числа оборотов во время разгона при полной нагрузке двигателя и включенном режиме Kickdown.

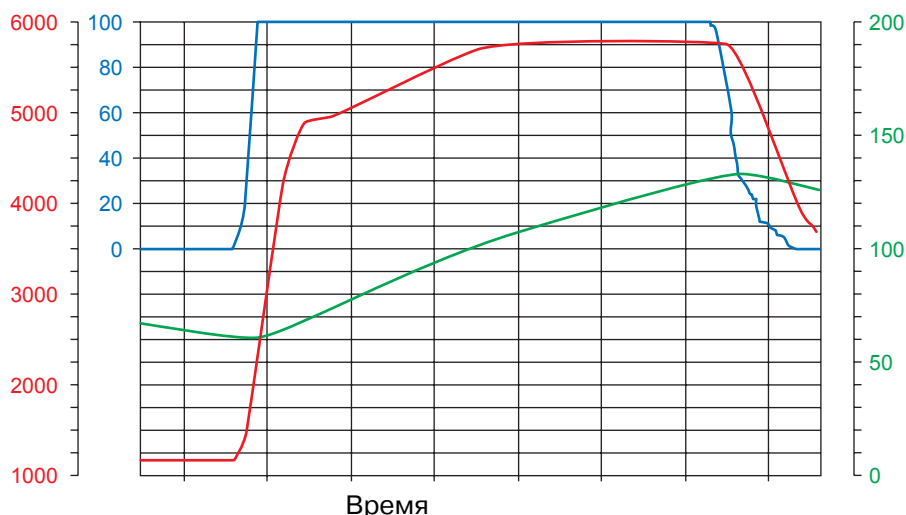
Включением режима Kickdown водитель сообщает блоку управления КП о том, что он хочет, чтобы разгон бы максимально быстрым.

Для этого двигатель должен в кратчайшее время развить максимальную мощность. Поэтому обороты двигателя выводятся на уровень, соответствующий его максимальной мощности, и поддерживаются до тех пор, пока педаль акселератора не будет отпущена.

Такое необычное поведение автомобиля требует некоторого привыкания, однако делает разгон максимально динамичным и позволяет поддерживать скорость на максимальном (при существующих силах сопротивления движению) уровне.

Так как обороты двигателя растут быстрее скорости, то появляются ощущения, напоминающие пробуксовку сцепления. Незадолго до достижения максимума оборотов этот эффект уменьшается.

Разгон в режиме Kickdown



228_119

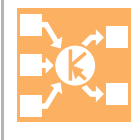
— Число оборотов двигателя, об/мин
— Нажатие педали акселератора, %

— Скорость, км/ч

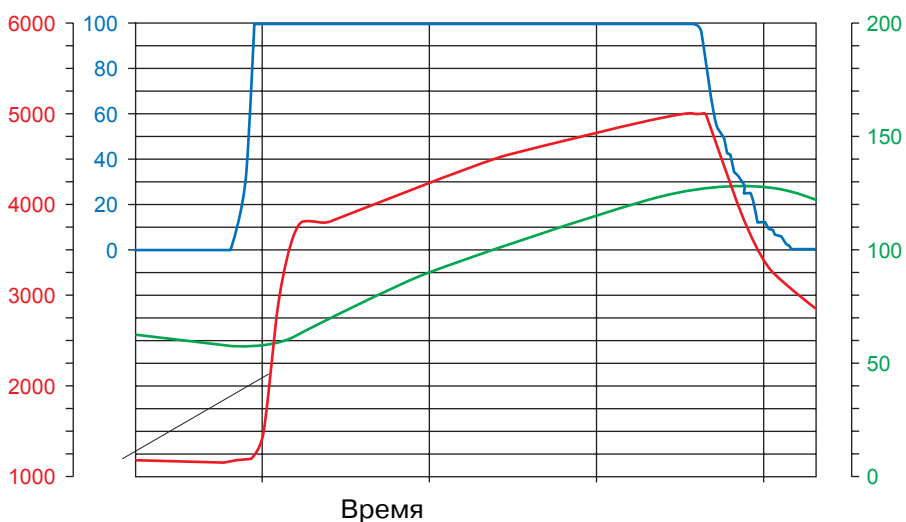
Чтобы описанный эффект проявлялся не так сильно, при обыкновенном разгоне с полной нагрузкой двигателя (без Kickdown) и при разгоне с частично нажатой педалью акселератора регулирование осуществляется по другим характеристикам (см. изменение числа оборотов, на рис. 228_124 и 228_122).

