

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автомобили»

РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 190109, 190100

Курган 2014

Кафедра: «Автомобили»

Дисциплина: «Конструкция автомобилей и тракторов»

(направление 190109, 190100).

Составил: канд. техн. наук, доц. А.П. Петров.

Утверждены на заседании кафедры «16» февраля 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «26» декабря 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Типовые конструкции раздаточных коробок	4
1.1 Кинематические схемы раздаточных коробок	4
1.2 Дифференциалы	7
1.3 Циркуляция мощности в заблокированном приводе	8
1.4 Влияние дифференциалов трансмиссии на проходимость автомобиля	9
1.5 Преимущества и недостатки принудительной и автоматической блокировки дифференциала	13
1.6 Конструкции раздаточных коробок передач	15
2 Современные конструкции раздаточных коробок	21
2.1 Раздаточная коробка с подключаемым приводом передней оси	21
2.2. Раздаточная коробка 0BU с самоблокирующимся дифференциалом	28
2.3 Коробка передач 0B2 с распределителем момента	34
Список литературы	39

1 ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАЗДАТОЧНЫХ КОРОБОК

1.1 Кинематические схемы раздаточных коробок

Классификация раздаточных коробок производится по следующим признакам: характеру деления силового потока; количеству ступеней передаточного числа; количеству выходных валов; взаимному расположению выходных валов; периодичности включения привода вспомогательного моста.

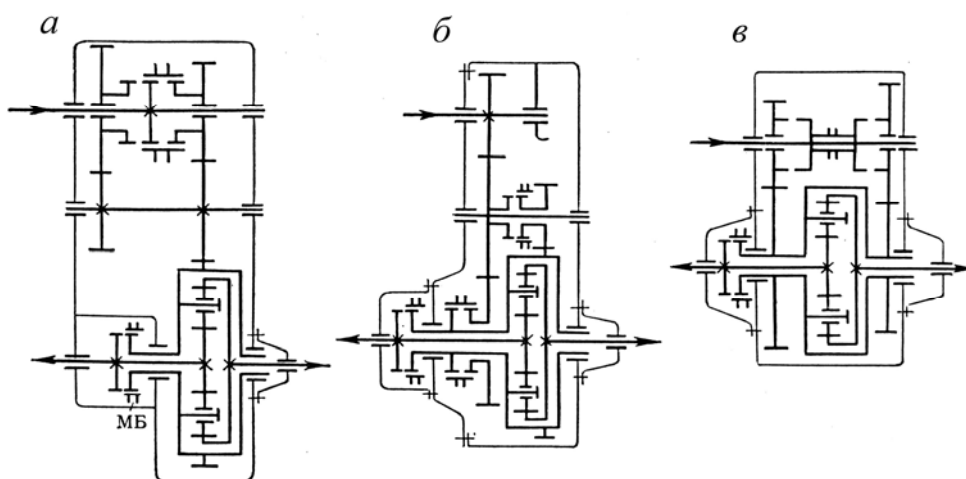
По характеру деления силового потока различают раздаточные коробки с дифференциальным приводом выходных валов, блокированным и смешанным. Блокированный привод может быть с кинематически жесткой связью выходных валов или со связью с помощью муфты свободного хода.

Количество ступеней передаточного числа в раздаточной коробке – одна или две. Двухступенчатые применяются для расширения диапазона передаточных чисел трансмиссии. Необходимость в этом возникает в тех случаях, когда диапазон устанавливаемой коробки передач недостаточен для полноприводного автомобиля.

Число выходных валов в раздаточной коробке чаще всего два. Три выходных вала имеют раздаточные коробки автомобилей 6×6 с отдельным приводом мостов тележки.

В раздаточных коробках с двумя выходными валами последние могут иметь соосное или несоосное расположение. При несоосном расположении один из выходных валов может устанавливаться соосно входному валу. Это позволяет осуществить прямую передачу мощности с входного вала на соосный выходной.

По периодичности включения привода вспомогательного ведущего моста, которым обычно является передний мост, различают раздаточные коробки с постоянно включенным и с периодически включаемым передним мостом.

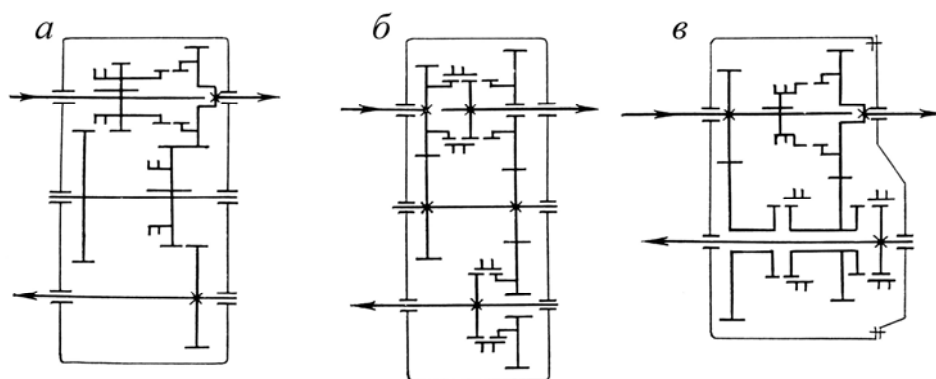


a — УРАЛ-375; *б* — КамАЗ-4310; *в* — Zahnradfabrik «VG-275»

Рисунок 1.1 – Схемы раздаточных коробок с дифференциальным приводом

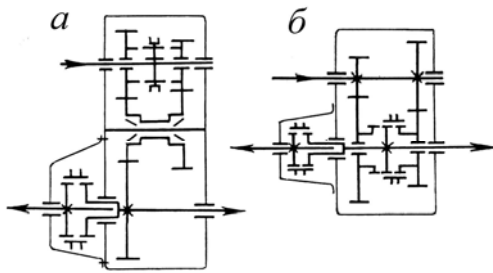
Можно выделить несколько типовых групп наиболее распространенных кинематических схем раздаточных коробок. Три основные группы схем показаны на рисунках 1.1...1.3. Первой группе (рисунок 1.1) присущи следующие признаки: два соосных выходных вала с дифференциальным приводом; постоянно включенный передний мост; второй (рисунок 1.2) – два несоосных выходных вала с заблокированным приводом; один из выходных валов соосен входному; периодически включаемый передний мост. Схемы третьей группы (рисунок 1.3) имеют: два соосных выходных вала с заблокированным приводом; периодически включаемый передний мост. Раздаточные коробки первой группы выполняются двухступенчатыми и одноступенчатыми, второй и третьей групп – обычно двухступенчатыми.

Для раздаточных коробок первой группы характерно отсутствие в приводе ведущих мостов циркуляции мощности, что позволяет иметь постоянно включенный привод всех ведущих мостов и, следовательно, обеспечить более равномерную их загрузку. Для улучшения проходимости автомобиля в сложных дорожных условиях в раздаточных коробках первой группы устанавливается муфта принудительной блокировки межосевого дифференциала (МБ, рисунок 1.1). При движении с заблокированным дифференциалом может иметь место циркуляция мощности. Поэтому на сухих твердых дорогах, где циркулирующий момент может быть значительным, блокировать дифференциал не разрешается. Раздаточные коробки первой группы рекомендуются для автомобилей, предназначенных для постоянной работы в качестве полноприводных. В раздаточных коробках второй группы есть прямая передача с входного вала на соосный с ним выходной. При движении на прямой передаче в раздаточной коробке автомобиль работает как неполноприводной, с отключенным передним мостом. Для работы автомобиля в качестве полноприводного в раздаточной коробке второй группы производится включение привода переднего моста с помощью передвижной зубчатой муфты. Привод при этом оказывается заблокированным, с кинематически жесткой связью выходных валов.



a — ГАЗ-66, УАЗ-452; *б* — Aystin Gipsy; *в* — ЗИЛ-131

Рисунок 1.2 – Схемы раздаточных коробок с заблокированным приводом и несоосными выходными валами



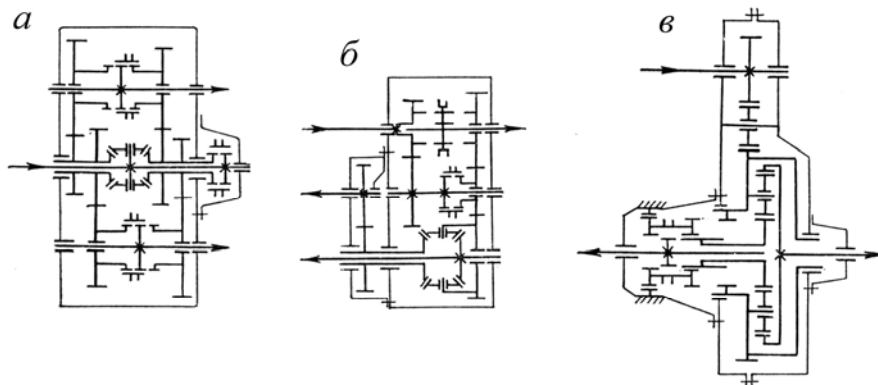
a – Tatra 138; *б* – Henschel

Рисунок 1.3 – Схемы раздаточных коробок с заблокированным приводом и соосными выходными валами

В контур возможной циркуляции мощности входят зубчатые колеса раздаточной коробки, соединяющие ее выходные валы, карданные и главные передачи, полуоси и шины. При движении по сухой твердой дороге привод переднего моста должен быть выключен для предупреждения возможной циркуляции момента. Раздаточные коробки второй группы рекомендуются для автомобилей, работающих в качестве полноприводных лишь периодически, если при этом на высшей ступени для них допустимо иметь передаточное число, равное единице.

Раздаточные коробки третьей группы качественно отличаются от раздаточных коробок второй группы отсутствием прямой передачи, вследствие чего их зубчатые колеса и подшипники нагружены при всех режимах работы. Блокировка привода в этих коробках выполняется с помощью передвижной зубчатой муфты (рисунок 1.3 *a, б*). При этом возможна циркуляция мощности, однако благодаря соосному расположению выходных валов зубчатые колеса раздаточной коробки в контур циркуляции не входят.

На рисунке 1.4 показаны схемы некоторых раздаточных коробок, отличающихся от типовых. Для схемы, показанной на рисунке 1.4 *a*, характерно разделение потока мощности, проходящего через зубчатые зацепления. Схема имеет два идентичных двухступенчатых редуктора, расположенных за межосевым дифференциалом. За счет усложнения конструкции обеспечивается равномерная загрузка параллельных редукторов.



a — T-70 (США); *б* — Berliet; *в* — Magirus Д15/Д22

Рисунок 1.4 – Схемы комбинированных раздаточных коробок

В схеме, показанной на рисунке 1.4 *б*, три выходных вала – вал заблокированного привода заднего моста и два вала дифференциального привода бортовых передач передних колес. Принятое расположение муфт переключений

обеспечивает на высшей ступени прямую передачу всей мощности на задний мост.

На рисунке 1.4 в показана схема двухступенчатой раздаточной коробки с планетарным редуктором. Планетарный трехзвенный механизм используется в качестве редуктора на высшей ступени, при этом вся мощность передается на задний мост. На низшей ступени включены оба моста, и указанный планетарный механизм используется в качестве несимметричного межосевого дифференциала, который в случае необходимости может быть заблокирован.

Выбор схемы раздаточной коробки производится также с учетом требуемого направления вращения карданных валов и условий их размещения. Так, например, условия размещения карданного вала привода переднего моста иногда делают целесообразной установку дополнительной зубчатой передачи между соответствующим выходным валом раздаточной коробки и валом привода переднего моста. Такую передачу имеют раздаточные коробки автомобилей МАЗ-509 (см. рисунок 1.12). Установка дополнительной передачи позволяет унифицировать раздаточные коробки различных модификаций этих автомобилей, отличающихся расположением карданного вала привода переднего моста.

1.2 Дифференциалы

Классификация дифференциалов.

По местоположению дифференциалы бывают межколесными и межосевыми; по распределению крутящего момента – симметричными и несимметричными; по типу применяемых шестерен – с коническими и цилиндрическими шестернями; по блокировке – блокируемые и неблокируемые; по типу блокировки – кулачковые, червячные, вязкостные, с фрикционными дисками.

При повороте автомобиля передние и задние колеса проходят разный путь (рисунок 1.5). Для того чтобы исключить циркуляцию мощности и чтобы колеса катились без проскальзывания, они должны вращаться с разными угловыми скоростями. Чтобы обеспечить такую возможность в приводе передних и задних колес, должен быть установлен дифференциал. При этом появляется другая проблема: при движении по скользкой дороге автомобиль будет буксовать.

Принцип распределения момента по осям. Распределение момента по осям должно происходить пропорционально

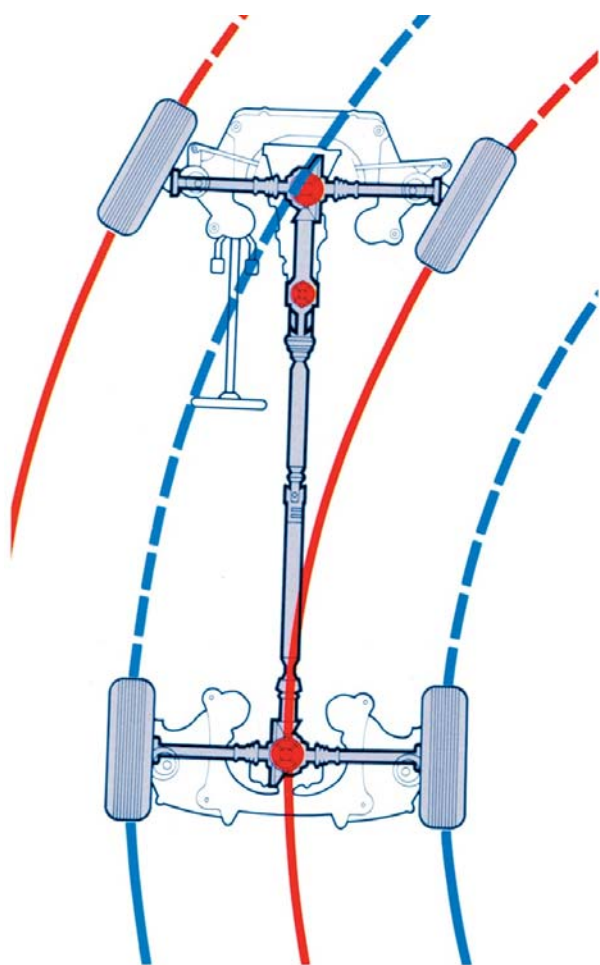


Рисунок 1.5 – Траектории движения колес при повороте автомобиля

цепному весу, приходящемуся на данную ось. Вес автомобиля G_a распределяется между всеми осями автомобиля (рисунок 1.6). Обычно у грузовых трехосных автомобилей он распределяется в соотношении: одна треть приходится на переднюю ось и две трети на задние оси. Именно в таком соотношении необходимо распределять момент между мостами, т.е. необходимо чтобы от раздаточной коробки одна треть момента была направлена на передний мост и две трети на два задних моста. Поэтому на таких автомобилях устанавливается несимметричный межосевой дифференциал. Принцип такого распределения рассмотрим на примере. Рассмотрим два трехосных автомобиля, на которых установлены межосевые дифференциалы. На первом установлен симметричный, на втором - несимметричный дифференциал. В первом случае получается, что на передние колеса приходит половина крутящего момента, а колеса к поверхности дороги прижаты силой только лишь равной одной трети веса автомобиля R_{z1} . То есть на передний мост приходит «лишний» момент. В тяжелых дорожных условиях передние колеса забуксуют, потому что избыточный момент не может быть реализован, поскольку сила сцепления шин с дорогой $F_{\varphi} = \varphi \cdot R_{z1}$ меньше чем сила тяги $F_T = M_1 / r_k$, где φ – коэффициент сцепления шин с дорогой. Задние колеса прижаты к поверхности дороги достаточно хорошо, но они не могут обеспечить движение автомобиля в этих условиях, потому что сила тяги на них недостаточная, всего лишь 50% вместо 75%. То есть в этих условиях $F_T < F_{\varphi}$. Второй автомобиль с успехом преодолевает данное препятствие, поскольку в этом случае будут обеспечены оптимально условия для движений $F_T = F_{\varphi}$.

