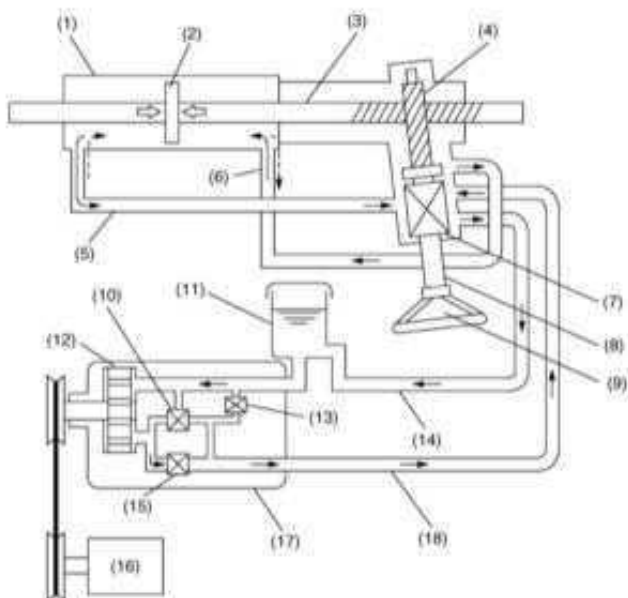


## 12.4.1 Рулевое управление

### Рулевое управление

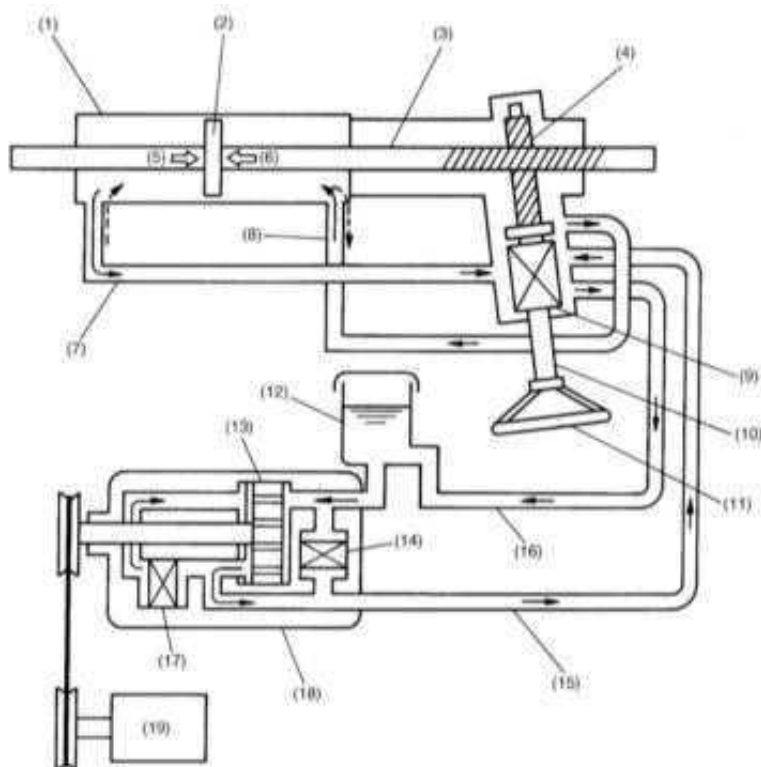
Конструкция и принцип функционирования элементов гидроусиленного рулевого привода - общая информация

#### Функциональная схема системы ГУР на моделях 2.0 и 2.5 л



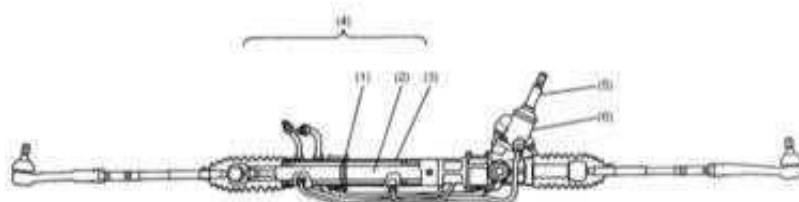
- |  |  |
|--|--|
| 1 — Силовой цилиндр                              | 11 — Резервуар гидравлической жидкости |
| 2 — Поршень рулевой рейки                        | 12 — Шибберный насос                   |
| 3 — Шток рулевой рейки                           | 13 — Редукционный клапан               |
| 4 — Вал ведущей шестерни                         | 14 — Шланг В                           |
| 5 — Трубка А                                     | 15 — Клапан регулировки расхода        |
| 6 — Трубка В                                     | 16 — Двигатель                         |
| 7 — Роторный управляющий клапан                  | 17 — Насосная сборка                   |
| 8 — Рулевой вал                                  | 18 — Шланг А                           |
| 9 — Рулевое колесо                               | 19 — Камера А                          |
| 10 — Чувствительный к изменениям давления клапан | 20 — Камера В                          |

#### Функциональная схема системы ГУР на моделях 3.0 л



- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1 — Силовой цилиндр             | 11 — Рулевое колесо                     |
| 2 — Поршень рулевой рейки       | 12 — Резервуар гидравлической жидкости  |
| 3 — Шток рулевой рейки          | 13 — Шиберный насос                     |
| 4 Вал ведущей шестерни          | 14 — Редукционный клапан                |
| 5 — Камера А                    | 15 — Шланг А                            |
| 6 — Камера В                    | 16 — Шланг В                            |
| 7 — Трубка А                    | 17 — Управляющий клапан насосной сборки |
| 8 — Трубка В                    | 18 — Насосная сборка                    |
| 9 — Роторный управляющий клапан | 19 — Двигатель                          |
| 10 — Рулевой вал                |   |

### Организация гидроусиления рулевого механизма



- |                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| 1 — Поршень    | 4 — Силовой цилиндр             |
| 2 — Шток рейки | 5 — Вал ведущей шестерни        |
| 3 — Цилиндр    | 6 — Роторный управляющий клапан |

### Общая информация

Привод рулевого насоса осуществляется непосредственно от двигателя посредством приводного ремня.