известное по ступенчатому КП поведение автомобиля, вызывая более-менее привычные ощущения. В соответствии со стилем вождения устанавливается высокий уровень оборотов при сильном нажатии на педаль акселератора (спортивная манера) и низкий при слабом ее нажатии (экономичная манера).

Работа по таким характеристикам характеризуется пропорциональным увеличением оборотов двигателя и коробки передач в зависимости от положения и скорости нажатия педали акселератора. Эта стратегия регулировки имитирует

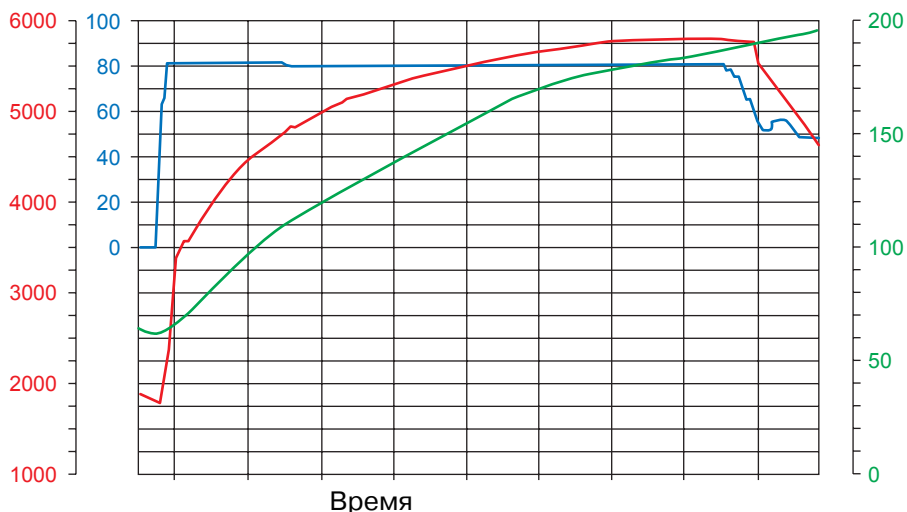


Разгон при полной нагрузке



228_124

Разгон при частичной нагрузке, нажатие педали акселератора 80%



228_122

- Число оборотов двигателя, об/мин
- Скорость, км/ч
- Нажатие педали акселератора, %

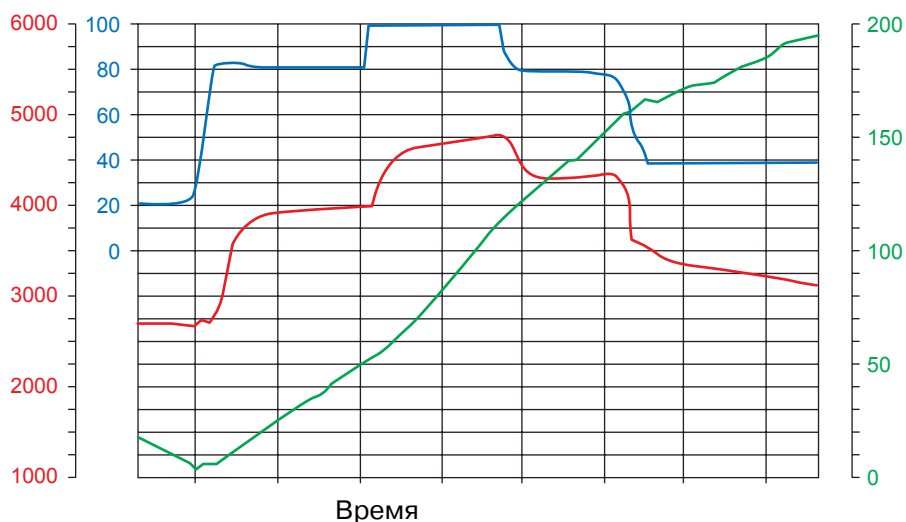
Управление коробкой передач

Как показано на рис. 228_123, быстрое изменение положения педали акселератора тут же вызывает соответствующее изменение числа оборотов с тем, чтобы мощность/разгон отвечали желанию водителя.

При экономичном стиле вождения, который характеризуется слабым и постепенным нажатием на педаль акселератора, скорость увеличивается на минимальных оборотах (см. рис. 228_121).