Необходимо помнить, что несимметричный дифференциал делит крутящий момент, но не изменяет угловую скорость валов переднего и задних мостов.

1.3 Циркуляция мощности в заблокированном приводе

В заблокированном приводе валы переднего и заднего мостов имеют жесткую связь между собой, в результате этого колеса переднего и заднего мостов вращаются с одинаковой угловой скоростью. В связи с этим при движении в повороте или при наезде на препятствия колеса будут периодически проскальзывать, и на дорогах с твердым покрытием это будет приводить к износу шин.

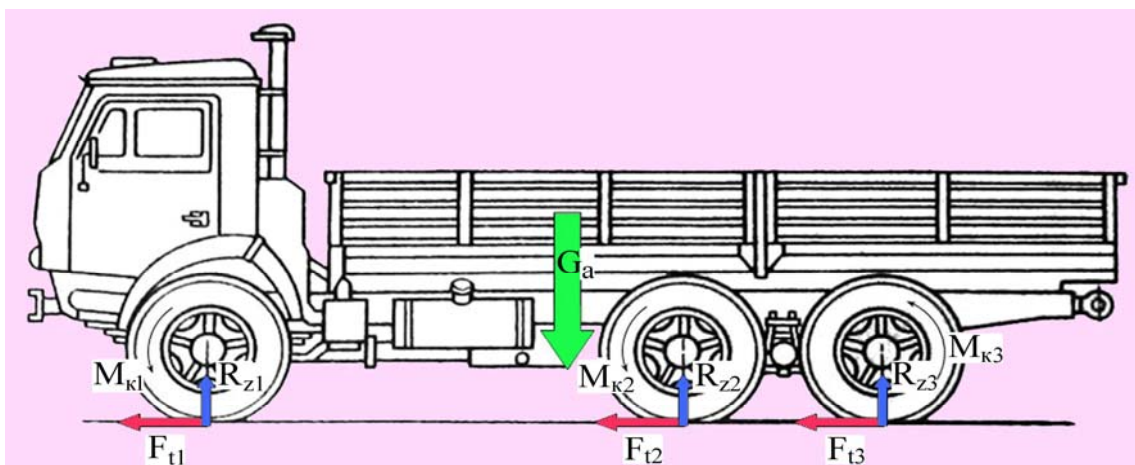


Рисунок 1.6 – Силы и моменты, действующие на колеса

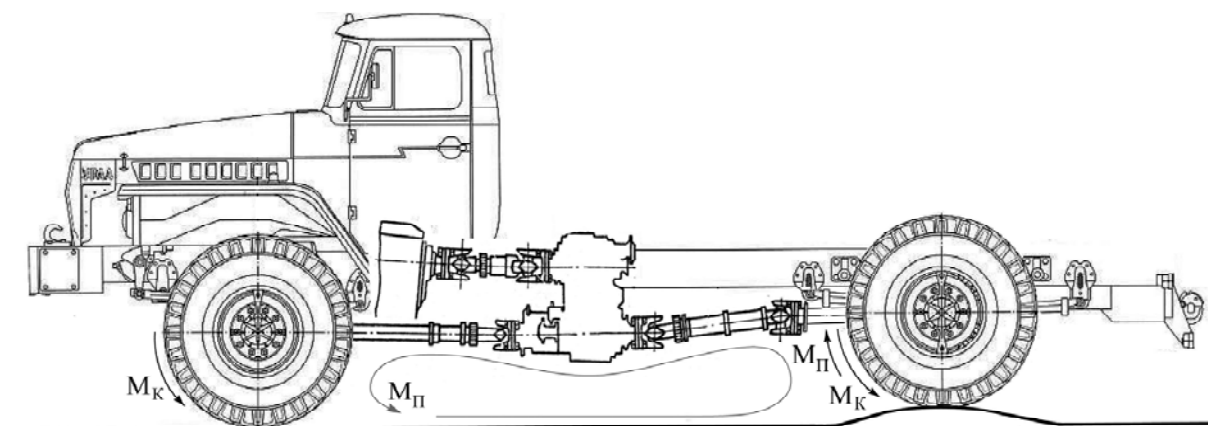


Рисунок 1.7 – Циркуляция мощности

Кроме того, это обстоятельство приведет к циркуляции потока мощности в трансмиссии.

Причины этого явления при преодолении неровностей на дорожной поверхности показаны на рисунке 1.7. Элементы трансмиссии всегда нагружены рабочим крутящим моментом, реализующим тягу на колесах M_K , но в заблокированном приводе кроме этого появляется «паразитный» крутящий момент. «Паразитный» момент $M_П$ возникает вследствие того, что заднее колесо при наезде на препятствие проходит больший путь, чем переднее. Поверхность дороги начинает тормозить заднее колесо. Поскольку колесо не может катиться с большей угловой скоростью, оно начинает нагружать трансмиссию дополнительным моментом. Дополнительные нагрузки приводят к повышенному износу деталей трансмиссии, которые попадают в круг циркуляции мощности. Круг циркуляции проходит через элементы трансмиссии, колеса и замыкается поверхностью дороги. Величина циркуляции мощности ограничивается коэффициентом сцепления шин с дорогой, вот почему на дорогах с твердым покрытием необходимо выключать блокировку дифференциала или передний мост в заблокированном приводе. Циркуляция паразитной мощности кроме всего прочего приводит к повышенному расходу топлива.

1.4 Влияние дифференциалов трансмиссии на проходимость автомобиля

Проходимость автомобиля зависит от типа привода ведущих колес. На автомобилях применяют дифференциальный, заблокированный и комбинированный приводы ведущих колес. При дифференциальном приводе все ведущие колеса связаны между собой дифференциалами.

Как уже было сказано, дифференциал выполняет в трансмиссии две функции: распределяет подводимый к нему момент между ведущими колесами или ведущими мостами и позволяет вращаться ведомым валам как с одинаковыми, так и с разными угловыми скоростями.

Принцип работы дифференциала рассмотрим на примере межколесного

дифференциала.

Межколесный дифференциал. При повороте автомобиля левое и правое колеса ведущего моста проходят различные расстояния, поэтому для исключения скольжения или буксования колес относительно опорной поверхности они должны вращаться с различными угловыми скоростями. При прямолинейном движении расстояния, проходимые левым и правым ведущими колёсами (рисунок 1.5), могут также различаться из-за наличия под ними дорожных неровностей, а также из-за неодинаковых свободных радиусов, обусловленных погрешностями изготовления шин, различным износом протекторов, неодинаковым давлением воздуха в шинах, различием в нормальных нагрузках на колёса и другими причинами.

Межколесный дифференциал представляет собой планетарный механизм с двумя степенями свободы с коническими или цилиндрическими зубчатыми колёсами.

На рисунке 1.8 показана схема установки межколесного дифференциала в ведущем мосту автомобиля. На схеме составные части ведущего моста обозначены следующими цифрами: 1 и 2 – полуосевые шестерни, 3 – корпус дифференциала, 4 – сателлиты, 5 и 6 – ведущая и ведомая шестерни главной передачи, 7 и 8 – полуоси.

Уравнение кинематики конического дифференциала:

$$\omega_0 = \frac{\omega' + \omega''}{2}, \quad (1)$$

где ω_0 – угловая скорость корпуса дифференциала,

ω' , ω'' – угловые скорости полуосевых шестерен.

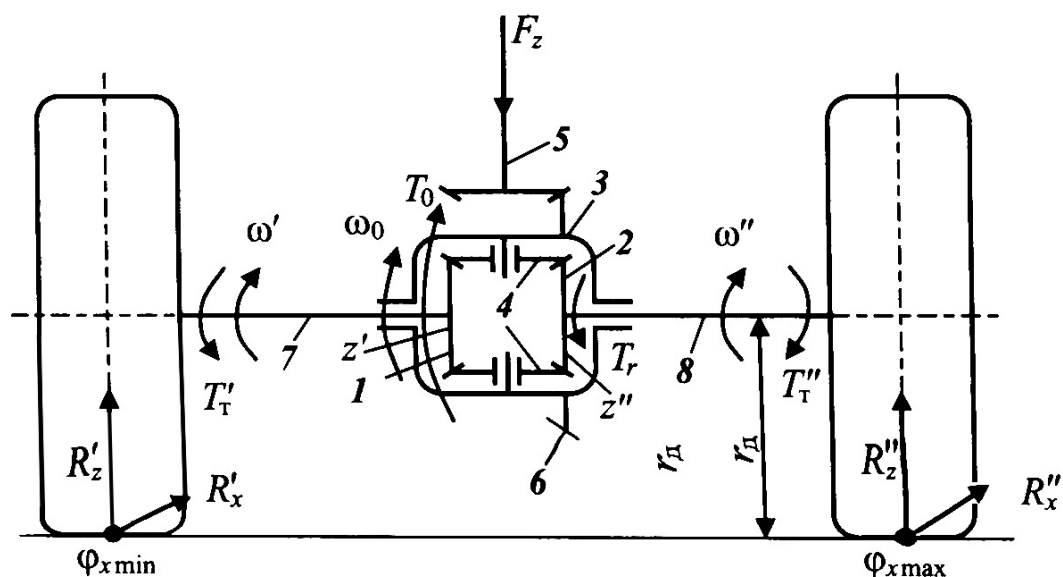


Рисунок 1.8 – Схема межколесного дифференциала

Из полученного выражения следует, что при $\omega_0 = const$ уменьшение угловой скорости ω' одной из полуосей автоматически увеличивает угловую скорость ω'' другой полуоси, что позволяет ведущим колес моста двигаться с разными угловыми скоростями при поворотах и по неровной опорной поверхности.

Формула (1) отражает кинематические свойства дифференциала:

1) угловая скорость корпуса дифференциала равна полусумме угловых скоростей полуосевых шестерен;

2) если одно из ведущих колес неподвижно, то второе колесо вращается с вдвое большей угловой скоростью, чем корпус дифференциала;

3) при заторможенном корпусе дифференциала ведущие колеса моста вращаются в противоположные стороны с одинаковыми угловыми скоростями.

Суть этого процесса объясняется тем, что поверхность дороги задает условия вращения колес. При движении автомобиля по прямой с определенной скоростью, полуосевые шестерни вращаются с одинаковой угловой скоростью. При движении автомобиля с той же линейной скоростью, но в повороте угловая скорость вращения корпуса дифференциала не изменится, а полуосевые шестерни начнут вращаться с разными угловыми скоростями. Внутреннее колесо будет вращаться с меньшей угловой скоростью, чем скорость корпуса дифференциала, а внешнее колесо, наоборот, быстрее. Находясь по центру, корпус дифференциала описывает дугу, при этом внутреннее колесо идет по дуге меньшего радиуса, а значит проходит меньший путь, а внешнее колесо идет по дуге большего радиуса и проходит больший путь. Соответствующим образом будут вращаться и колеса. Рассмотрим другой пример. Автомобиль движется с постоянной скоростью. При наезде одного из колес на неровность это колесо будет обкатываться по этой поверхности, при этом колесо пройдет больший путь, чем противоположное колесо, катящееся по ровной поверхности. Поэтому первое колесо будет вынуждено вращаться с большей скоростью. При этом увеличится угловая скорость корпуса дифференциала в соответствии с формулой (1), линейная скорость автомобиля не изменится. Крутящий момент на обоих колесах останется неизменным и равен половине момента на корпусе дифференциала

$$T'_T = T''_T = 0,5T_0 \quad (2)$$

(при отсутствии трения в дифференциале).

Все эти характеристики относятся так же к межосевым дифференциалам.

Буксование колес при наличии дифференциала в трансмиссии будет вызвано следующими обстоятельствами. При подведении момента к колесу с низким коэффициентом сцепления с опорной поверхностью оно начнет буксовать и вращаться быстрее, а другое колесо медленнее. Момент на забегающем колесе будет равен:

$$T'_\varphi = \varphi_{x \min} R'_z r'_D,$$

где $\varphi_{x \min}$ – минимальный коэффициент сцепления шин с дорогой,

R'_z – нормальная реакция от опорной поверхности на колесо,

r_d – динамический радиус колеса.

На основании выражения (2), такой же момент будет подводиться к колесу с большим значением коэффициента сцепления, поэтому автомобиль будет буксовать, даже если одно колесо будет находиться на сухом асфальте, т.е. общей силы тяги будет недостаточно, чтобы сдвинуть автомобиль.

Уменьшения отмеченного недостатка простого симметричного и несимметричного межколесного или межосевого дифференциала можно достичь несколькими способами:

- 1) повышением трения в дифференциале;
- 2) заменой дифференциала сдвоенной муфтой свободного хода;
- 3) принудительной блокировкой дифференциала;
- 4) путем принудительного подтормаживания буксующего колеса.

Последний вариант широко используется на современных автомобилях, оборудованных АБС. Такой способ очень эффективен и достаточно просто реализуется, позволяет осуществлять подтормаживание любого колеса или даже двух на полноприводных автомобилях. Такая система называется по-разному: система динамической стабилизации, противобуксовочная система или электронная блокировка дифференциала.

Понятие «самоблокирующийся дифференциал» более широкое, чем «дифференциал повышенного трения». Самоблокирующиеся дифференциалы могут быть повышенного трения, свободного хода и пульсирующие. Среди самоблокирующихся дифференциалов повышенного трения различают шестеренчатые дифференциалы с фрикционными элементами, кулачковые, червячные, гидравлические с масляным насосом и с муфтой вязкостного трения.

Под коэффициентом блокировки дифференциала κ_b понимают отношение момента T''_T , подводимого к отстающей полуоси, к моменту T'_T , подводимому к забегающей полуоси:

$$\kappa_b = \frac{T''_T}{T'_T}.$$

Принципиальное отличие самоблокирующихся дифференциалов от простых шестеренчатых состоит в том, что первые имеют непостоянное отношение моментов на полуосях, тогда как у простых шестеренчатых дифференциалов $T'_T / T''_T = const$.