При прямолинейном движении автомобиля чувствительный к изменениям давления клапан-переключатель насосной сборки остается открытым, обеспечивая сброс гидравлической жидкости обратно в резервуар системы ГУР.

Функциональная схема гидравлической системы усиления рулевого привода представлена на иллюстрациях.

За счет применения клапана регулировки расхода давление гидравлической жидкости

поддерживается практически постоянным при любых оборотах двигателя. Под регулируемым напором гидравлическая жидкость подается по шлангу А к роторному управляющему клапану.

При поворачивании рулевого колеса соединенный с валом ведущей шестерни роторный клапан открывает гидравлический контур в направлении, соответствующем направлению поворота колеса гидравлическая жидкость по трубке А или В подается в соответствующую (А или В) рабочую камеру.

Повышение давления в рабочей камере приводит к возникновению вспомогательного усилия, действующего на поршень рулевой рейки в направлении перемещения последней, что в существенной мере снижает сопротивление рулевого колеса вращению.

Смещение рейки приводит к вытеснению гидравлической жидкости из второй рабочей камеры в резервуар ГУР через трубку А/В, роторный клапан и шланг В.

Ограничение максимального давления гидравлической жидкости осуществляется за счет включения в насосную сборку редуционного клапана.

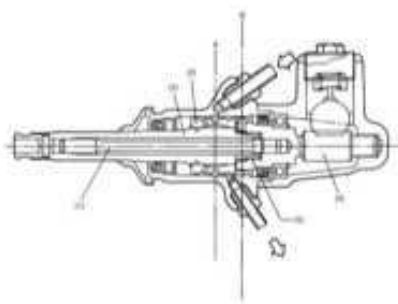
Поскольку рулевой вал через роторный управляющий клапан механически соединяется с валом ведущей шестерни, потери управления не происходит даже в случае отказа системы гидроусиления.

Конструкция и принцип функционирования рулевого механизма

Силовой цилиндр

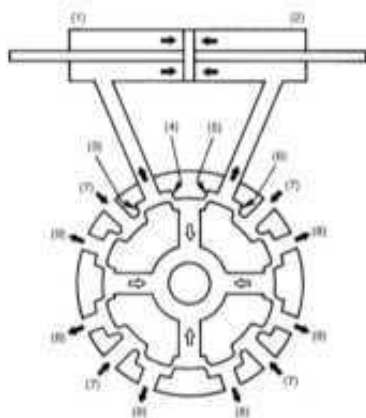
Основу гидравлической части рулевого механизма составляют объединенные в общую сборку роторный управляющий клапан и силовой цилиндр реечной передачи. Шток рулевой рейки в используемой конструкции играет роль поршня в силовом цилиндре, сквозь роторный клапан продет вал ведущей шестерни. Рабочие камеры цилиндра и роторного клапана соединены между собой посредством двух гидравлических трубок. Роторный управляющий клапан

### **Конструкция роторного управляющего клапана**



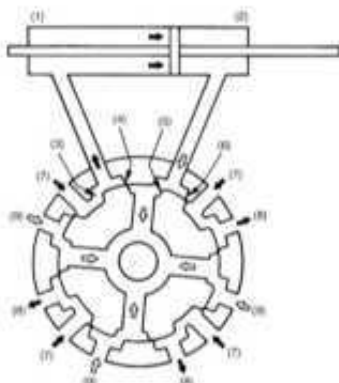
- |   |   |
|---|---|
| 1 — Торсионный стержень                     | 12 — Торсионный стержень                                |
| 2 — Муфта                                   | 13 — Ротор  |
| 3 — Ротор                                   | 14 — Муфта  |
| 4 — Ведущая шестерня                        | 15 — Возвратная гидравлическая линия (к резервуару ГУР) |
| 5 — Аварийное зацепление шестерни с ротором | 16 — Ведущая шестерня                                   |
| 6 — Проходной канал V1                      | 17 — Торсионный стержень                                |
| 7 — Проходной канал V2                      | 18 — Ротор  |
| 8 — Проходной канал V3                      | А — Сечение «Вид А»                                     |
| 9 — Проходной канал V4                      | В — Сечение «Вид В»                                     |
| 10 — Канавка С                              |   |
| 11 — Канавка D                              |   |