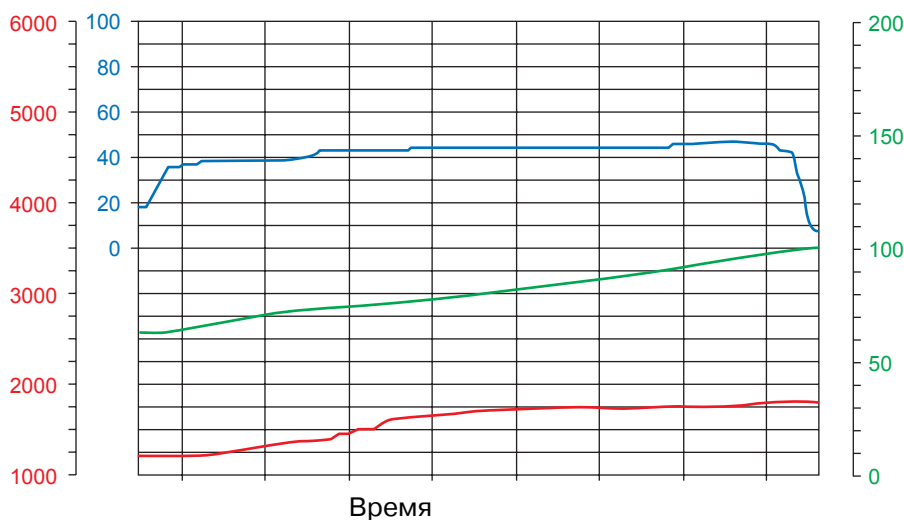


Изменение оборотов при быстром изменении степени нажатия педали акселератора



228_123

Разгон при экономичном стиле езды



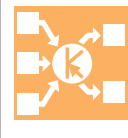
228_121

- Число оборотов двигателя, об/мин
- Скорость, км/ч
- Нажатие педали акселератора, %

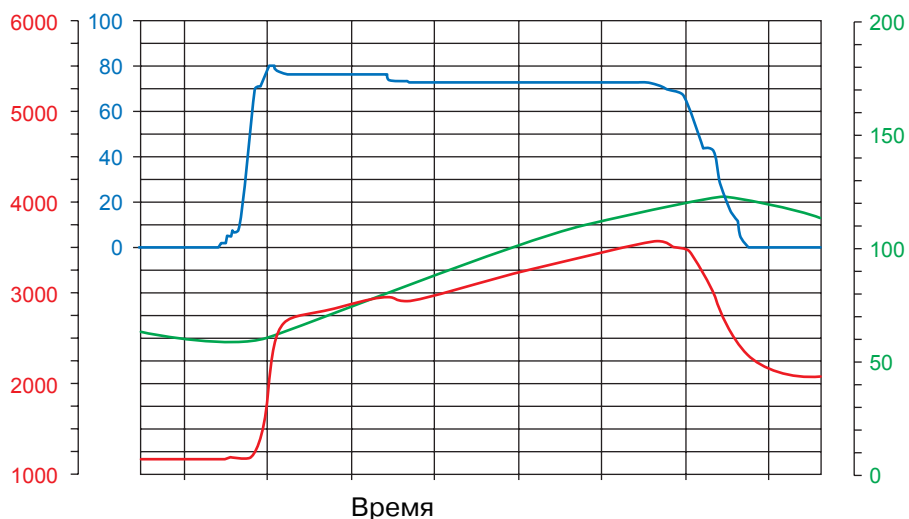
Уменьшение степени нажатия педали акселератора ведет, как видно из рис. 228_120 и 228_123, к снижению уровня оборотов.

При резком отпуске педали акселератора, особенно при спортивном стиле вождения, обороты двигателя некоторое (более длительное) время поддерживаются на высоком уровне.

Такая стратегия регулирования реализует желание водителя (торможение двигателем, высокие обороты принудительного холостого хода) и позволяет динамично ускорить автомобиль при последующем резком нажатии на педаль акселератора. Кроме того, она препятствует тому, чтобы передаточное отношение лишней раз изменялось.



Разгон с постепенным отпусанием педали акселератора



228_120

— Число оборотов двигателя, об/мин

— Скорость, км/ч

— Нажатие педали акселератора, %

Управление коробкой передач

Сопrotивление движению

Для распознавания величины дополнительного сопротивления движению (подъем, спуск, движение с прицепом) рассчитывается мощность на преодоление этого сопротивления.

Она позволяет судить о том, возросла ли потребность в мощности после того, как автомобиль покинул горизонтальный участок дороги (двигался без нагрузки), или она наоборот снизилась.