Если принять, что максимальное значение коэффициента сцепления колес автомобиля с опорной поверхностью $\varphi_{x\max} = 0,8$, а минимальное $\varphi_{x\min} = 0,1$, то максимальное значение $\kappa_b = 8$. В реальных дорожных условиях $\varphi_{x\max} = 0,6$ и $\varphi_{x\min} = 0,15$, при которых $\kappa_b = 4$. Например, такой коэффициент блокировки имеет кулачковый дифференциал автомобилей повышенной проходимости ГАЗ-66, ГАЗ-49 (БТР-60П) и др. На практике нет необходимости

иметь большое значение k_{σ} , так как предельные значения коэффициента сцепления — от 0,1 до 0,8 — встречаются крайне редко. На основании выполненных исследований установлено, что $k_{\sigma}=3$ достаточен для 80%, а $k_{\sigma}=5$ для 94% дорожных условий.

Некоторые исследователи считают, что имеет смысл применять межколесные дифференциалы с коэффициентом блокировки $k_{\sigma}=8...12$. При движении по неровной дороге, сопровождающемся диагональным вывешиванием колес, $k_{\sigma}=4$ может оказаться недостаточным. Объясняют это тем, что при раскрутке одного из вывешенных колёс ведущего моста оно нагружено инерционным моментом. Величина этого момента относительно невелика, поэтому, чтобы получить на колесе, сохраняющем контакт с опорной поверхностью момент, достаточный для обеспечения возможности движения автомобиля, коэффициент блокировки должен находиться в указанных выше пределах.

1.5 Преимущества и недостатки принудительной и автоматической блокировки дифференциала

При блокировании дифференциала между колесами возникает жесткая кинематическая зависимость: они могут вращаться только с равным числом оборотов. Из-за этого при движении на кривой малого радиуса наружное колесо может начать проскальзывать по опорной поверхности (идти юзом), а внутреннее работать с пробуксовкой, излишне закапываясь в грунт. То есть наружное колесо будет работать в тормозном режиме, тормозить движение, а вся тяговая сила моста будет развиваться внутренним колесом.

При поворотах малого радиуса блокировку нужно выключить, чтобы дать дифференциалу возможность развязать колеса (или ведущие мосты). Но сделать это на ходу невозможно, да и внедорожная ситуация может неожиданно поменяться и потребовать быстрого включения механизма блокировки. Поэтому обычно перед началом движения по бездорожью приходится блокировать межосевые или межколесные дифференциалы и так двигаться, пока не выедешь на твердую поверхность.

Особенно остро данный недостаток применения блокировки при поворотах сказывается при блокировании дифференциала переднего моста. Стоит слегка повернуть руль, как наружное колесо тут же начнет тормозить движение машины, то есть пользы для проходимости не будет. К тому же это вызовет возникновение момента сопротивления повороту, машина будет стремиться идти прямо, несмотря на повернутые в сторону колеса. Таким образом, возникающие препятствия можно не успеть объехать, возможно, придется останавливаться, поэтому такая блокировка не обеспечивает требуемую проходимость. Вот почему применять полную блокировку в приводе передних колес не всегда целесообразно. Но это не самая главная проблема.

После блокирования дифференциала резко увеличиваются знакопеременные нагрузки, воздействующие на детали силового привода автомобиля. Это и

является основным недостатком применения данного технического решения. Поверхность, по которой идут колеса, имеет неровности волнистого характера. И когда одно из колес наезжает на бугор (или попадает в яму), его угловая скорость должна за доли секунды прирасти, то есть стать значительно больше, чем у другого колеса, которое в это время идет по ровной поверхности. Но если дифференциал заблокирован, то на колесе, попавшем на неровность, резко возникнет тормозной момент, что вызовет существенные нагрузки на силовой привод – полуоси и шестерни дифференциала. Самые большие нагрузки возникнут на криволинейном участке пути, когда наружное колесо будет стремиться идти юзом, и вся тяговая сила ведущего моста будет создаваться внутренним колесом. Резко возникающие излишние нагрузки могут привести к поломкам зубьев сателлитов или полуосевых шестерней, и как следствие – выходу из строя всего механизма. Чаще ломаются полуоси, что более предпочтительно, поскольку полуось является самой недорогой и легко заменяющейся деталью и может выполнять функцию предохранителя от поломок других деталей силового привода ведущего моста.

При движении внедорожника, укомплектованного обычными универсальными шинами в условиях низкого сцепления колес с дорогой, высокие разрушающие нагрузки не возникают. В этом случае колеса при заблокированном дифференциале могут компенсировать разницу в угловых скоростях путем проскальзывания или пробуксовки. Но после установки специализированной грязевой шины с высокими грунтозацепами сила сцепления протектора с грунтом увеличивается в несколько раз, и соответственно увеличиваются разрушающие нагрузки, воздействующие на детали силового привода при блокировании дифференциала.

Недостатком дифференциалов с принудительной блокировкой является проблема их своевременного включения или выключения, водитель может своевременно не успеть или забыть это сделать, отсюда соответствующие последствия. Поэтому в дальнейшем стали использовать специальные механизмы автоматической принудительной блокировки/разблокировки дифференциала. Эти способы блокировки дифференциалов тоже имеют свои недостатки: большую себестоимость, сложность конструкции привода механизма, большое число деталей, обеспечивающих блокировку.

Второй вид блокировки – это дифференциалы повышенного трения (самоблокирующиеся). Некоторые из этих механизмов по блокирующим свойствам не уступают «жесткой» блокировке и работают автоматически без участия водителя. Дифференциалы с высокими блокирующими свойствами (высоким коэффициентом блокировки) аналогично механизму принудительной блокировки будут препятствовать вращению колес с разным числом оборотов на кривой (при прохождении поворота), из-за чего одно из колес может начать тормозить движение (идти юзом), в то же время другое будет работать со значительной пробуксовкой. В случае отрыва одного из колес ведущего моста от опорной поверхности они не могут создать в дифференциале достаточный бло-

кирующий момент.

Кроме того, в некоторых режимах движения они будут ухудшать управляемость автомобиля на шоссе, вызывая повышенный износ механизмов силового привода и шин.

Дифференциалы с низкими блокирующими свойствами (низким коэффициентом блокировки) хоть и не будут сильно препятствовать независимому вращению ведущих колес, но аналогично обычному дифференциалу не обеспечат им на бездорожье возможности полностью использовать силу сцепления с грунтом для создания тяговой силы.

Поэтому необходим такой дифференциальный механизм, который на бездорожье обеспечил бы раздельное вращение колес, но при этом подводил бы к каждому из них такой по величине крутящий момент, чтобы оно работало с минимальной пробуксовкой и полностью использовало силу сцепления с опорной поверхностью. Основная сложность такой реализации заключается в том, что величина силы сцепления ведущих колес ежесекундно меняется, и, чтобы точно регулировать усилие, подводимое к каждому из них, необходимо не только предусмотреть индивидуальный колесный привод, но и обеспечить наличие многочисленных контрольных и исполнительных устройств, которые будут отслеживать работу колес и ежесекундно корректировать величину подводимой к ним силы, приводя ее в соответствие к быстро меняющимся дорожным условиям. Частично такую задачу решают электронно-управляемые системы типа муфты Haldex, которые способны изменять тяговые усилия на задних колесах в широких пределах адаптивно в зависимости от условий движения. Но это решение слишком сложно и дорого.

1.6 Конструкции раздаточных коробок передач

Раздаточные коробки с заблокированным приводом. Конструкция двухступенчатой раздаточной коробки с заблокированным приводом выходных валов, применяемой на автомобиле ГАЗ-66, показана на рисунке 1.9. В этой коробке применены прямозубые колеса. Отсутствие осевых сил в зацеплениях обуславливает применение конструктивно наиболее простых радиальных шариковых подшипников. Схема раздаточной коробки обеспечивает одновременное включение привода переднего моста при включении низшей ступени.

Ведущий вал коробки передач *1* опирается на подшипник, расположенный в картере *2*, правый конец вала опирается на подшипник, расположенный в проточке вала привода заднего моста *3*. Этот вал в свою очередь опирается на подшипник в картере *5* и подшипник, расположенный в специальном корпусе *7*. Промежуточный вал *9* и вал привода переднего моста *13* имеет опоры в картере коробки *11* и *12*.

На ведущем валу расположена шестерня-каретка *3*, установленная на шлицах и имеющая возможность перемещаться в осевом направлении. Шестерня на валу привода заднего моста изготовлена за одно целое с валом *6*. Шес-

терня второй передачи на промежуточном валу установлена на шлицах 15, шестерня-каретка включения переднего моста 16 установлена на шлицах и имеет возможность перемещаться в осевом направлении.

Шестерня на валу привода переднего моста 10 установлена жестко на валу. Высшая передача включается с помощью шестерни-каретки на ведущем валу при перемещении ее в правую сторону и введении в зацепление с валом привода заднего моста. При этом реализуется прямая передача.

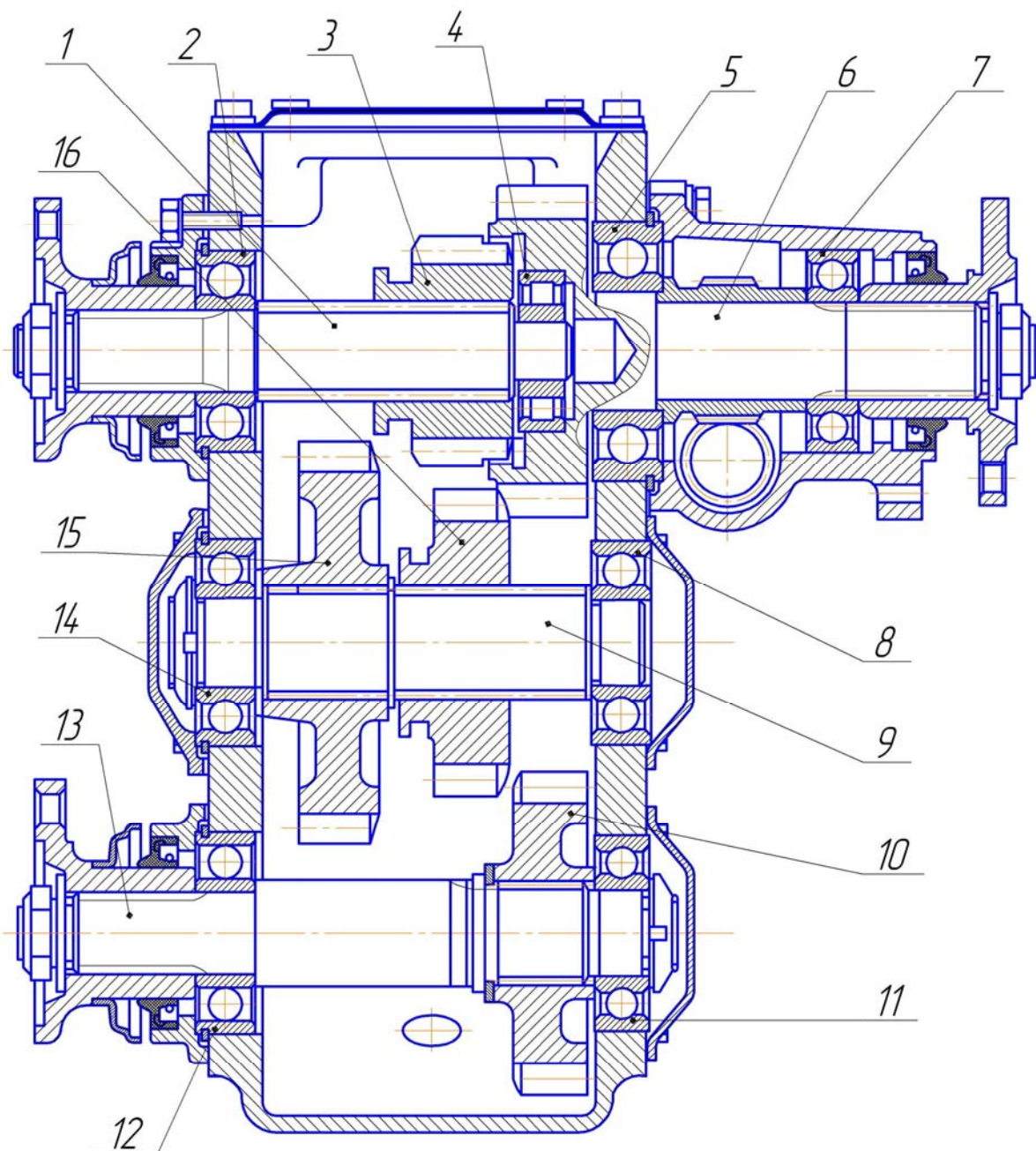


Рисунок 1.9 – Раздаточная коробка автомобиля ГАЗ-66

Для включения понижающей передачи и переднего моста вышеупомянутая шестерня-каретка перемещается в правую сторону до введения в зацепление с шестерней промежуточного вала. При этом передний мост включается с помощью шестерни-каретки на промежуточном валу до введения в зацепление с шестерней привода переднего моста. При этом момент на задний мост пойдет с ведущего моста на промежуточный и на вал привода заднего моста. Одновременной с промежуточного моста на вал переднего моста.

Раздаточные коробки с дифференциальным приводом. Конструкции раздаточных коробок показаны на рисунки 1.10...1.12. Двухступенчатая раздаточная коробка трехосного полноприводного автомобиля КАМАЗ (рисунок 1.10) имеет несимметричный межосевой цилиндрический дифференциал и постоянно включенный привод переднего моста. На входном валу 1 закреплена ведущая шестерня 2, входящая в зацепление с шестерней 5, установленной неподвижно на промежуточном валу 8. Шестерни низшей ступени 7 и высшей 14 свободно установлены соответственно на промежуточном валу 8 и пустотелом валу 16 корпуса дифференциала. Корпус дифференциала одновременно является водилом. Включение низшей ступени производится при перемещении муфты 6, а высшей - муфты 15. Выходной вал 10 привода мостов тележки соединен с эпициклом (коронной шестерней) 11 дифференциала. Вал 13 привода переднего моста соединен с солнечной шестерней 12 дифференциала. Отношение моментов на указанных валах равно отношению чисел зубьев эпицикла 11 и солнечной шестерни 12 и выбрано равным двум, что приближенно соответствует распределению нагрузки автомобиля между тележкой и передним мостом. Для блокировки дифференциала установлена муфта 17. Блокировка имеет место при соединении этой муфтой валов 13 и 16. Предусмотрен отбор мощности от шестерни 5, а также на заднем конце входного вала 1. Картер 4 раздаточной коробки имеет разъем в плоскости, перпендикулярной к осям валов.

Двухступенчатая раздаточная коробка полноприводного легкового автомобиля ВАЗ-2121 (рисунок 1.11) имеет симметричный межосевой конический дифференциал и постоянно включенный привод переднего моста. На входном валу 1 свободно установлены шестерни высшей ступени 2 и низшей 4. Включение ступеней производится с помощью двусторонней муфты 3. Промежуточный вал 5 выполнен совместно с двумя шестернями в виде блока. На корпусе дифференциала закреплена ведомая шестерня 8. Выходные валы 6 и 9 соединены с помощью шлицев с шестернями 7 дифференциала. Для блокировки дифференциала установлена муфта 10.