### **Схема функционирования роторного клапана при отпущенном рулевом колесе**



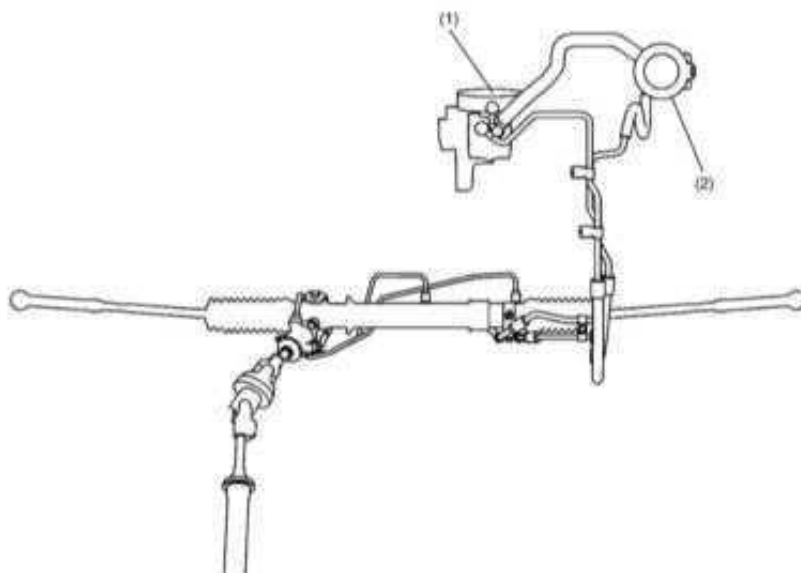
- 1 — Камера А 6 — V4  
 2 — Камера В 7 — От рулевого насоса  
 3 — V1 8 — К А  
 4 — V2 9 — К В  
 5 — V3

**Схема функционирования роторного клапана при вращении рулевого колеса вправо**



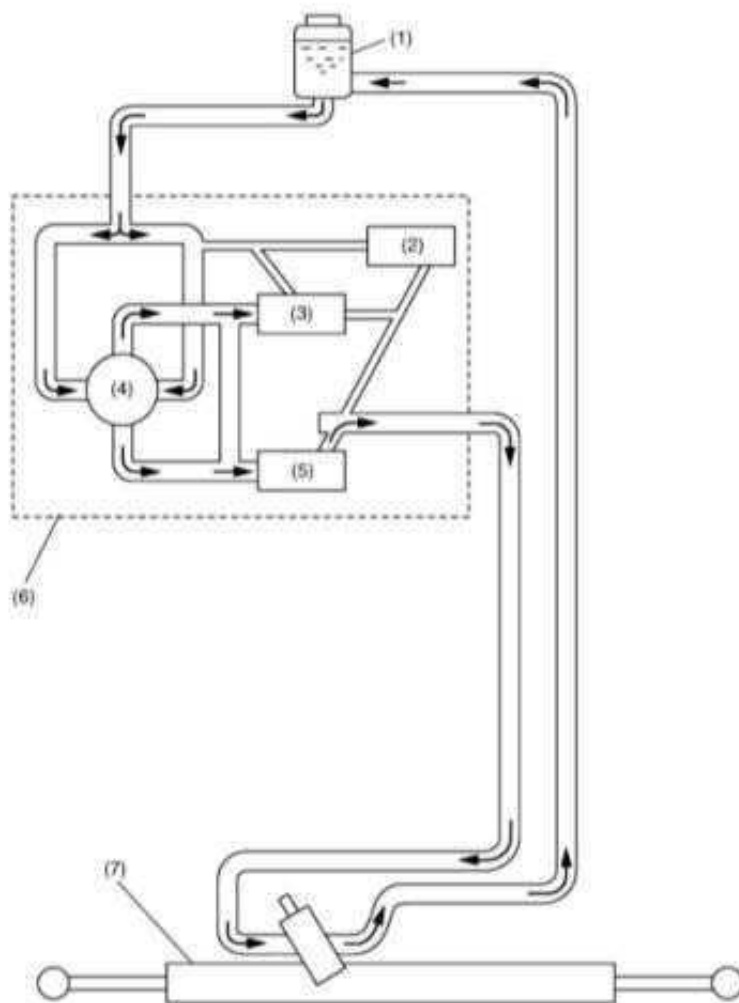
- 1 — Камера А 4 — V2  
 2 — Камера В 5 — V3  
 3 — V1

**Схема подключения рулевого насоса (модели 2.0 и 2.5 л)**



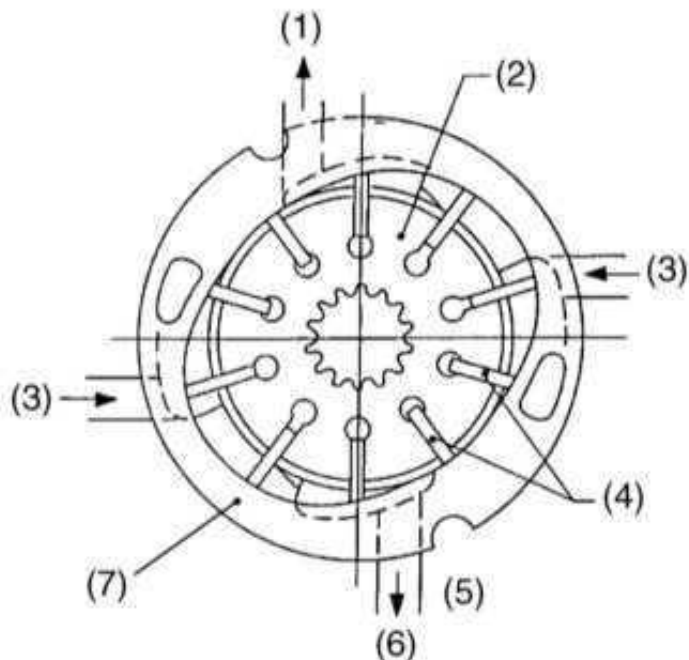
- 1 — Рулевой насос 2 — Резервуар гидравлической жидкости