- $P_{\text{доп. сопр.}}$ = мощность дополнительного сопротивления движению
- $P_{\text{двиг.}}$ = фактическая мощность двигателя
- $P_{\text{разг.}}$ = мощность, затрачиваемая на разгон
- $P_{\text{сопр.}}$ = мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления движению

$$P_{\text{доп. сопр.}} = P_{\text{двиг.}} - P_{\text{разг.}} - P_{\text{сопр.}}$$

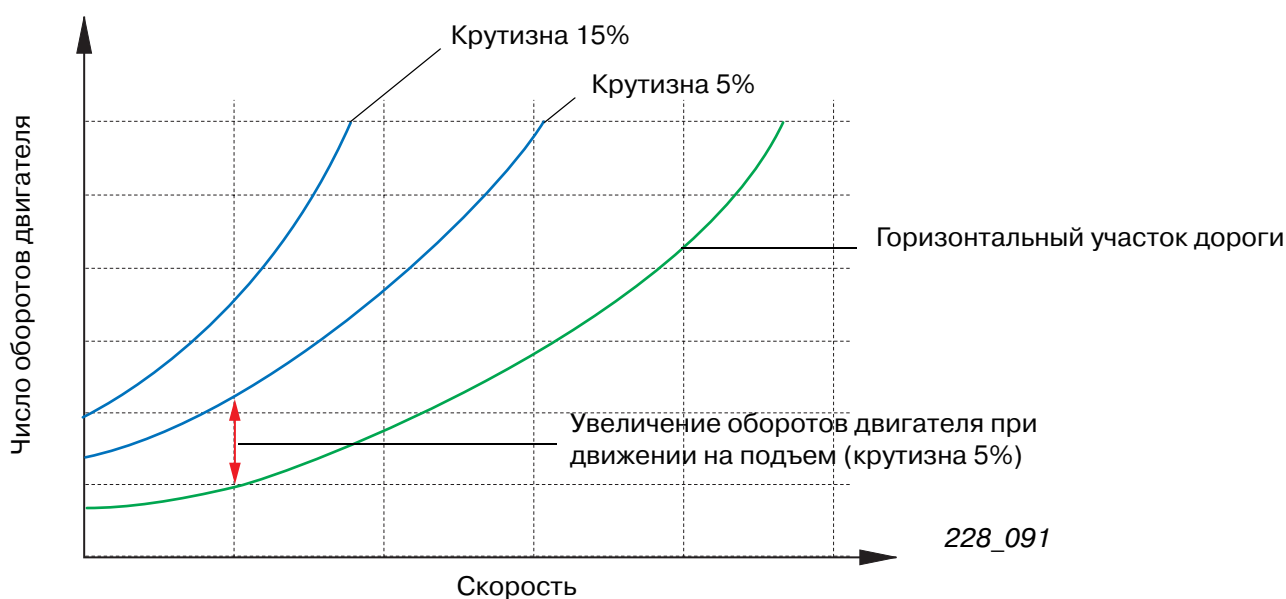
Преодоление подъема

Если потребность в мощности возросла, то это может быть вызвано тем, что автомобиль движется на подъем или буксирует прицеп.

В таком случае, как показывает рис. 228_091, уровень оборотов и, соответственно, мощности увеличивается путем выбора большего передаточного отношения и поэтому водитель избавляется от необходимости все время увеличивать нажатие на педаль акселератора.

На практике эта стратегия регулировки, которую еще называют компенсацией нагрузки, придает езде неизменный комфорт.

Рост оборотов при движении на подъем



Движение под уклон

При движении под уклон дела обстоят несколько иначе. Если на спуске водитель хочет использовать торможение двигателем, то он должен сообщить об этом нажатием на педаль тормоза (сигнал от выключателя F/F47).

Если двигатель работает на принудительном холостом ходу, а скорость, несмотря на нажатую педаль тормоза, возрастает, то передаточное отношение увеличивается и вместе с ним увеличивается тормозящий момент двигателя.

При многократном нажатии на педаль тормоза (скорость при этом не снижается) блок управления КП постепенно изменяет передаточное отношение в сторону увеличения (см. рис. 228_097). Таким образом водитель может существенно влиять на торможение двигателем.

С уменьшением крутизны уклона передаточное отношение изменяется в сторону уменьшения. При этом скорость движения немного увеличивается.