На рисунке 1.12 показана двухступенчатая раздаточная коробка автомобиля МАЗ-509П. Особенностью ее является наличие в приводе дополнительной передачи к переднему карданному валу.

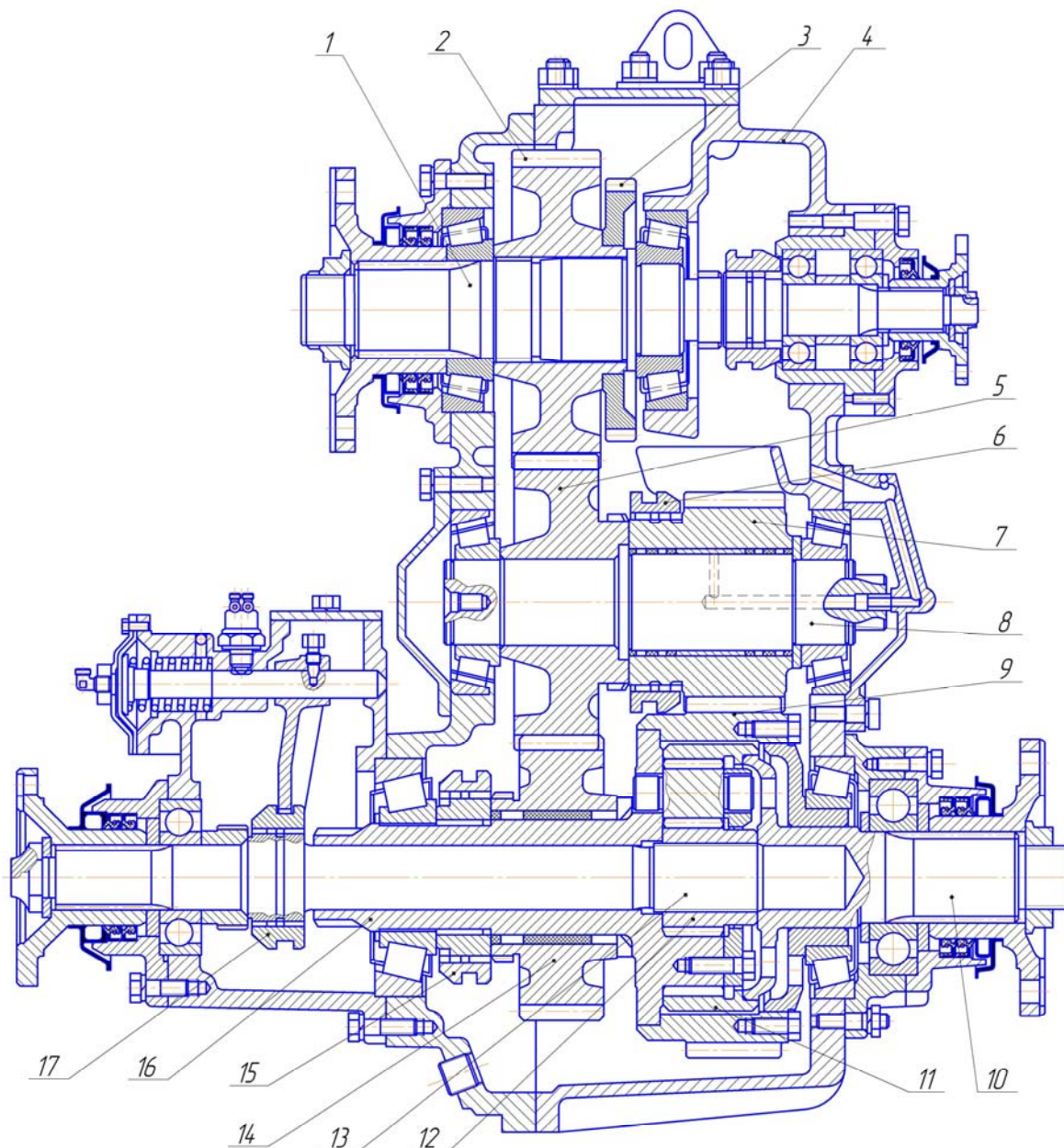


Рисунок 1.10 – Раздаточная коробка автомобиля КамАЗ-4310

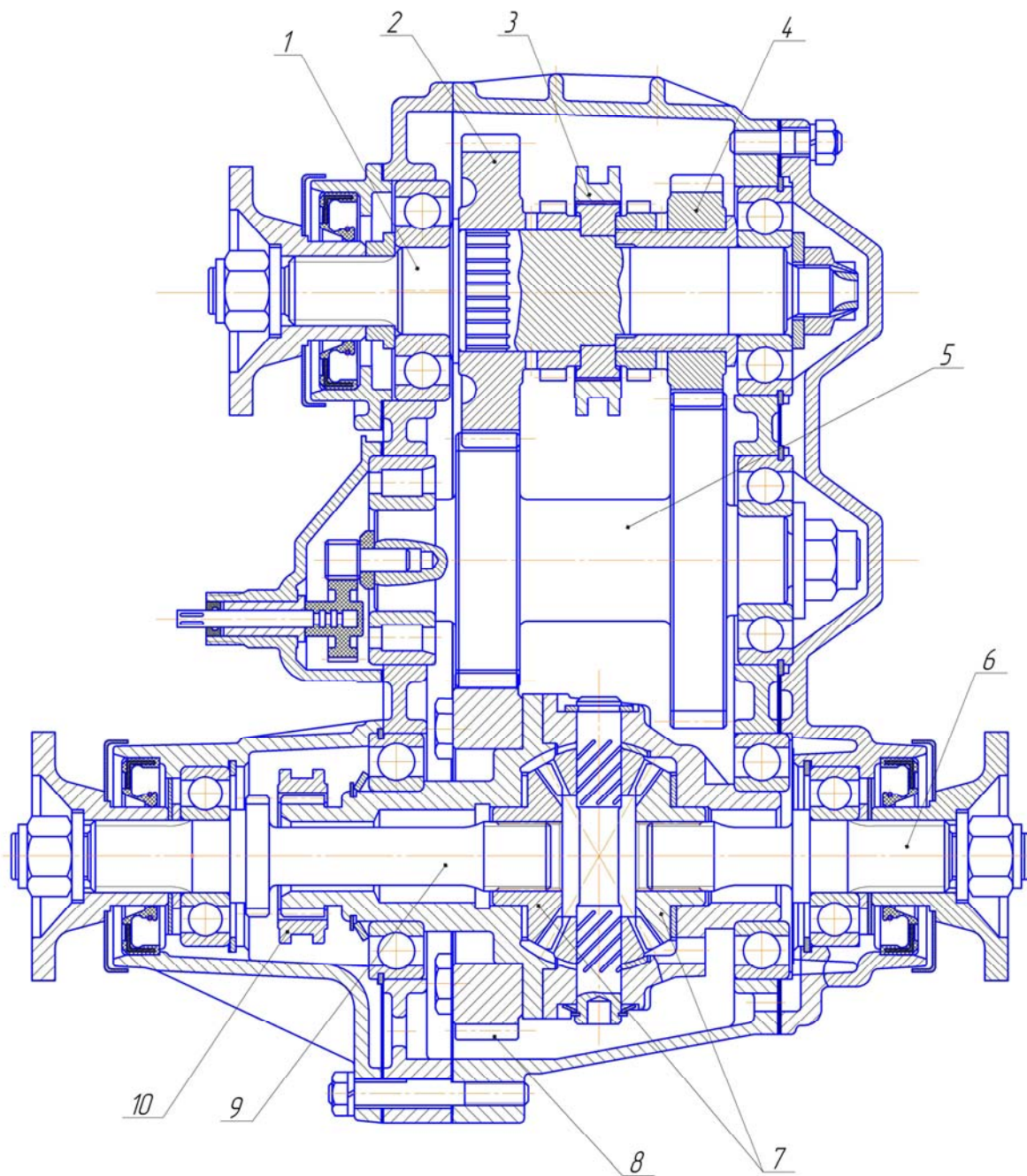


Рисунок 1.11 - Раздаточная коробка автомобиля ВАЗ-2121

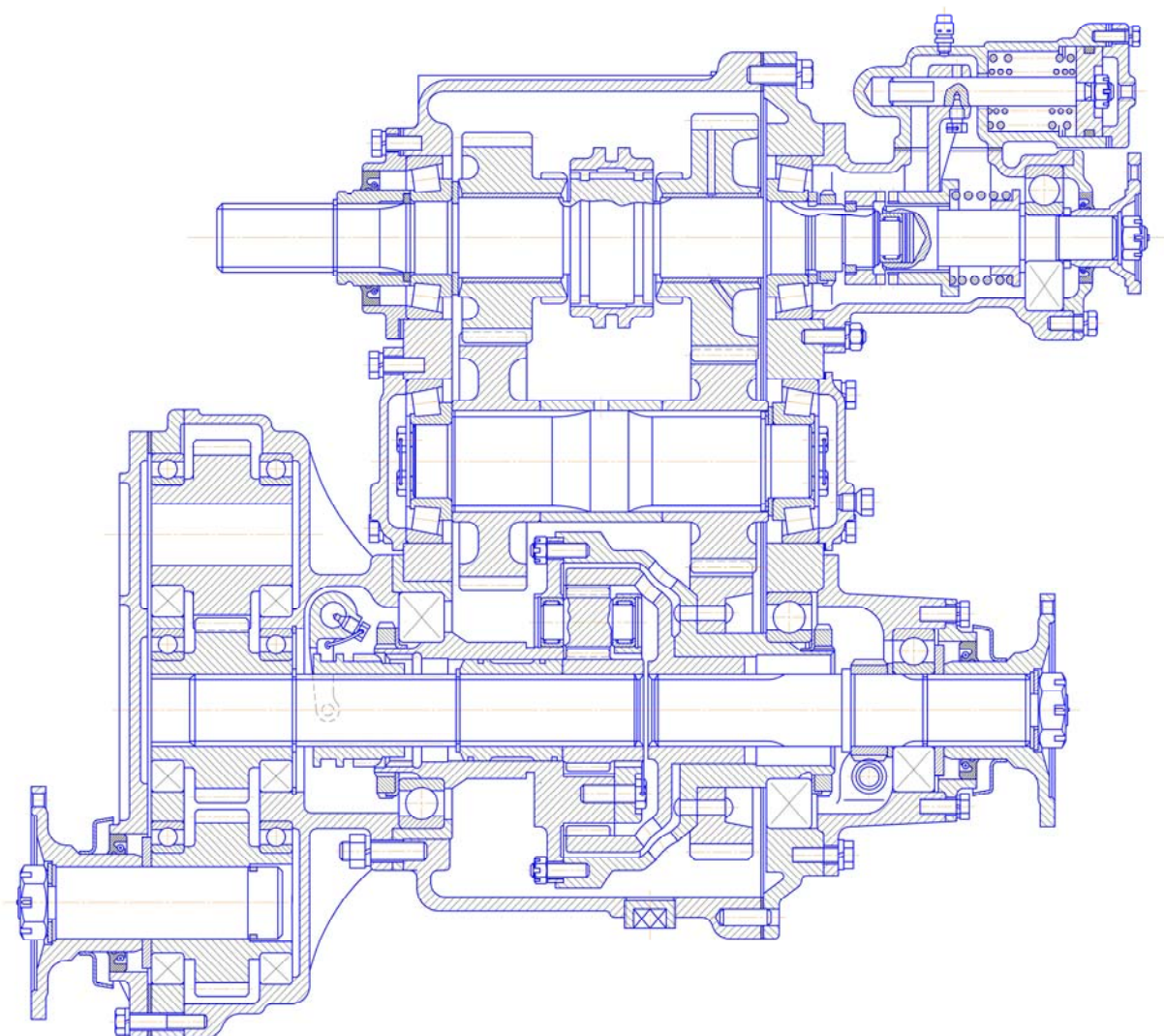


Рисунок 1.12 – Раздаточная коробка автомобиля МАЗ-509П

2 СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАЗДАТОЧНЫХ КОРОБОК

2.1 Раздаточная коробка с подключаемым приводом передней оси

Раздаточная коробка, установленная на фланце коробки передач, распределяет крутящий момент между передней и задней осями автомобиля (рисунок 2.1). Она обеспечивает возможность подключения передней оси (4x4 HIGH) и, дополнительно, включения понижающей передачи (демультипликатора, 4x4 LOW).

Все переключения реализуются с помощью одного исполнительного электропривода, переключающего режимы работы раздаточной коробки через две отдельные сдвижные муфты.

Подключаемый полный привод. Особенности раздаточной коробки: разработана специально для применения на автомобилях повышенной проходимости; понижающая передача (демультипликатор), включается со всеми передачами КП; агрегат входит в работу системы регулирования динамики движения; крутящий момент распределяется симметрично за счет жесткого (без дифференциала) соединения передней и задней осей.

Привод на задний мост 4x2. Принцип действия. Главный вал представляет собой один сплошной, горизонтальный вал (рисунок 2.2). На главном валу установлена свободно вращающаяся звездочка, обе муфты включения, 4x4 HIGH и 4x4 LOW, и фланец соединения с карданным валом. Кроме того, на главном валу имеется также зубчатое колесо для привода масляного насоса. Свободно вращающаяся звездочка установлена на валу на подшипниках и может, как следует уже из ее названия, вращаться независимо от вала. Муфта включения 4x4 LOW соединяется с главным валом шлицевым соединением и вращается вместе с ним. На муфте имеется наружный зубчатый венец.

Нормальным для привода является режим 4x2 – ведущей при этом является только задняя ось. Обе вилки включения, для 4x4 HIGH и 4x4 LOW, находятся в своих исходных положениях. Крутящий момент от коробки передач передается на главный вал распределительной коробки непосредственно от солнечной шестерни планетарной передачи.

Передача крутящего момента. Входной зубчатый венец солнечной шестерни → выходной зубчатый венец солнечной шестерни → зубчатый венец муфты включения 4x4 LOW → главный вал → фланец соединения с карданным валом.

Планетарная передача. Крутящий момент всегда попадает в раздаточную коробку через установленную на ее входе планетарную передачу.