### Схема функционирования рулевого насоса (модели 2.0 и 2.5 л)



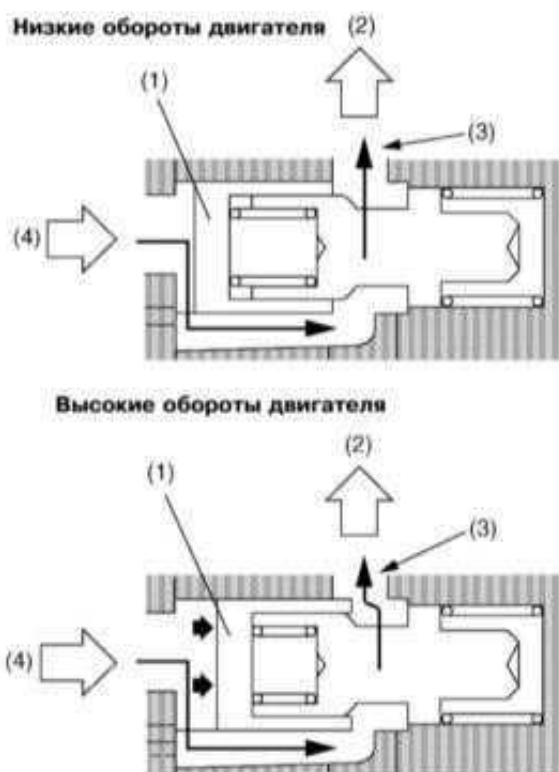
- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1 — Резервуар ГУР                              | 5 — Клапан управления расходом |
| 2 — Редукционный клапан                        | 6 — Насосная сборка            |
| 3 — Чувствительный к изменению давления клапан | 7 — Рулевой механизм           |
| 4 — Шибберный насос                            |                                |

### Конструкция шибберного насоса (модели 2.0 и 2.5 л)



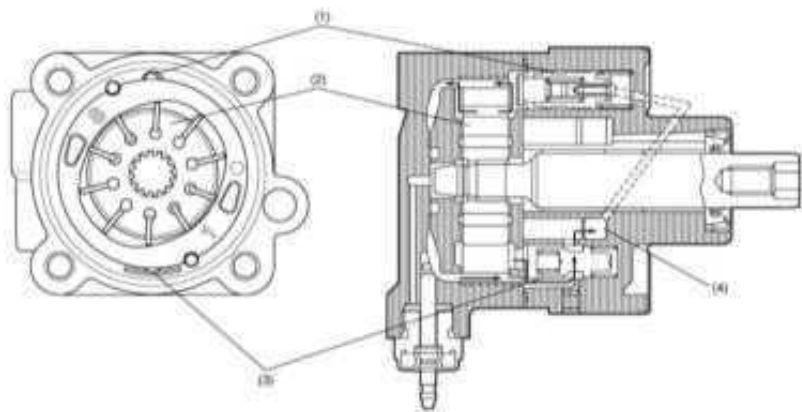
- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1 — Выпускной порт    | 5 — Насос                 |
| 2 — Ротор             | 6 — Выпускной порт        |
| 3 — Впускные порты    | 7 — Эксцентриковое кольцо |
| 4 — Шибберные лопатки |                           |

**Принцип функционирования клапана управления расходом (модели 2.0 и 2.5 л)**



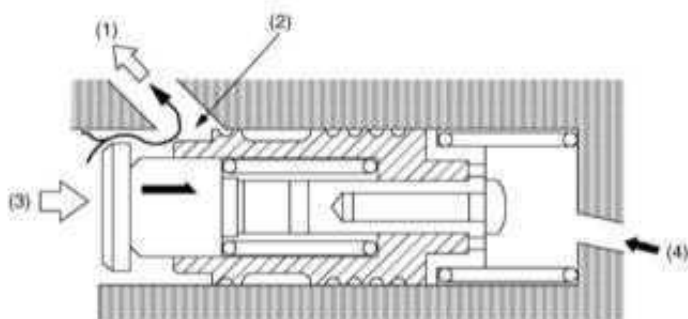
- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1 — Золотник             | 3 — Дроссельное отверстие |
| 2 — К рулевому механизму | 4 — От шибберного насоса  |

**Схема подключения чувствительного к изменению давления клапана (модели 2.0 и 2.5 л)**



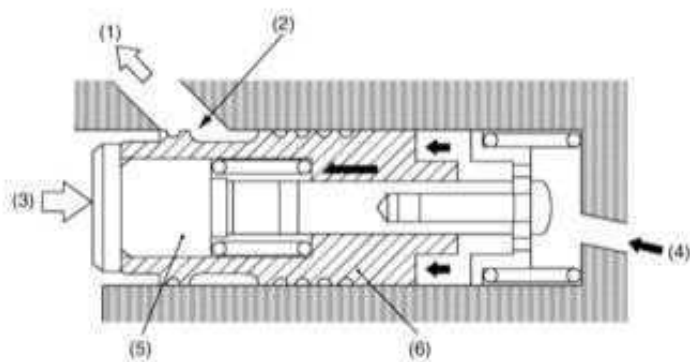
- 1 — Чувствительный к изменению давления клапан 3 — Клапан управления расходом  
2 — Насос 4 — К рулевому механизму