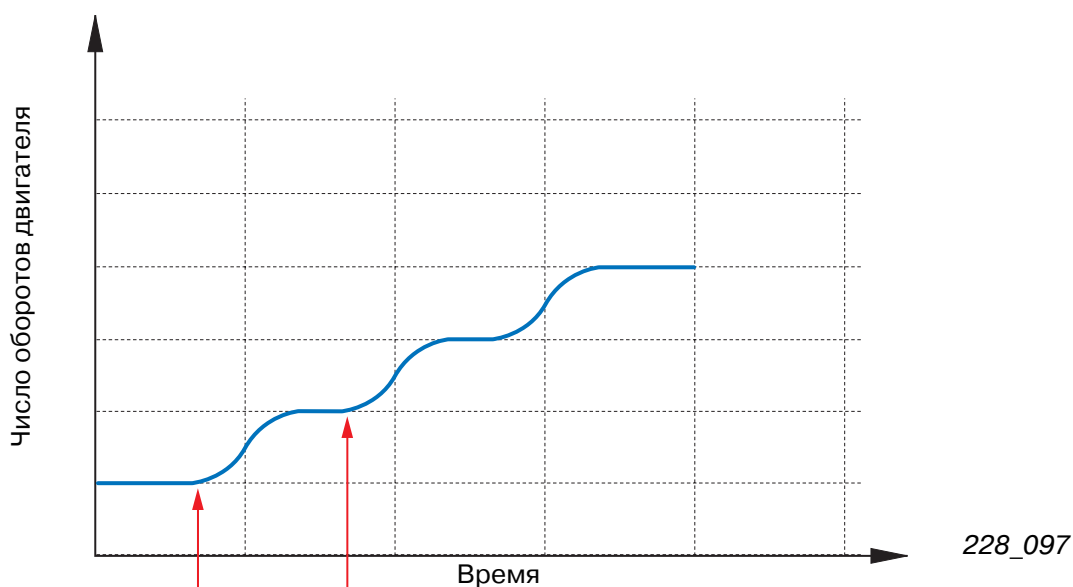


Если водитель нажал педаль тормоза уже при подъезде к спуску и во время движения под уклон продолжает удерживать ее нажатой, то описанная выше функция регулирования сначала не работает. Пока под действием тормозов скорость автомобиля остается практически неизменной, multitronic® не в состоянии распознать намерений водителя и помочь ему увеличением момента торможения двигателя.

Но как только ускорение автомобиля превышает определенное значение, функция регулировки при движении под уклон тут же включается.

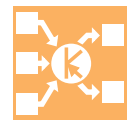
Целенаправленно влиять на тормозящий момент двигателя можно в режиме tiptronic.

Увеличение оборотов при движении под уклон



1. -ое нажатие на педаль тормоза, обороты двигателя возрастают, момент торможения двигателем увеличивается

2. -ое нажатие на педаль тормоза, обороты двигателя продолжают расти, момент торможения двигателем увеличивается еще больше



Движение с круиз-контролем (GRA)

Когда круиз-контроль (GRA) включен, то при движении под уклон на принудительном холостом ходу момента торможения двигателем не хватает по причине малого передаточного отношения.

В этом случае момент торможения двигателем увеличивается путем повышения заданного числа оборотов ведущего шкива (изменением передаточного отношения в сторону увеличения).

При этом фактическая скорость движения все время немного превышает скорость, заданную водителем. Это объясняется тем, что регулировка GRA допускает отклонения в пределах определенных границ, а также тем, что из соображений безопасности двигатель должен работать в режиме принудительного холостого хода.

В блоке управления КП максимальные обороты принудительного холостого хода принимаются за предельное значение для регулировки числа оборотов ведущего шкива. При их достижении передаточное отношение больше не увеличивается, то есть ограничивается достигнутым значением.

Если момента торможения двигателем при максимальном числе оборотов принудительного холостого хода не хватает, скорость движения увеличивается и водитель при необходимости должен затормозить сам.

Функция tiptronic

Как уже упоминалось, tiptronic позволяет вручную переключать 6 виртуальных передач. При этом КП настраивается на фиксированные передаточные отношения, имитируя этим переключение передач у механической КП (см. также с. 6).

Поведение автомобиля и стратегии регулирования идентичны тем, которые уже знакомы вам по ступенчатым «автоматам» с функцией tiptronic (принудительное переключение на высшую или низшую передачи).

Когда во время движения водитель включает режим tiptronic, сначала поддерживается текущее передаточное отношение и только при последующем переключении на высшую или низшую передачу у коробки передач используются фиксированные передаточные числа.

Причина:

Так как в момент включения режима tiptronic передаточное отношение может находиться где-то между двумя фиксированными значениями, то немедленный переход на фиксированное значение привел бы к более или менее сильному (в зависимости от того, насколько значительно текущее передаточное отношение отличается от ближайшей виртуальной передачи) изменению числа оборотов.

Буксировка

Буксировка автомобиля возможна благодаря некоторым конструктивным особенностям вариатора (подробнее см. в главе «Вариатор»).

При буксировке автомобиля с КП multitronic® необходимо соблюдать следующие условия:

- ▶ Рычаг селектора должен находиться в положении «N».
- ▶ **Скорость не должна превышать 50 км/ч.**
- ▶ Дальность буксировки не должна превышать 50 км.

При буксировке масляный насос не работает и вращающиеся детали не смазываются.

Поэтому во избежание **серьезного повреждения КП** необходимо строго соблюдать перечисленные выше условия.

Запуск двигателя буксировкой (например, при разряженном аккумуляторе) **невозможен**.