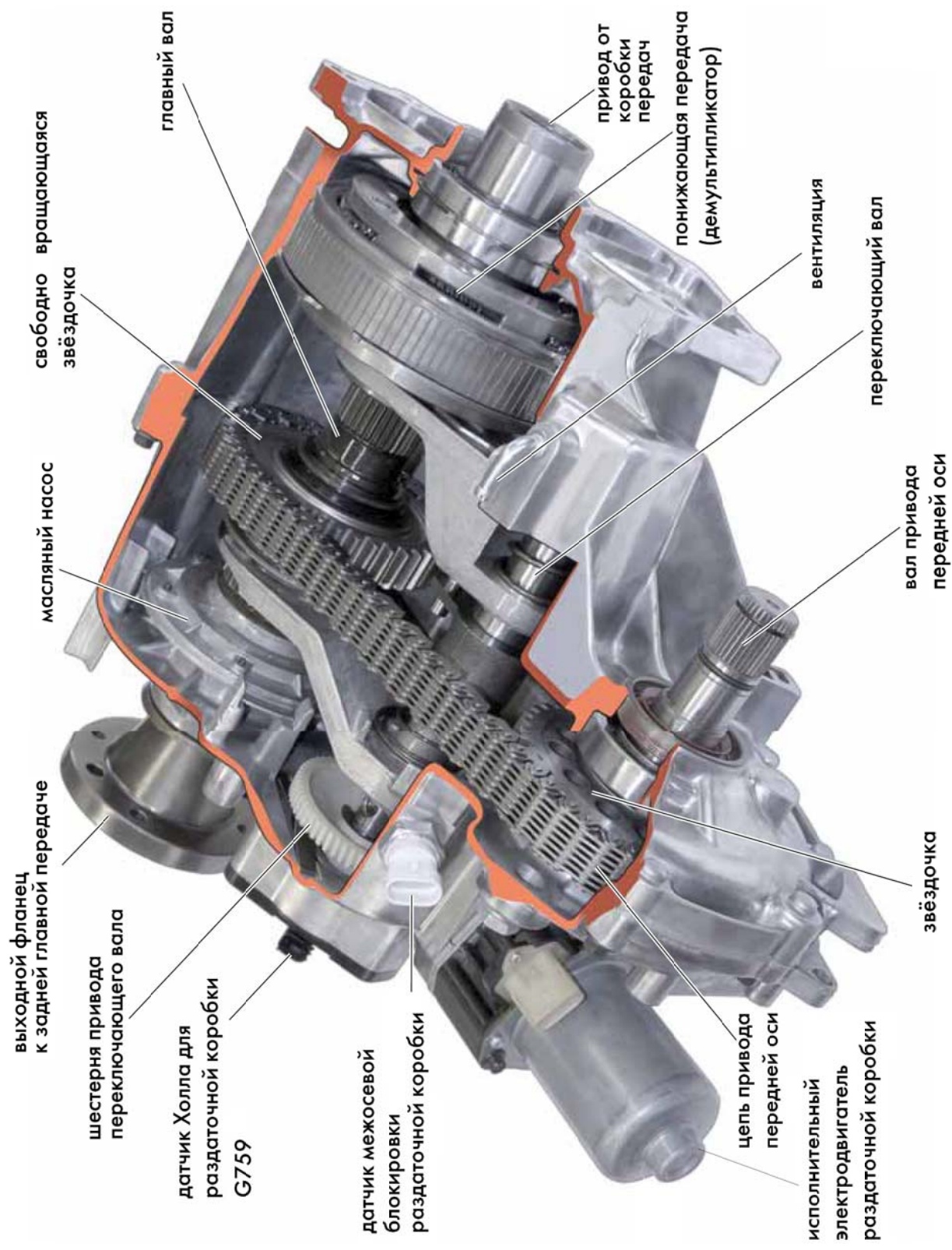
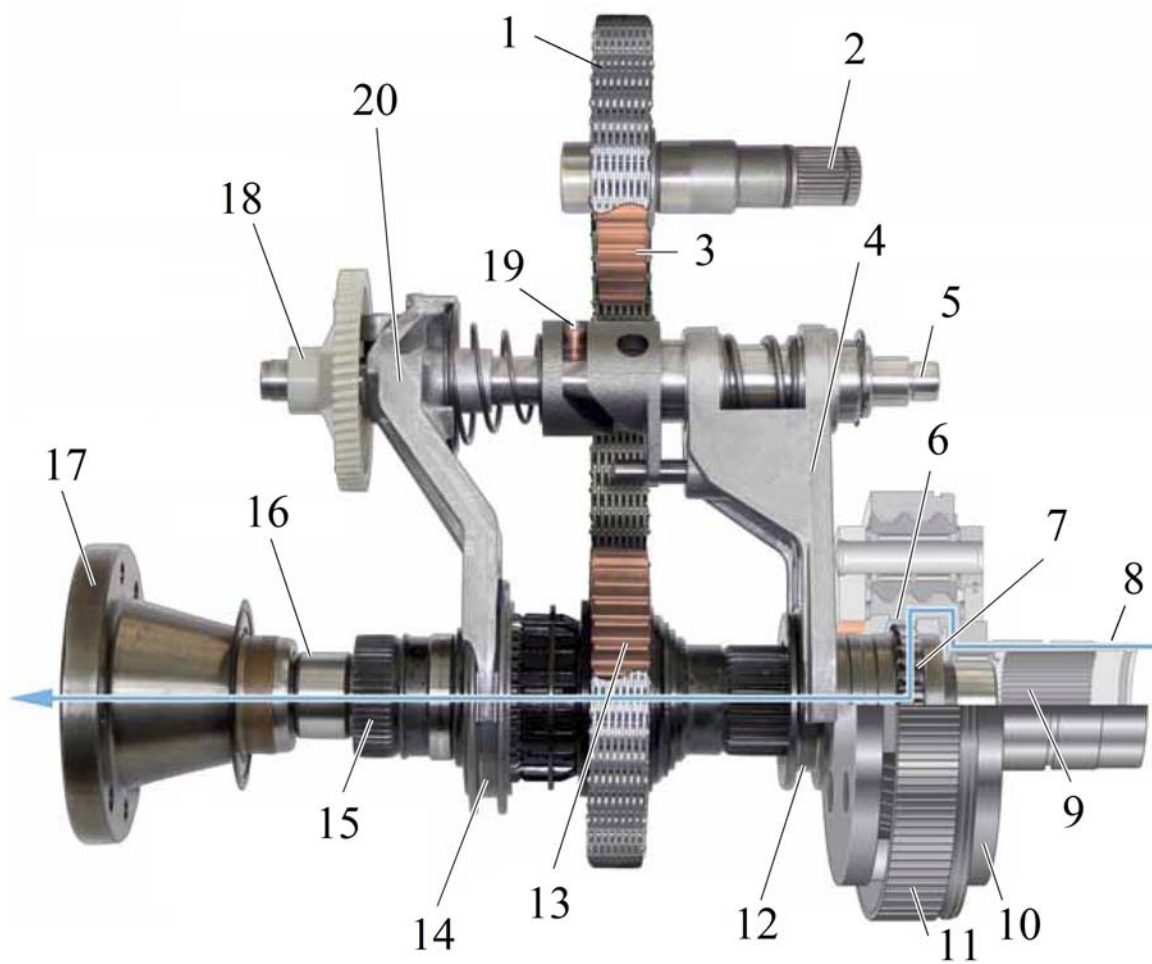


Рисунок 2.1 – Раздаточная коробка с подключаемым приводом передней оси



1 – цепь привода передней оси; 2 – вал привода передней оси; 3 – звездочка; 4 – вилка включения 4×4 LOW; 5 – переключающий вал; 6 – выходной венец солнечной шестерни; 7 – венец муфты включения 4×4 LOW; 8 – передача крутящего момента; 9 – входной венец солнечной шестерни; 10 – планетарный редуктор; 11 – коронная шестерня; 12 – муфта включения 4×4 LOW; 13 – свободно вращающаяся звездочка; 14 – муфта включения 4×4 HIGH; 15 – зубчатое колесо привода масляного насоса; 16 – главный вал; 17 – выходной фланец для привода задней оси; 18 – шестерня привода переключающего вала; 19 – роликовый палец 4×4 LOW; 20 – вилка включения 4×4 HIGH

Рисунок 2.2 – Привод на задний мост 4x2

Эта передача выполняет две функции:

- ввод крутящего момента в раздаточную коробку;
- реализация понижающей передачи.

Планетарная передача состоит из одного обычного планетарного ряда (рисунок 2.3). Коронная шестерня планетарной передачи запрессована в картер раздаточной коробки и не вращается. Внутри этой коронной шестерни вращается водило с тремя сателлитами. В водило вставлена солнечная шестерня, так что она находится в зацеплении с сателлитами. Поскольку сателлиты находятся



Рисунок 2.3 – Планетарная передача

в зацеплении одновременно и с ней, и с коронной шестерней, при вращении сателлитов вращается и водило. Вследствие геометрии планетарного зацепления водило вращается с меньшей частотой, чем приводящая его в движение солнечная шестерня, что и обеспечивает понижающее передаточное отношение. Через выходной венец водила (4x4 LOW) или солнечной шестерни (4x2, 4x4 HIGH) крутящий момент передается дальше, на муфту включения 4x4 LOW и с нее - на главный вал раздаточной коробки.

Включение происходит без синхронизации. Режим привода 4x4 можно включить при любой скорости движения. Во время движения между передней и задней осями могут возникать минимальные различия в частоте вращения (проскальзывание, неровности покрытия, различия в износе шин и т.п.).

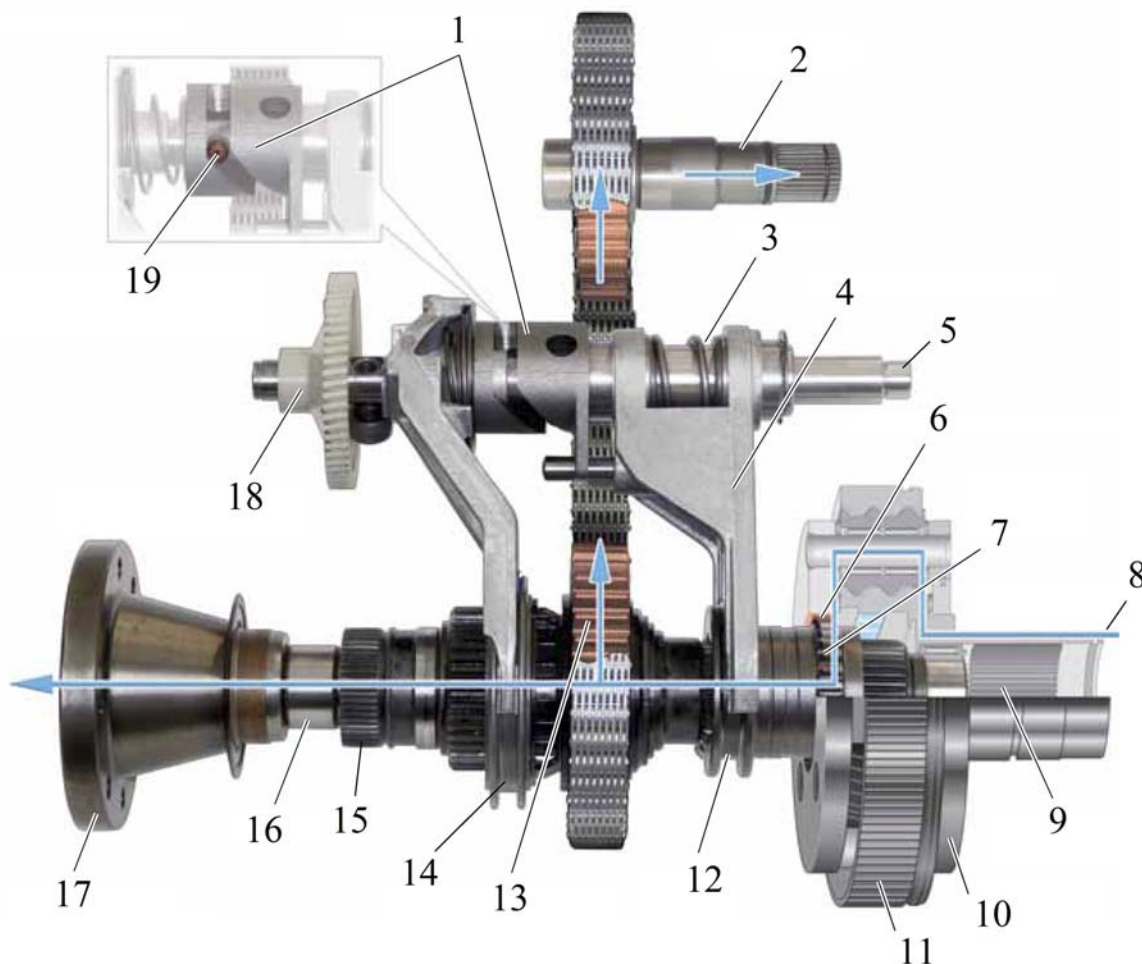
Чтобы облегчить включение полного привода (4x4) во время движения, шлицы на венце свободно вращающейся звездочки имеют вдвое больший шаг, чем шлицы на венце главного вала. В результате при включенном полном приводе (4x4) в ветви трансмиссии передней оси конструктивно образуется небольшой свободный ход в несколько градусов. Этот свободный ход не является неисправностью и не ведет ни к снижению комфортности движения, ни к снижению надежности или срока службы раздаточной коробки.

Выключение. Для выключения полного привода и возврата в режим 4x2 исполнительный электродвигатель межосевой блокировки возвращает переключающий вал в исходное положение, поворачивая его примерно на 90° против часовой стрелки. В результате вилка, под воздействием исключительно усилия пружины, также возвращается в положение 4x2.

В некоторых дорожных ситуациях при движении в режиме полного привода (4x4) в трансмиссии могут создаваться внутренние напряжения. При движении без проскальзывания колес (на твердом, сухом покрытии) эти напряжения не могут сниматься. Наличие таких внутренних напряжений приводит к повышенному трению покоя между шлицами муфты и свободновращающейся звездочки. Из-за повышенного трения покоя между шлицами при выключении полного привода (4x4) водителем муфта остается сначала во включенном положении. Как только внутренние напряжения в трансмиссии будут сняты (за

счет изменения нагрузки или направления движения), пружина переведет вилку включения вместе с муфтой обратно в положение 4x2.

Понижающая передача 4x4 LOW. Для включения понижающей передачи 4x4 LOW блок управления подает на исполнительный электродвигатель раздаточной коробки ШИМ-сигнал напряжения.



- 1 – направляющая кулисного механизма; 2 – вал привода передней оси;
 3 – звездочка; 4 – вилка включения 4×4 LOW; 5 – переключающий вал;
 6 – выходной венец солнечной шестерни;
 7 – венец муфты включения 4×4 LOW; 8 – передача крутящего момента;
 9 – входной венец солнечной шестерни; 10 – планетарный редуктор;
 11 – коронная шестерня; 12 – муфта включения 4×4 LOW;
 13 – свободно вращающаяся звездочка; 14 – муфта включения 4×4 HIGH;
 15 – зубчатое колесо привода масляного насоса;
 16 – главный вал; 17 – выходной фланец для привода задней оси;
 18 – шестерня привода переключающего вала;
 19 – роликовый палец 4×4 LOW (показан в положении 4×4 HIGH)
- Рисунок 2.4 – Включение понижающей передачи 4x4

Электродвигатель через шестерню привода поворачивает переключающий вал из положения 4x4 HIGH еще примерно на 120-130° по часовой стрелке. При этом роликовый палец 4x4 LOW, установленный на переключающем вале, через кулисный механизм переводитвилку 4x4 LOW в положение 4x4 LOW (рисунок 2.4). (Роликовый палец в этом положении больше не виден – он находится теперь с обратной стороны кулисного механизма). Конструктивно включение понижающей передачи может произойти только после того, как перед этим будет включен режим 4x4 HIGH.