**Схема функционирования чувствительного к изменению давления клапана при опущенном рулевом колесе (модели 2.0 и 2.5 л)**



- 1 — К резервуару гидравлической жидкости 3 — Подаваемая под напором от насоса жидкость (выше)  
2 — Сливной порт открыт 4 — Давление потока жидкости, пропускаемой через клапан управления расходом (ниже)

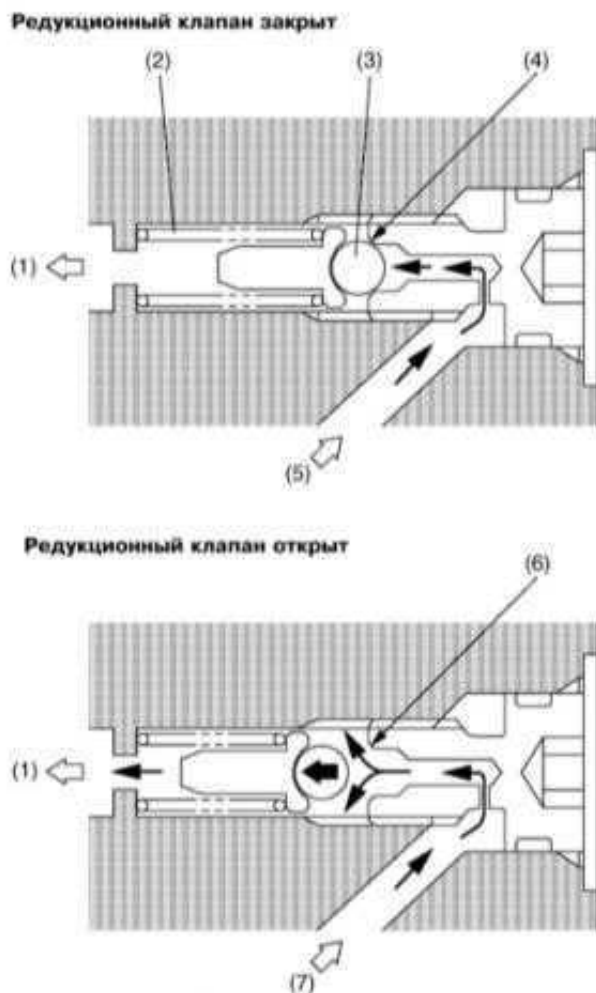
**Схема функционирования чувствительного к изменению давления клапана при вращении рулевого колеса (модели 2.0 и 2.5 л)**



- 1 — К резервуару гидравлической жидкости 3 — Подаваемая под напором от насоса жидкость (выше)  
2 — Сливной порт открыт 4 — Давление потока жидкости, пропускаемой через клапан управления расходом (ниже)

**Принцип функционирования редукционного клапана насоса ГУР (модели 2.0 и 2.5 л)**





- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 — К резервуару ГУР  | 5 — Давление жидкости, пропускаемой через клапан управления расходом (ниже критического) |
| 2 — Пружина           | 6 — Клапан открыт  |
| 3 — Контрольный шарик | 7 — Давление жидкости, пропускаемой через клапан управления расходом (выше критического) |
| 4 — Клапан закрыт     |  |

Управляющий клапан состоит из вращающегося вместе с рулевым валом ротора, ведущей шестерней, введенной в зацепление с ротором посредством торсионного стержня и вращающейся вместе с шестерней муфты. Конструкция клапана представлена на иллюстрации.

В роторе и муфте клапанной сборки предусмотрены канавки С и D, образующие проходные каналы с V1 по V4 для потока гидравлической жидкости.

Конфигурация зазора зацепления шестерни с ротором обеспечивает возможность ручного привода рейки в случае отказа системы гидроусиления.

Когда торсионный стержень скручивается под воздействием крутящего момента, прикладываемого к рулевому колесу, положение ротора относительно муфты изменяется, что сопровождается изменением проходного сечения каналов V1 ÷ V4. Данный механизм позволяет соотносить напор рабочего тела системы с величиной усилия, прикладываемого к рулевому колесу.

Когда рулевое колесо отпущено ротор и муфта удерживаются в нейтральном положении, в карбюраторе каналы V1, V2 и V3, формируемые канавками С и D сохраняют одинаковые проходные сечения. При этом поток нагнетаемой насосом жидкости перенаправляется обратно в резервуар ГУР, а рулевая рейка остается в свободном



состоянии.

Поворачивание рулевого колеса вправо приводит к приоткрыванию каналов V1 и V3, в то время как каналы V2 и V4 практически полностью перекрываются. При этом давление в камере А силового цилиндра повышается пропорционально снижению расхода гидравлической жидкости через каналы V2 и V4, с другой стороны, давление в камере В снижается за счет отвода жидкости в резервуар ГУР по каналу V3. возникающий перепад давлений с разных сторон поршня приводит к смещению рейки в требуемом направлении (вправо). При вращении рулевого колеса влево картина изменяется зеркально, что приводит к смещению рулевой рейки в требуемом направлении.