Обновление программы (флэш-программирование)

Коробка передач имеет встроенный блок управления. В связи с этим потребовалось найти способ обновления программного обеспечения без замены блока управления. И теперь такая возможность появилась.

Для расчета выходных сигналов блоку управления требуются программы, характеристики и данные (программное обеспечение). Они хранятся в так называемом ЭС ППЗУ (EEPROM, электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство).

До сих пор ЭС ППЗУ нельзя было перепрограммировать на автомобиле.

Если для устранения неисправности необходимо было внести изменения в программное обеспечение, то блок управления приходилось заменять.

Блок управления multitronic® имеет так называемое флэш-ЭС ППЗУ.

Флэш-ЭС ППЗУ можно перепрограммировать непосредственно на автомобиле. Эту операцию называют флэш-программированием. Оно заключается в обновлении программ электронного блока управления.

Для флэш-программирования необходимо наличие диагностического тестера VAS 5051 с новой версией программного обеспечения (Update CD 12) и последняя версия Flash-CD.

Программирование осуществляется через диагностический интерфейс (K-линию).



После внедрения флэш-программирования на КП multitronic® этот способ постепенно будет распространен и на другие блоки управления.

Необходимость во флэш-программировании существует только тогда, когда недостатки могут быть устранены внесением изменений в программное обеспечение.

Объяснение

В английском языке «in a flash» означает «моментально».

То есть «флэш-программирование» — это «быстрое программирование».

Кроме того слово «флэш» встречается во многих понятиях, связанных с флэш-программированием (например, Flash-CD).

«Обновление программы» означает запись ее более свежей версии.

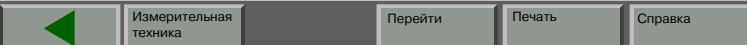


Процесс флэш-программирования

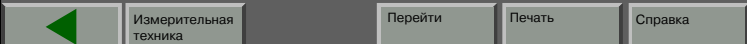
После того как вы вставили Flash-CD и запустили программу диагностики КП multitronic® (02 - Электроника КП), тестер VAS 5051 идентифицирует блок управления и определяет, можно ли его перепрограммировать.

Затем VAS 5051 проверяет Flash-CD и выясняет, есть ли на нем новая версия программного обеспечения для блока управления КП с таким номером.

Если новая версия имеется, то в меню диагностических функций появляется строка «Обновление ПО». После ее выбора запускается процесс программирования.

Самодиагностика автомобиля	02 - Электроника КП 01J927156J V30 01J 2.8l 5V RdW 1000 Кодировка 00001 Номер предприятия 12345
Выбор режима диагностики	
02 - Опрос памяти неисправностей 03 - Диагностика исполнительных механизмов 04 - Базовая установка 05 - Удаление ошибок из памяти неисправностей 06 - Окончание вывода данных 07 - Кодировка блока управления 08 - Считывание блока измеряемых величин 09 - Считывание отдельного результата измерения 10 - Адаптация 11 - Процедура регистрации <u>Обновление программы</u>	
	

228_086

Самодиагностика автомобиля	02 - Электроника КП 01J927156J V30 01J 2.8l 5V RdW 1000 Кодировка 00001 Номер предприятия 12345
Обновление программы	
Программирование может быть выполнено.	
ВНИМАНИЕ! Текущая версия программы блока управления, будет удалена. Загружается новая версия 1100. Удаление старой и запись новой версии программы займет примерно 8 минут. В окне идентификации блока управления можно изменить номер детали. Индивидуальные данные автомобиля (кодировка, адаптация и др.) могут быть утеряны. После программирования их, возможно, придется обновить. После нажатия кнопки »Дальше» процесс уже нельзя будет остановить. До окончания программирования не выключать зажигание и не отсоединять диагностический разъем! В противном случае придется заменить блок управления!	
	