Включение происходит без синхронизации и возможно только при стоящем автомобиле.

Передача крутящего момента. Входной зубчатый венец солнечной шестерни → планетарная передача → выходной зубчатый венец водила → зубчатый венец муфты 4x4 LOW → главный вал → фланец соединения с карданным валом/свободно вращающаяся звездочка → цепь привода передней оси → звездочка → вал привода передней оси.

Передаточное отношение понижающей передачи (демультипликатора) составляет $i = 2,72$.

Выключение. Для переключения обратно в режим 4x4 HIGH исполнительный электродвигатель межосевой блокировки поворачивает переключающий вал против часовой стрелки обратно в положение 4x4 HIGH. При этомвилка через кулисный механизм также возвращается в свое исходное положение. Крутящий момент передается теперь на главный вал непосредственно от солнечной шестерни, без понижающей передачи.

Пружина. Пружина действует навилку переключения 4x4 LOW в обоих направлениях и приводит ее в движение. При нормальном ходе переключения пружина остается в своем положении без напряжения. Благодаря тому, что зубья венцов муфты 4x4 LOW и планетарного механизма имеют скошенные боковые поверхности, переключение в большинстве случаев происходит без сопротивления. В положениях «зуб против зуба» вращение переключающего вала приводит сначала к напряжению пружины. При первом же минимальном изменении положения солнечной шестерни «запасенное» усилие пружины приведет к выполнению переключения. При возникновении описанной выше ситуации («зуб против зуба»), последующее включение, конструктивно, может происходить с треском. Поэтому при включении или выключении понижающей передачи 4x4 LOW рекомендуется установить рычаг переключения передач в нейтральное положение, чтобы уменьшить вероятность возникновения треска.

Зубья венцов муфты и планетарной передачи имеют для переключения из положения HIGH в LOW симметрично скошенные боковые поверхности, а для переключения из положения LOW в HIGH — несимметрично скошенные боковые поверхности (рисунки 2.5 и 2.6). Симметрично скошенные боковые поверхности, «действующие» в обоих направлениях движения, облегчают процесс включения и выключения 4x4 LOW. Несимметричные боковые поверхности для переключения от LOW к HIGH оптимизированы для направления дви-

жения автомобиля вперед.

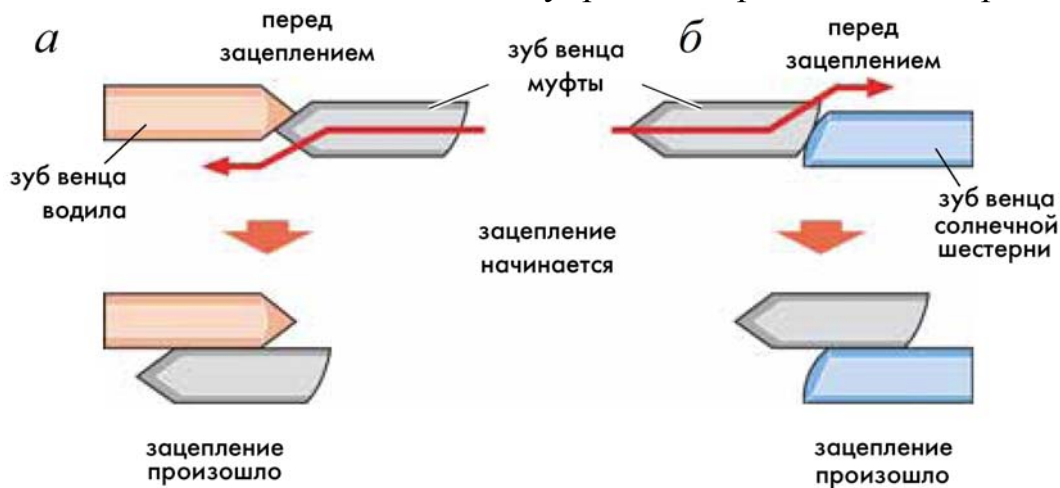
Смазка. Раздаточная коробка оснащена принудительной системой смазки. Масляный насос, который приводится от зубчатого колеса на главном валу, подает масло к точкам смазки по масляным каналам, высверленным в главном валу. В качестве масляного насоса используется роторный насос. Забор масла осуществляется через маслозаборник с сетчатым масляным фильтром, расположенный в самой низкой точке картера. Под сеткой маслозаборника находится магнит, удерживающий металлические продукты износа.



Рисунок 2.5 – Зубья муфты включения, водила и солнечной шестерни

Привод переключающего вала. На выходном валу исполнительного электродвигателя раздаточной коробки, закрепленного винтами на картере коробки, установлен ведущий червяк червячной пары (рисунок 2.7). Червяк вращает червячную шестерню - шестерню привода переключающего вала, приводя во вращательное движение вал.

Принцип действия. Электродвигатель с возбуждением от постоянного магнита управляется, получая ШИМ – модулированный сигнал от блока управления раздаточной коробки.



а – зубчатый венец муфты входит в зацепление с зубчатым венцом водила, *б* – зубчатый венец муфты входит в зацепление с зубчатым венцом солнечной шестерни

Рисунок 2.6 – Процесс включения

Для определения состояния (режима работы) раздаточной коробки и управления процессами переключения в раздаточной коробке установлены два датчика. Они передают в блок управления раздаточной коробки всю необходимую информацию.

Датчик Холла для раздаточной коробки. Предназначен для:



Рисунок 2.7 – Привод переключающего вала

- распознавания положения переключающего вала;

- управления процессами переключения в раздаточной коробке.

Уровень напряжения на выходе датчика Холла зависит от положения переключающего вала:

- 4x2 = 4,0 В;
- 4x4 HIGH = 2,0 В;
- 4x4 LOW = 1,0 В.

Датчик работает по принципу эффекта Холла. Плоский конец вала датчика входит в прорезь в торце переключающего вала. На валу датчика установлен постоянный магнит, который при повороте вала изменяет магнитное поле внутри датчика. Электроника датчика оце-

нивает изменения сигнала и передает в блок управления аналоговый сигнал, напряжение которого зависит от угла поворота вала. Датчик Холла для раздаточной коробки крепится винтами в задней части картера раздаточной коробки.

Датчик межосевой блокировки раздаточной коробки. Датчик раздаточной коробки работает как простой механический выключатель. Он задействуется скошенным выступом навилке включения 4x4 HIGH. В режиме 4x2 выключатель выключен. Датчик предназначен для определения фактического положениявилки включения 4x4, т.е. факта, действительно ли выключен полный привод и находится ливилка в положении 4x2, кроме того, датчик межосевой блокировки раздаточной коробки управляет включением контрольной лампы межосевой блокировки в комбинации приборов.

2.2 Раздаточная коробка 0BU с самоблокирующимся дифференциалом

Конструктивно коробка представляет собой самоблокирующийся межосевой дифференциал, который распределяет крутящий момент между осями в зависимости от сцепления колес передней и задней оси с дорогой и выравнивает скорости вращения осей, не допуская пробуксовывания одной из них (рисунок 2.8). При этом дифференциал работает полностью механически (без электронного регулирования) и реагирует на изменения условий сцепления с дорогой без задержки. В коробке отсутствует понижающая передача.

Раздаточная коробка крепится непосредственно к фланцу АКП. Полый входной вал вводит крутящий момент в раздаточную коробку. Дифференциал распределяет крутящий момент между осями. Крутящий момент для задней оси

выводится из раздаточной коробки через выходной вал, соосный с входным валом («вставленный» во входной вал).

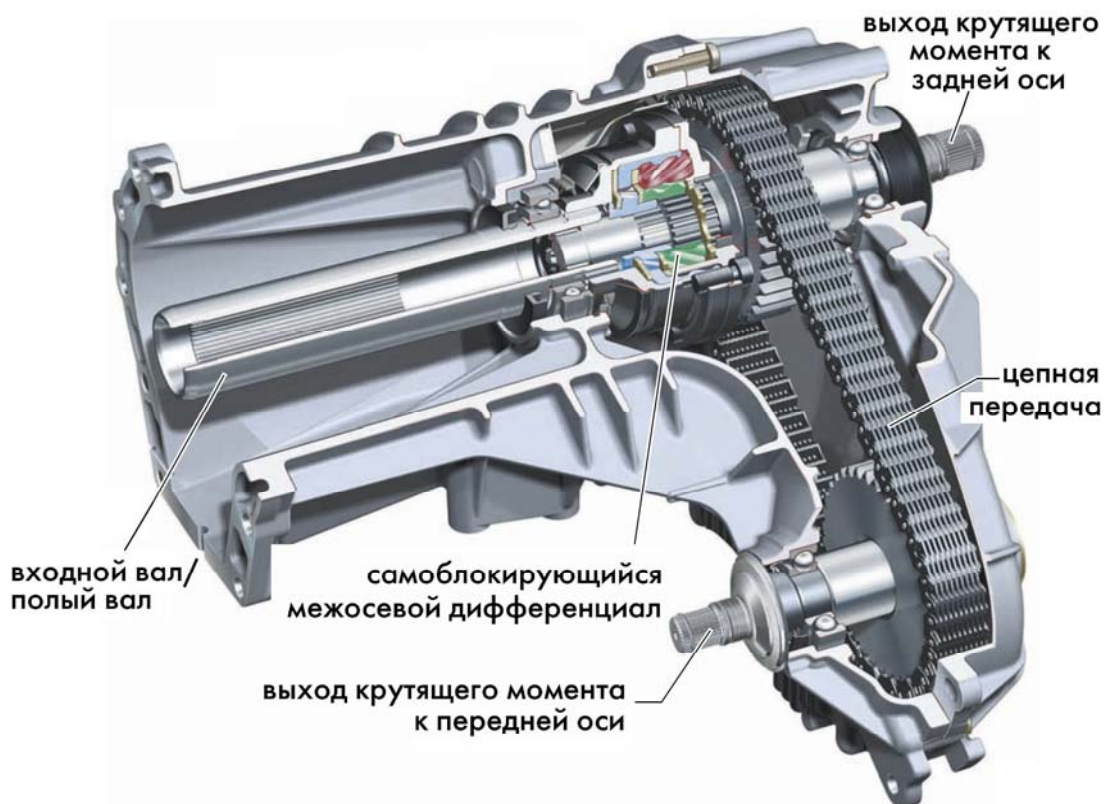


Рисунок 2.8 – Раздаточная коробка с самоблокирующимся дифференциалом

Крутящий момент для передней оси передается на верхнюю звездочку цепной передачи, сидящую на выходном валу.

Планетарный механизм. Принципиально конструкция этого самоблокирующегося межосевого дифференциала аналогична конструкции обычного планетарного ряда с водилом, сателлитами, солнечной и коронной шестернями (рисунки 2.9 и 2.10). Дополнительно в конструкцию межосевого дифференциала введены фрикционные диски из никелированной стали. Эти диски определяют возникающие моменты трения и, тем самым, коэффициент блокировки дифференциала. Моменты трения создаются в результате возникновения в зубчатых парах с косыми зубьями осевых усилий, прижимающих солнечную и коронную шестерни к фрикционным дискам.

Существует два варианта конструкций дифференциала, с распределением крутящего момента между осями 50:50 и второй распределяет крутящий момент между передней и задней осями в соотношении 38:62. Это достигается за счет использования в планетарном ряду солнечной шестерни меньшего диаметра (рисунок 2.11).

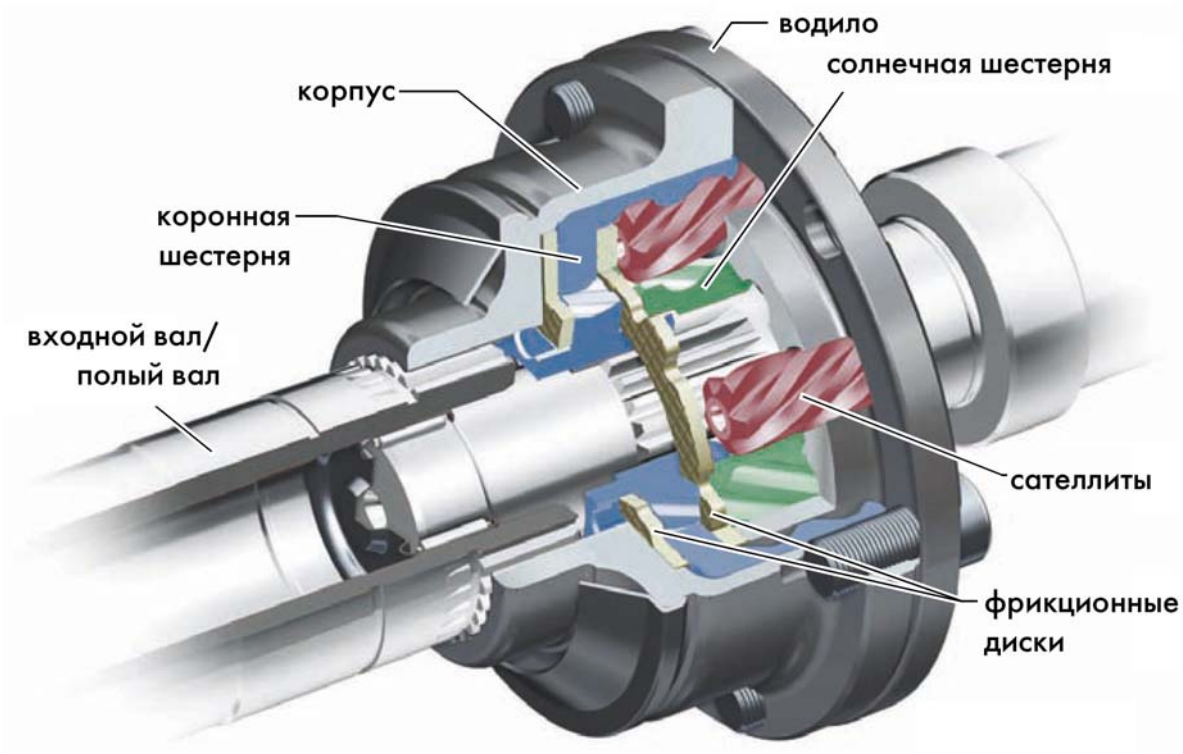


Рисунок 2.9 – Самоблокирующийся дифференциал



Рисунок 2.10 – Составные части самоблокирующегося дифференциала

Асимметрично-динамическое распределение крутящего момента. Выходной момент раздаточной коробки может распределяться между передней и задней осями в разных соотношениях, в пределах диапазонов блокировки дифференциала. Диапазон блокировки для передней оси составляет от 20% до 60% входного момента коробки. Диапазон блокировки для задней оси состав-

ляет от 40% до 80% входного момента коробки. За пределами диапазона блокировки дифференциала включается электронная блокировка дифференциала (EDS).