Нарушение исправности функционирования системы гидроусиления (например, в результате обрыва приводного ремня) приводит к отказу повышения гидравлического давления, в результате чего прикладываемый к рулевому колесу крутящий момент начинает механически передаваться от ротора управляющего клапана непосредственно на ведущую шестерню рулевого механизма.

Конструкция и принцип функционирования рулевого насоса

Привод шибера рулевого насоса осуществляется от двигателя посредством клиновидного ремня.

Резервуар гидравлической жидкости установлен на кузовном элементе автомобиля.

Модели 2.0 и 2.5 л

Схема подключения насоса ГУР к рулевому механизму показана на иллюстрации.

В состав насоса включены три клапана: клапан управления расходом жидкости, а также чувствительный к изменению давления и редукционный клапаны.

Клапан управления расходом рабочей жидкости обеспечивает поддержание расхода гидравлической жидкости на одинаковом уровне вне зависимости от оборотов двигателя.

Чувствительный к изменению давления клапан обеспечивает возврат жидкости в резервуар ГУР при отпущенном рулевом колесе.

Редукционный клапан служит для защиты системы от чрезмерного повышения давления, кое могло бы произойти, например, в результате поворачивания рулевого колеса на всю длину хода его вращения.

Основу насосной сборки составляет помещенный внутрь эксцентрикового кольца оборудованный десятью скользящими лопастями (шиберами) ротор. При вращении ротора свободно посаженные шибера под действием центробежной силы стремятся выдвинуться из своих направляющих пазов в радиальном направлении, прижимаясь при этом к стенкам имеющей овальную форму эксцентриковой камеры. Всасываемая через впускные порты в пространство между лопатками жидкость по мере сокращения объема полости сжимается и под напором выталкивается через выпускные порты в рабочий тракт системы гидроусиления.

Клапан управления расходом жидкости состоит из цилиндрического золотника, отжимаемого вправо по мере возрастания давления рабочей жидкости вследствие увеличения оборотов двигателя, - такое отжимание золотника сопровождается сужением проходного сечения дроссельного отверстия и, как следствие, к сокращению расхода жидкости.

Левый конец чувствительного к изменению давления клапана открыта в сторону выпуска насоса, а правая соединена с выходом клапана управления расходом.

При отпущенном рулевом колесе пропускаемая через клапан управления расходом в сторону силового цилиндра рулевого механизма рабочая жидкость перенаправляется в

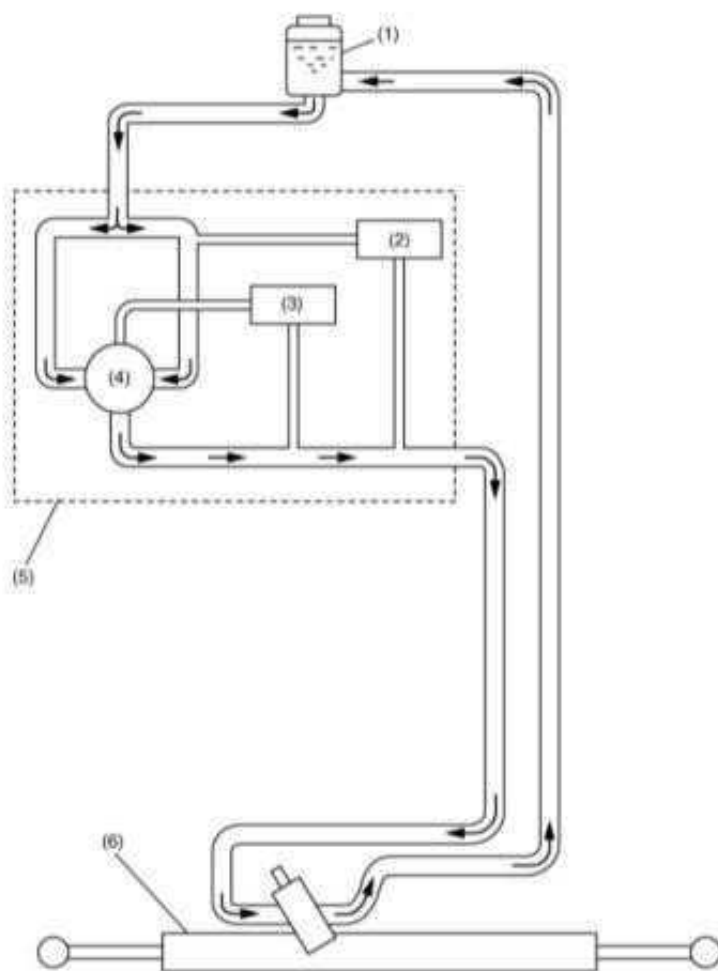
резервуар ГУР в обход роторного управляющего клапана, что не позволяет повышаться давлению с правой стороны клапанной сборки. Превышение нагнетаемого насосом давления с левой стороны клапана относительно давления справа приводит к смещению золотника клапана вправо и, как следствие, открыванию запираемого золотником сливного порта и перенаправлению нагнетаемой насосом жидкости в резервуар ГУР и соответствующему снижению давления в насосной сборке.