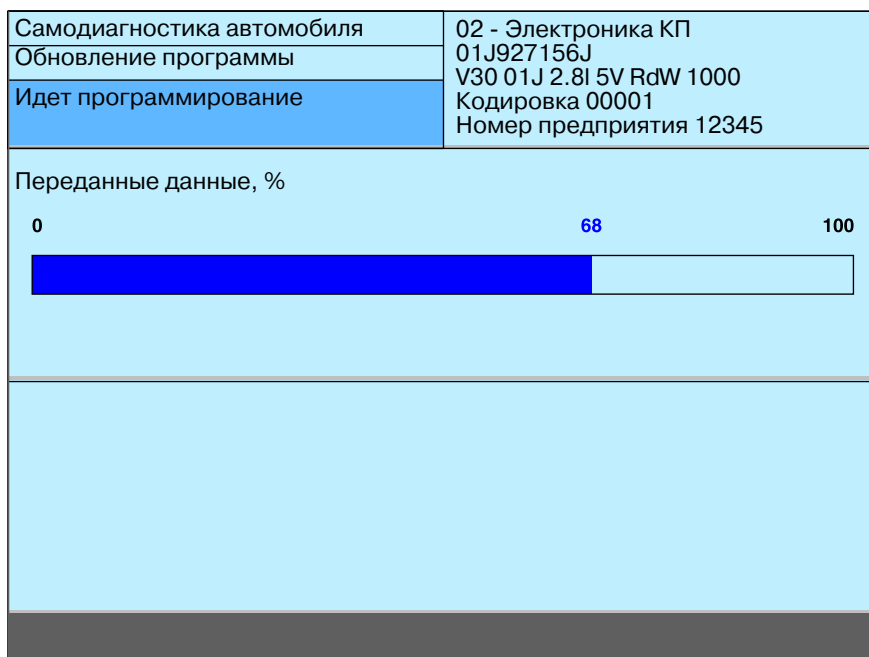
228_087



Сервис

Программирование осуществляется автоматически. Его ход определяет программа на Flash-CD.

За ходом программирования можно наблюдать на экране. Здесь выводятся сведения о текущих этапах и необходимые инструкции. Программирование длится 5-10 минут.



228_088

По окончании программирования на экране появляется итоговый протокол.

Самодиагностика автомобиля	02 - Электроника КП	
Обновление программы	01J927156J	
Протокол программирования	V30 01J 2.8l 5V RdW 1000	
	Кодировка 00001	
	Номер предприятия 12345	
Расширенная идентификация <u>было</u>	Расширенная идентификация <u>стало</u>	
01J927156J	01J927156J	
V30 01j 2.8l 5V RdW <u>1000</u>	V30 01j 2.8l 5V RdW <u>1100</u>	
Кодировка 00001	Кодировка 00001	
Номер предприятия 12345	Номер предприятия 12345	
Номер тестера 128	Номер тестера 128	
Импортерский номер 111	Импортерский номер 111	
Статус программирования		
Статус	ошибки отсутствуют	
Счетчик попыток программирования	1	
Счетчик успешных попыток	1	
Условия программирования	выполнены	
Измерительная техника	Перейти	Печать
	Справка	

228_089



Так как во время программирования прерывается обмен данными по CAN, то в память неисправностей объединенных в сеть CAN блоков управления записываются коды ошибок.

После программирования необходимо удалить ошибки из памяти неисправностей **всех** блоков управления.

Программирование допускает запись только новых версий программного обеспечения.

Запись старых версий программного обеспечения невозможна.

Самодиагностика автомобиля	02 - Электроника КП
Обновление программы	01J927156J
Удаление ошибок из памяти неисправностей	V30 01J 2.8l 5V RdW 1000 Кодировка 00001 Номер предприятия 12345

Программирование вызывает запись кодов ошибок в память неисправностей блоков управления, для которых программирование не выполнялось. Поэтому необходимо удалить ошибки из памяти неисправностей всех установленных в автомобиле блоков управления.

После нажатия кнопки «Дальше» из памяти неисправностей всех БУ автоматически удаляются все ошибки.

Для отмены удаления ошибок из памяти неисправностей нажмите кнопку «Назад».

Измерительная техника | Перейти | Печать | Справка

228_087

Flash-CD

Flash-CD содержит данные и программы для выполнения программирования, а также новые версии программного обеспечения.

Через регулярные интервалы выпускаются новые версии Flash-CD. Flash-CD содержит также обновленные данные для других программируемых блоков управления (будущих систем). Это означает, что в перспективе будет существовать только **один** Flash-CD для **всех** систем (двигатель, КП, тормозная система, климатическая установка и т. д.).

Flash-CD поставляется только при появлении новых версий программного обеспечения.



228_096



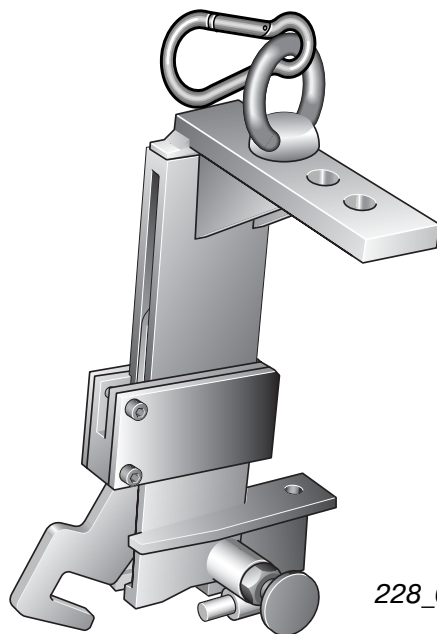
Оборудование и специнструмент

Прежде всего для ремонта необходимы
следующее оборудование и специнструмент:



Приспособление для транспортировки

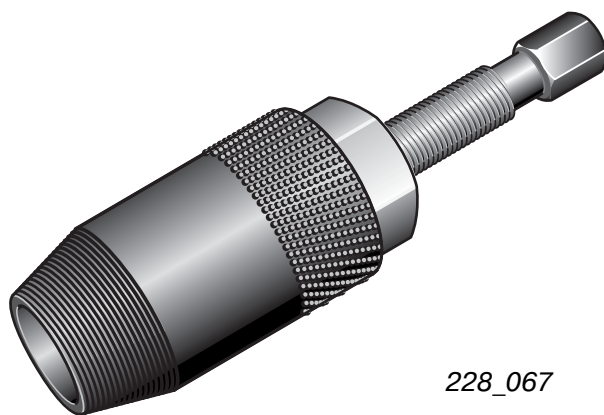
T40013



228_066

Съемник манжетных уплотнений

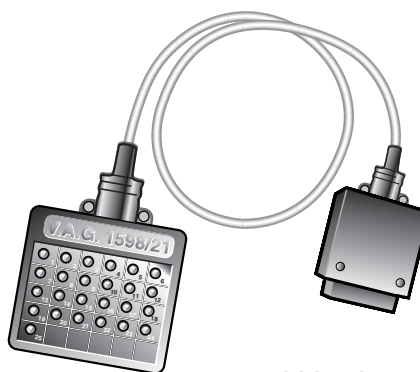
T40014



228_067

Коммутатор

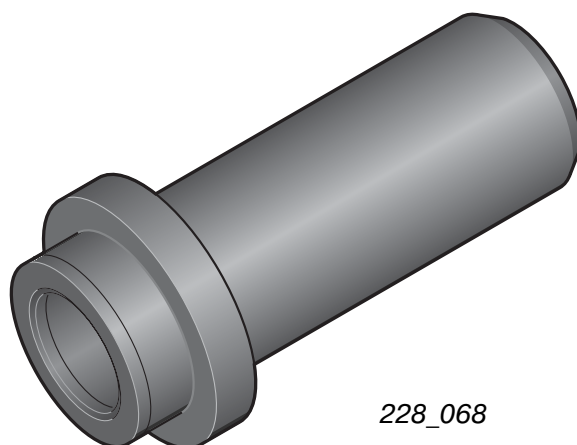
V.A.G 1598/21



228_125

Оправка

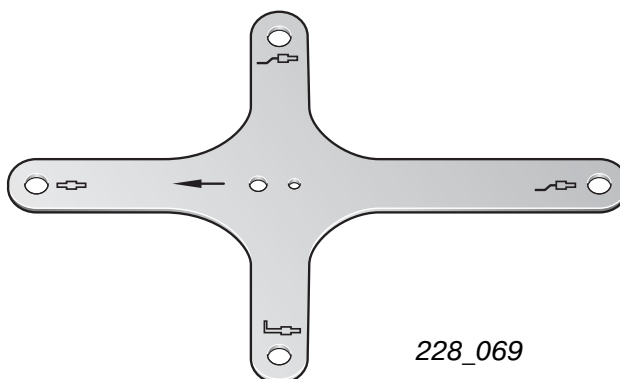
T40015



228_068

Установочный шаблон

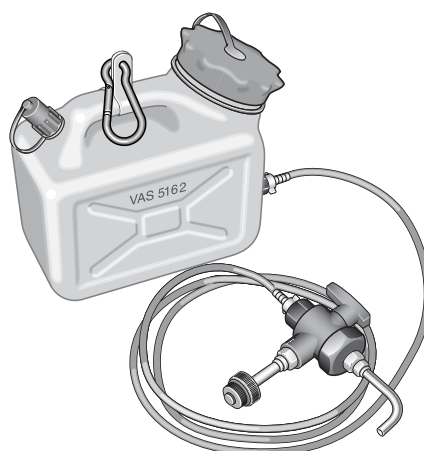
3282/30



228_069

Заправочное устройство ATF

VAS 5162



228_070

					Для заметок

Превосходство высоких технологий www.audi.ru

Все права защищены.
Мы оставляем за собой право на
внесение технических изменений.
AUDI AG
Отдел I/VK-5
D-85045 Ингольштадт
Факс: +49-841/89-36367
040.2810.64.00
По состоянию на январь 2001г.
Перевод и верстка
ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус»
www.audi.ru