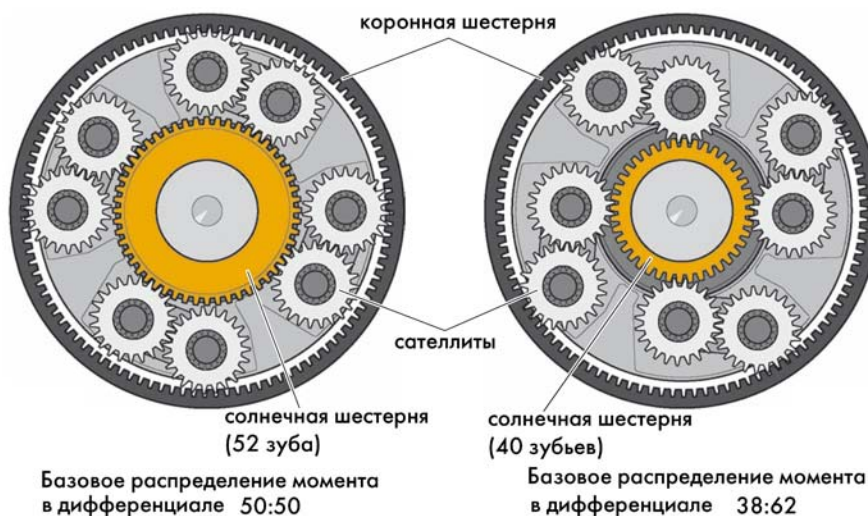


Рисунок 2.11 – Планетарные дифференциалы с распределением момента 50:50 и 38:62

В дополнение к асимметричному базовому распределению 40:60 в дифференциале создается момент трения (блокирующий момент), пропорциональный крутящему моменту (рисунок 2.12). Сочетание этого блокирующего момента с базовым распределением момента определяет окончательное распределение крутящего момента по осям. Межосевой дифференциал реагирует на изменения крутящего момента на осях. Когда колеса одной оси утрачивают сцепление с дорогой, крутящий момент тут же перенаправляется на другую ось в границах диапазона блокировки. Сцепление с дорогой определяет способность колес преобразовывать подводимый крутящий момент в силу тяги без пробуксовки. Когда диапазона блокировки межосевого дифференциала оказывается недостаточно, перераспределение момента по осям и сохранение сцепления колес с дорогой обеспечивается за счет регулирования EDS.

Базовое распределение и путь крутящего момента. Когда все колеса находятся на одном и том же дорожном покрытии и имеют одинаковое сцепление с дорогой, тогда крутящий момент, поступающий от КП распределяется дифференциалом между передней и задней осями в соотношении 40:60.

Самоблокирующийся межосевой дифференциал нельзя сравнивать с полностью механической блокировкой дифференциала. Если оба колеса или одно колесо оси пробуксовывают, привод не осуществляется. За пределами диапазона распределения крутящего момента раздаточной коробки OBU включается электронная блокировка дифференциала EDS. Если одно из колес теряет сцепление с дорогой, оно целенаправленно притормаживается и крутящий момент равномерно распределяется между всеми колесами.

Путь крутящего момента через дифференциал. Крутящий момент КП вводится в раздаточную коробку полым валом и передается с него на корпус дифференциала (рисунок 2.13).

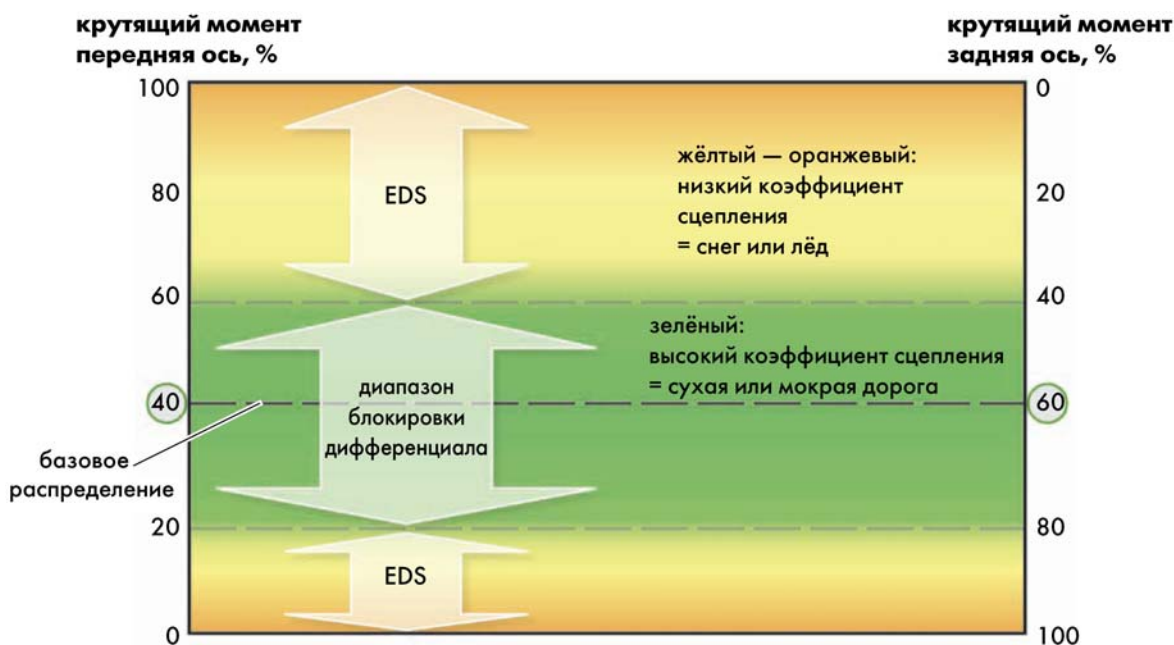


Рисунок 2.12 – Условия распределения крутящего момента между осями

Водило, соединенное с корпусом дифференциала болтами, передает крутящий момент КП на сателлиты, которые распределяют его на солнечную шестерню и коронную шестерню.

Осевые силы. Шестерни дифференциала имеют косые зубья определенного профиля. Благодаря им под действием крутящего момента на шестернях возникает осевая сила, воздействующая на различные фрикционные диски и создающая в них определенный момент трения (рисунок 2.14). Этот момент трения, в свою очередь, обуславливает требуемый момент блокировки. Величина момента блокировки выражается через коэффициент блокировки. Коэффициент блокировки показывает, во сколько раз крутящий момент на одной оси (колеса которой имеют лучшее сцепление с дорогой) выше, чем на другой.

Связка. Смазывание верхнего вала и дифференциала обеспечивается с помощью маслоуловителя и направленной подачи масла. Во время движения автомобиля цепь подает масло из картера вверх, где оно собирается маслоприемником. Маслопровод подает масло в дифференциал и на подшипник входного вала. Достаточно эффективная смазка обеспечивается уже на скорости пешехода. Система работает и при движении задним ходом. Благодаря центробежной силе в дифференциале возникает циркуляция масла. Когда автомобиль останавливается, масло стекает вниз и смазывает внутренние детали. Корпус дифференциала сконструирован таким образом, что при остановке автомобиля в нем остается определенное количество масла. Поэтому смазка трущихся деталей обеспечивается уже при трогании с места.

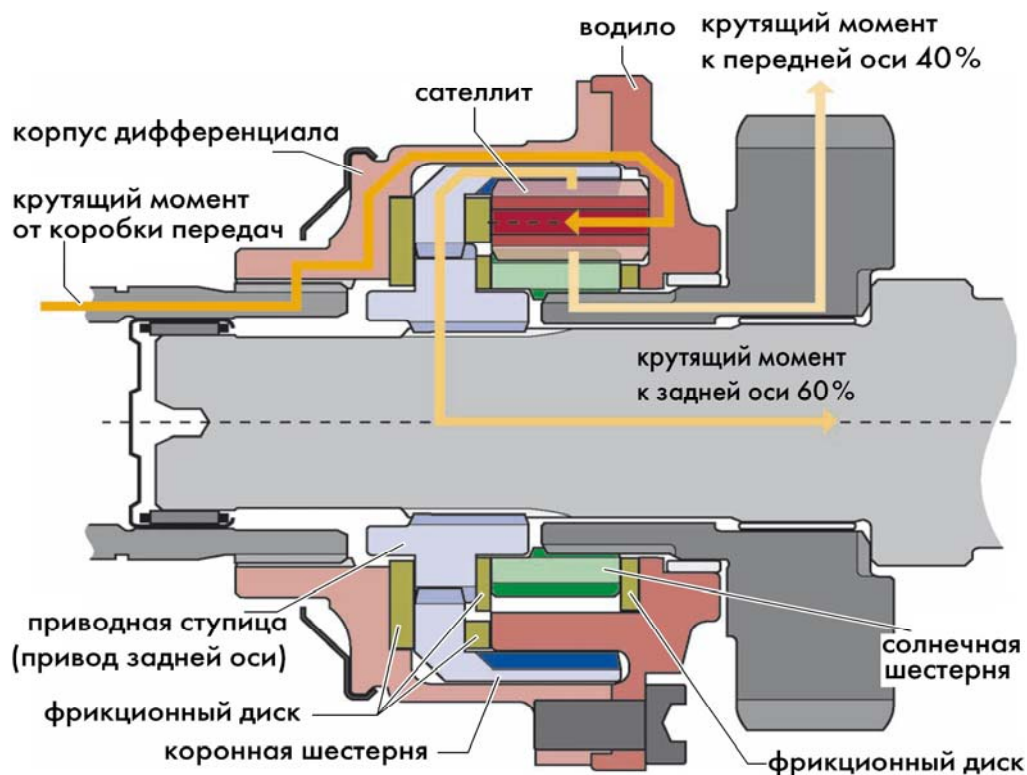


Рисунок 2.13 – Прохождение крутящего момента через дифференциал

Цепная передача. Цепная передача передает крутящий момент на переднюю ось. В ней используется специальная «зубчатая» цепь с соответствующими звездочками. Отличительные особенности цепной передачи в раздаточной коробке: способность передавать большой крутящий момент, прочность, тихая работа, отсутствие необходимости в обслуживании и высокий КПД.

Пластины специальной формы обеспечивают тихую работу цепи даже при очень высокой скорости вращения ее звездочек. Расположение пластин с зубьями двух разных профилей и довольно высокое нечетное число зубьев у звездочек также способствуют снижению уровня шума.

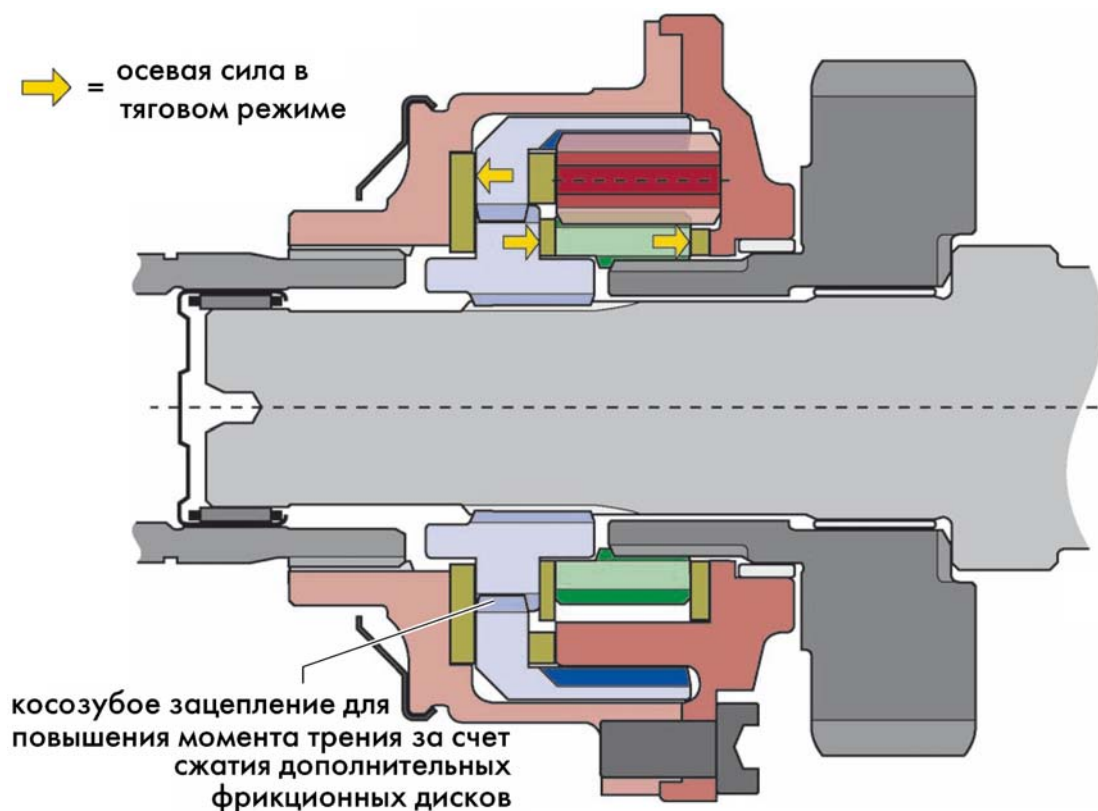


Рисунок 2.14 – Блокировка дифференциала в тяговом режиме

2.3 Коробка передач 0B2 с распределителем момента

Самоблокирующийся межосевой дифференциал с асимметричным динамическим распределением момента. В коробке передач 0B2 (рисунок 2.15) используется самоблокирующийся межосевой дифференциал с асимметричным динамическим распределением момента (рисунки 2.16 и 2.17). В незаблокированном состоянии на переднюю ось приходится около 40% крутящего момента, а на заднюю около 60%. Пропорционально подводимому крутящему моменту в межосевом дифференциале формируется блокирующий момент. Этот блокирующий момент суммируется с основным моментом, так возникает момент, направленный к соответствующей оси. В зависимости от условий движения на переднюю ось может быть направлено до 65% момента, а на заднюю ось до 85% без включения регулирования системы ESP.

Конструкция самоблокирующегося межосевого дифференциала создана на базе самоблокирующегося межосевого дифференциала с распределением момента 50:50. Основными узлами при этом являются две солнечные шестерни, соответствующие сателлиты и корпус дифференциала со ступицей. Сателлиты (с винтовым зубом) расположены параллельно солнечным шестерням (с винтовым зубом). Асимметричное распределение момента происходит по причине различных диаметров солнечных шестерен для передней и задней оси (соотношение примерно 40:60).