Вращение рулевого колеса в любом направлении приводит к увеличению давления пропускаемого через клапан управления расходом к поршню рулевой рейки потока жидкости. При этом золотник чувствительного к изменению давления клапана в течение некоторого времени продолжает удерживаться отжатым вправо напором нагнетаемой насосом жидкости. В определенный момент, когда давление с левой стороны клапанной сборки достигает критического значения, золотник отжимается влево, перекрывая сливной порт. В результате давление в насосной сборке повышается, что обеспечивает адекватное повышение напора в рабочей камере рулевого механизма.

Основным элементом редукционного клапана является подпираемый пружиной контрольный шарик. С противоположной пружине стороны на шарик оказывает воздействие давление, развиваемое пропускаемым через клапан управления расходом и подаваемым к рулевому механизму потоком жидкости. Чрезмерное возрастание гидравлического давления приводит к сжатию пружины и отжиманию шарика влево, в результате чего приоткрывается сформированный в теле клапанной сборки сливной канал и избыток жидкости сбрасывается в резервуар ГУР.

Модели 3.0 л

Схема функционирования рулевого насоса на моделях 3.0 л показана на иллюстрации.



1 — Резервуар ГУР

2 — Редукционный клапан

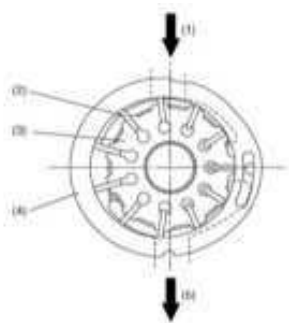
3 — Управляющий клапан

4 — Шибберный насос

5 — Насосная сборка

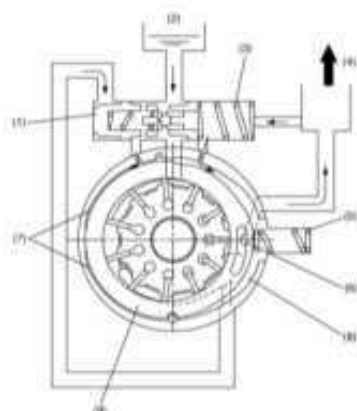
6 — Рулевой механизм

### Конструкция шиберного насоса (модели 3.0 л)



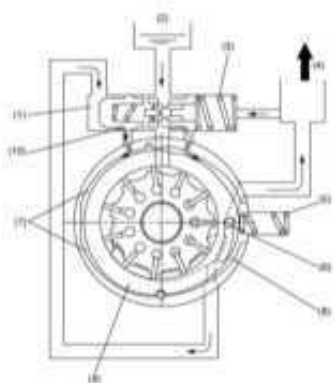
- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| 1 — Впускной порт    | 4 — Эксцентриковое кольцо |
| 2 — Шиберная лопатка | 5 — Выпускной порт        |
| 3 — Ротор            |                           |

### Схема функционирования насоса переменной производительности при малых оборотах двигателя



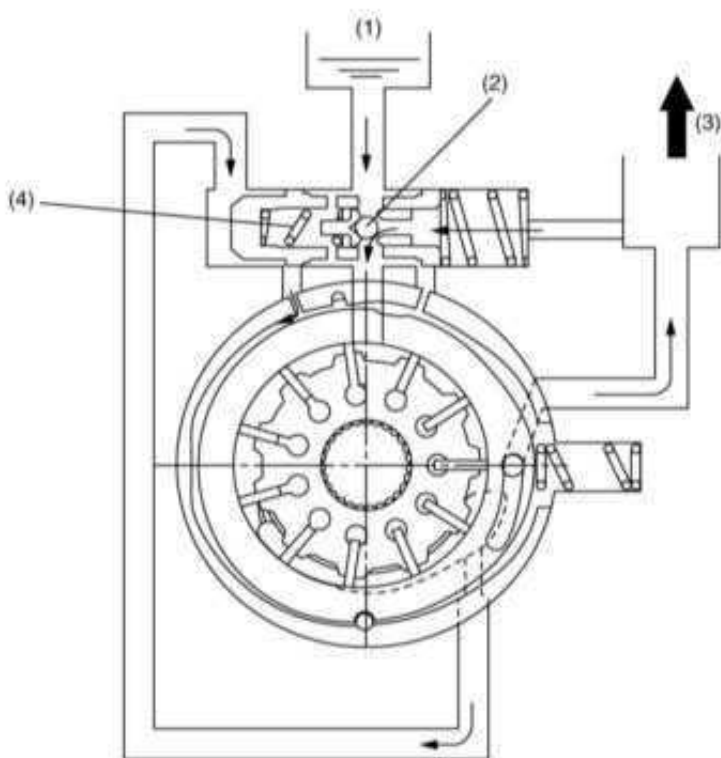
- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 — Управляющий клапан             | 6 — Дроссельное отверстие     |
| 2 — Резервуар ГУР                  | 7 — Камера А наружной полости |
| 3 — Пружина управляющего клапана   | 8 — Камера В наружной полости |
| 4 — Рулевой механизм               | 9 — Эксцентриковое кольцо     |
| 5 — Пружина эксцентрикового кольца |                               |

### Схема функционирования насоса переменной производительности при средних и высоких оборотах двигателя



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1 — Управляющий клапан             | 6 — Дроссельное отверстие                   |
| 2 — Резервуар ГУР                  | 7 — Камера А наружной полости               |
| 3 — Пружина управляющего клапана   | 8 — Камера В наружной полости               |
| 4 — Рулевой механизм               | 9 — Эксцентриковое кольцо                   |
| 5 — Пружина эксцентрикового кольца | 10 — Проходное сечение управляющего клапана |