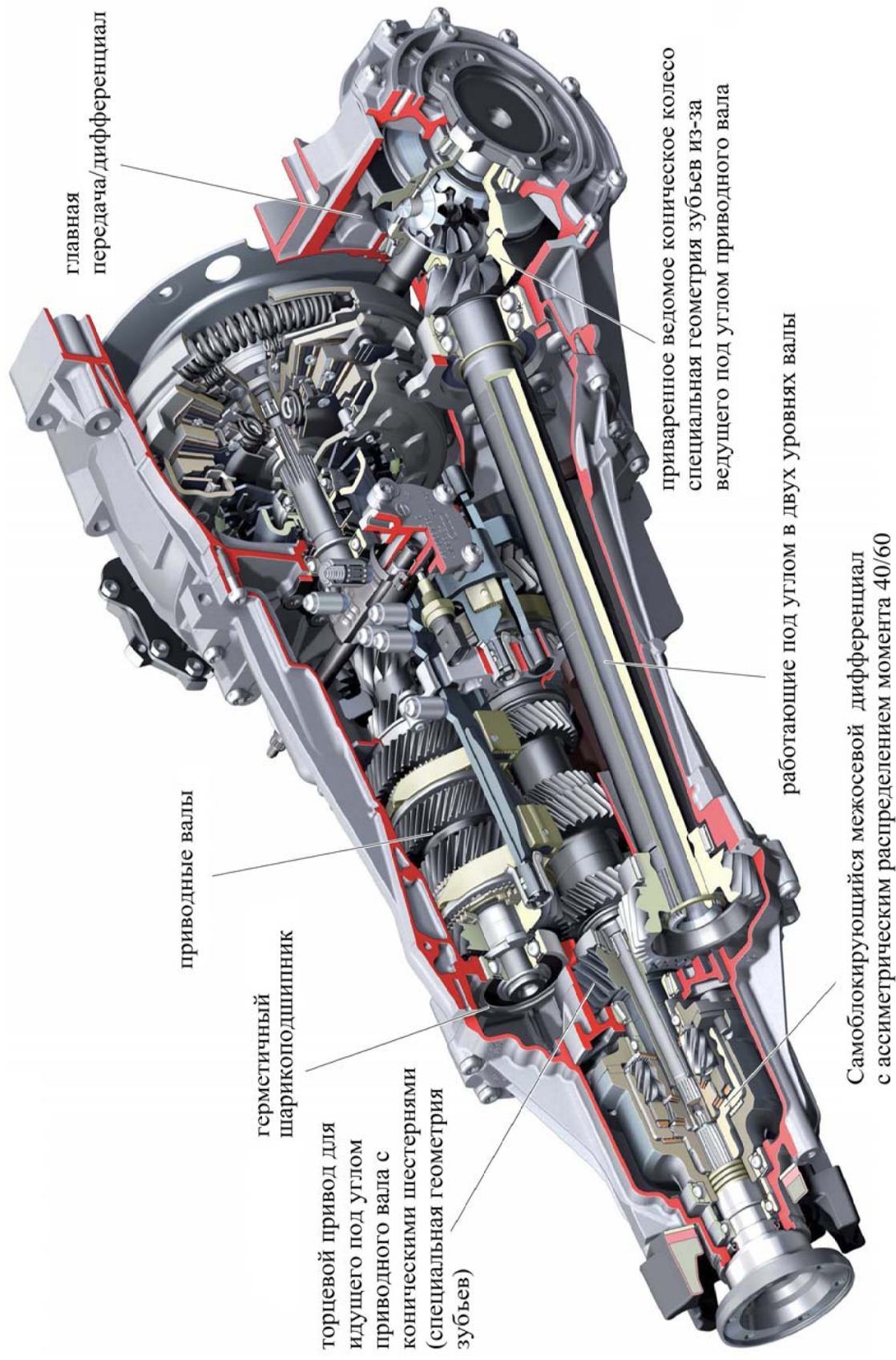


Рисунок 2.15 – Шестиступенчатая коробка передач с распределительным узлом и дифференциалом

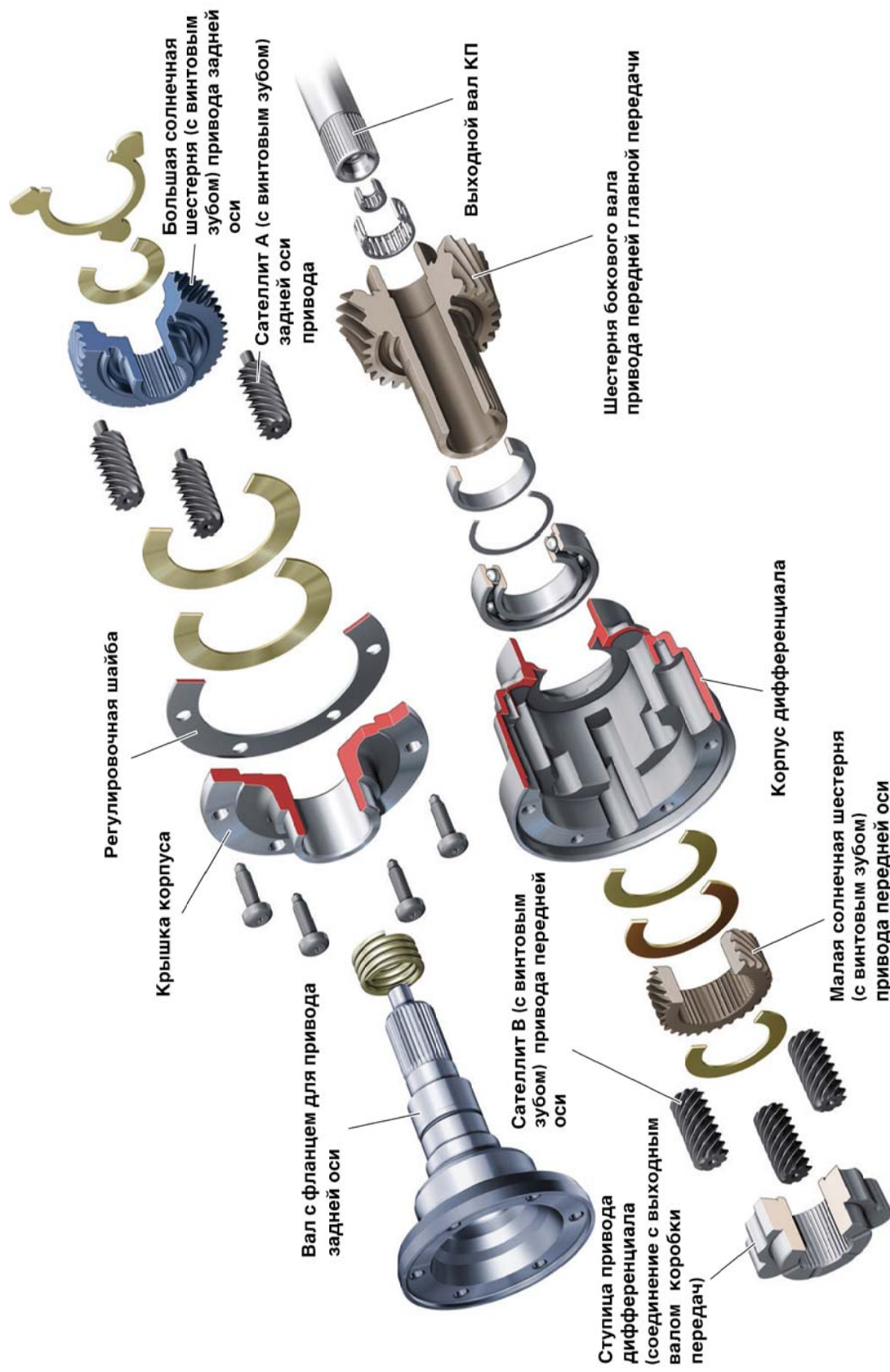


Рисунок 2.16 - Составные элементы дифференциала

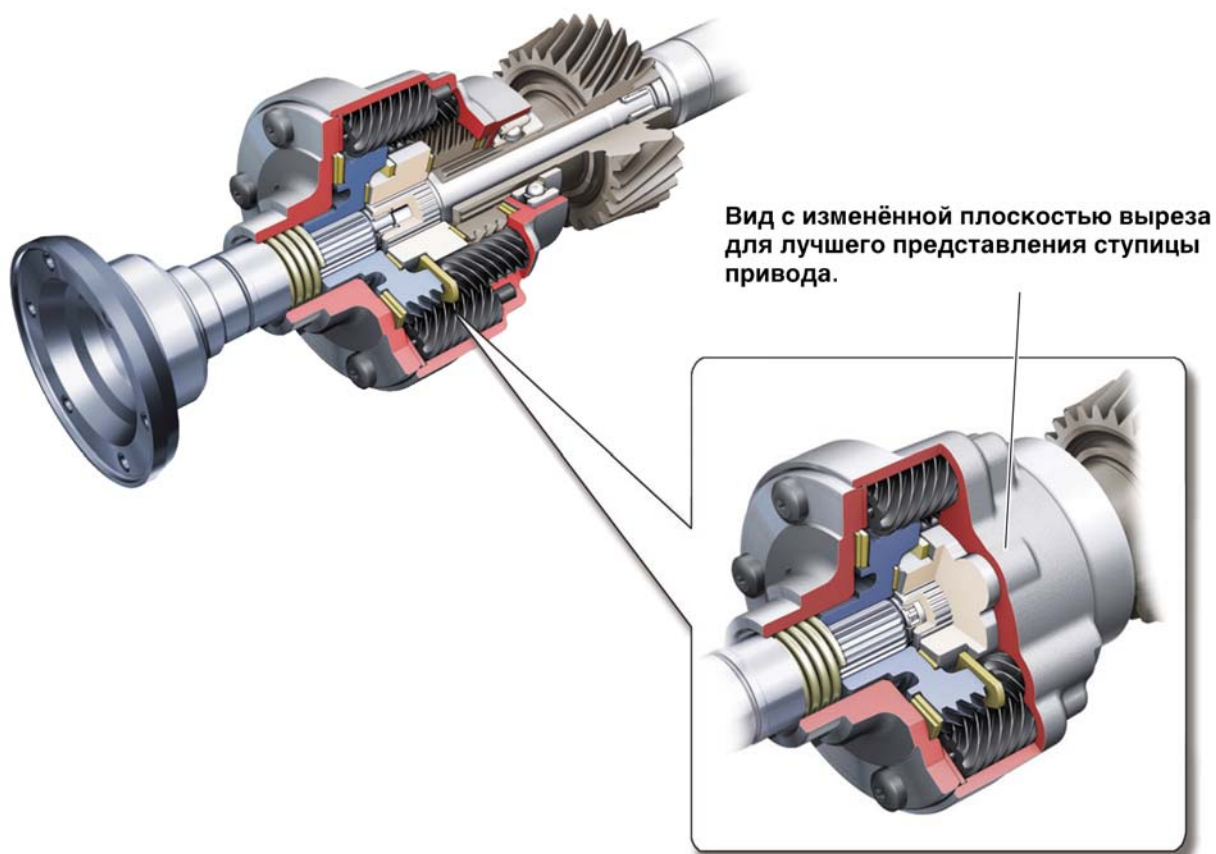


Рисунок 2.17 – Самоблокирующийся дифференциал

На рисунке 2.18 показана еще одна коробка передач с распределительным узлом между передней и задней осями. Она отличается от предыдущей тем, что вал привода передней оси проходит внутри полова ведомого вала коробки передач.

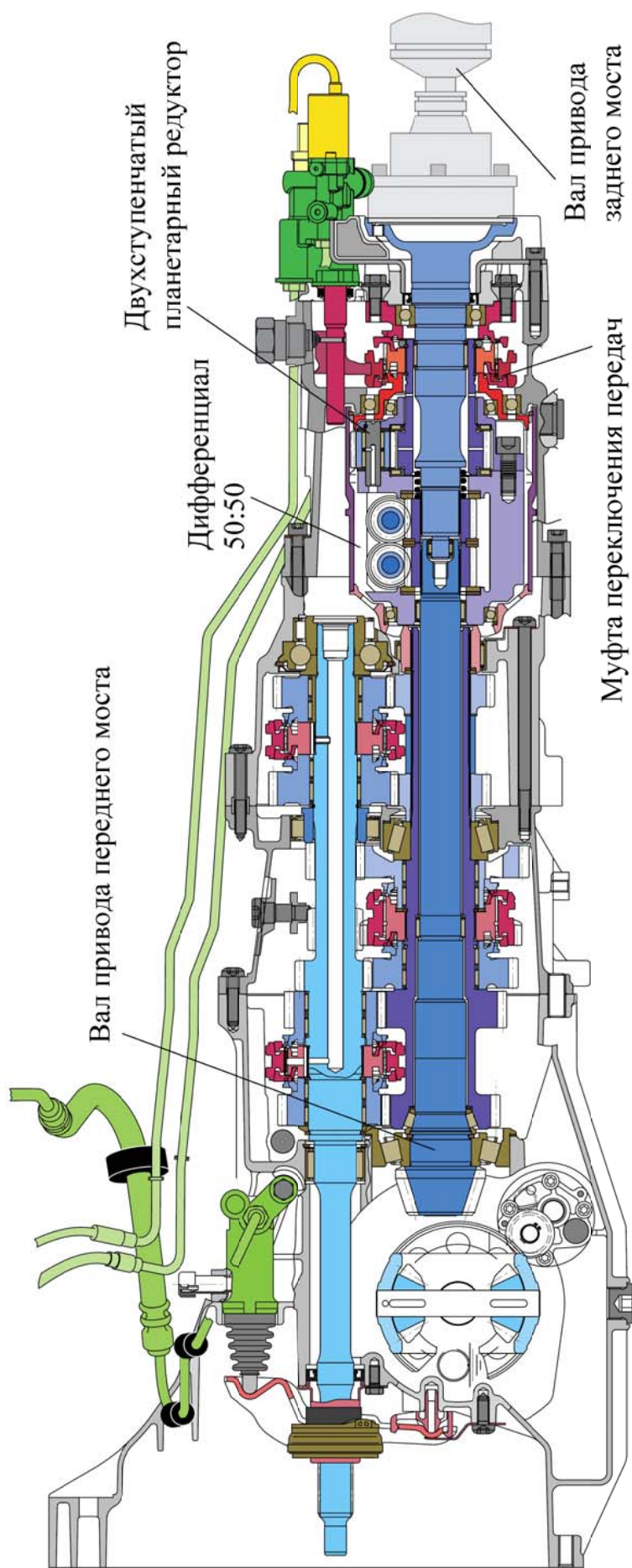


Рисунок 2.18 - Раздаточный узел с проходным валом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия / под ред. А. И. Гришкевича. – Минск : Выш. шк., 1985. – 240с.
2. Кравец В. Н. Теория автомобиля / В. Н. Кравец, В. В. Селифонов. – М. : ООО «Гринлайт+», 2011. – 884 с.
3. Amarok – Трансмиссия и концепция привода. Устройство и принцип действия. URL: <http://vwts.ru/> (дата обращения 25.03.2013).
4. Audi Q7 – Трансмиссия/раздаточная коробка 0AQ. Программа самообучения 363. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (5,3 Мб). AUDI AG, D-74172 Некарсульм, ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус», 2008. – 35 с.
5. Audi allroad quattro с понижающей передачей. Конструктивные особенности и описание работы. Программа самообучения 241. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (2,5 Мб). AUDI AG, D-85045 Ингольштадт, ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус», 2008. – 76 с.

Александр Павлович Петров

РАЗДАТОЧНЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 190109, 190100

Редактор Е.А. Могутова

Подписано к печати 06.03.2014	Форма 60×84 1/16	Бумага тип. №1
Печать цифровая	Усл. печ.л. 2,5	Уч.-изд. л. 2,5
Заказ 82	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.