**Схема срабатывания редукционного клапана насоса переменной производительности резком повышении рабочего давления в гидравлическом тракте рулевого усилителя**



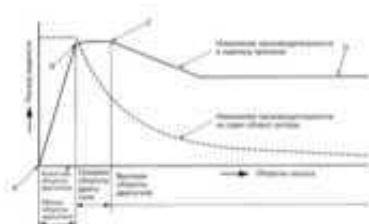
- 1 — Резервуар ГУР                      3 — Рулевой механизм  
2 — Редукционный клапан            4 — Пружина редукционного клапана

Расход гидравлической жидкости в системе гидроусиления руля моделей 3.0 л регулируется в соответствии с изменением оборотов двигателя, что гарантирует адекватное сопротивление рулевого колеса вращению при высоких скоростях движения.

Основу конструкции насосной сборки составляет шибберный насос переменной производительности, обеспечивающий снижение количества выталкиваемой в рабочий тракт системы за один оборот ротора гидравлической жидкости при увеличении оборотов двигателя. В насосную сборку также включены управляющий и редукционный клапаны.

Конструкция шибберного насоса представлена на иллюстрации. Главной отличительной особенностью данной конструкции является подвижная установка эксцентрикового кольца, которое может смещаться относительно ротора. Такое решение позволяет осуществлять корректировку производительности насоса на один оборот ротора.

Насос переменной производительности изменяет свою расходную характеристику благодаря корректировке форме эксцентриковой камеры в зависимости от оборотов двигателя. Характер зависимости приведен на иллюстрации.



Принцип функционирования рулевого насоса переменной производительности при малых оборотах двигателя (сектор A-B кривой на иллюстрации)

В силу конструктивных особенностей, нагнетаемая насосом жидкость подается на управляющий клапан одновременно с двух сторон. При этом на левую сторону клапанной сборки жидкость подается из нерегулируемого выпускного порта насоса, в то время как

перед подачей на правую сторону клапана она предварительно пропускается через дроссельное отверстие, обеспечивающей определенное снижение напора. Таким образом, давление с левой стороны управляющего клапана всегда немного выше, чем с правой.

При работе на низких оборотах насос обеспечивает невысокий напор и результирующая разница давлений с разных сторон клапана невелика. При этом клапан под воздействием усилия, развиваемого своей пружиной, остается отжатым влево, и в камеру А наружной полости насосной сборки поступает находящаяся под атмосферным давлением жидкость из резервуара ГУР. С другой стороны, в камере В жидкость находится под давлением, определяемым сопротивлением дроссельного отверстия регулируемого выпускного порта. В результате, дополнительно поджимаемое справа пружиной эксцентриковое кольцо остается отжатым влево и эксцентриситет роторной камеры (а, следовательно, и производительность насоса) поддерживается максимальным.

Принцип функционирования рулевого насоса переменной производительности при средних и высоких оборотах двигателя (сектор В-D кривой на иллюстрации)

При средних и высоких оборотах двигателя производительность насоса увеличивается. Повышение давления перед дроссельным отверстием приводит отжиманию управляющего клапана вправо и подаче жидкости из нерегулируемого выпускного порта насоса в камеру А после предварительного дросселирования в левом впускном порту клапанной сборки. Камера же В при смещении управляющего клапана вправо соединяется с резервуаром ГУР. В результате регулируемого повышения давления в камере А обеспечивается отжимание эксцентрикового кольца вправо на требуемую величину с преодолением развиваемого пружиной противодействия. Смещение кольца приводит к снижению эксцентриситета роторной камеры и соответствующему сокращению производительности насоса.

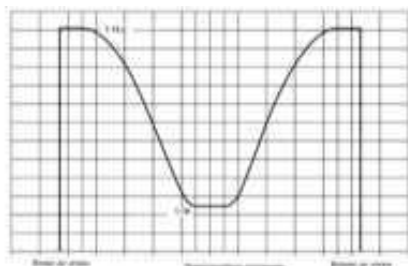


Степень приоткрывания управляющего клапана определяется разницей давлений впереди и позади дроссельного отверстия рабочего выпускного порта насосной сборки.

Принцип срабатывания редукционного клапана рулевого насоса при резких повышениях рабочего давления в системе ГУР

Когда в результате выворачивания рулевого колеса гидравлический контур рулевого механизма перекрывается, давление в нем может повышаться очень значительно. По достижении рабочим давлением в системе определенного значения происходит отжимание контрольного шарика редукционного клапана, вмонтированного непосредственно в золотник управляющего клапана. В результате открывания канала, соединяющего роторную камеру с резервуаром ГУР, обеспечивается сброс избыточного давления и поддержание напорной характеристики насоса на заданном уровне.

Рулевой механизм с переменным передаточным отношением (VGR)



На моделях Outback используется рулевой механизм с переменным передаточным отношением. При прямолинейном положении управляемых колес передаточное отношение реечной сборки поддерживается равным 1:19, что обеспечивает высокую курсовую устойчивость автомобиля при высоких скоростях движения. При максимальном выворачивании рулевого колеса вправо или влево передаточное отношение снижается, обеспечивая более высокую чувствительность рулевого привода.