

*Кафедра «Машины и технологии АПК»*

**И.И. Швецов**

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**  
по теме № 3.1:  
**«Механические рулевые приводы с гидроусилителем»**

**Ставрополь 2019**

**ББК 31.365**

**Швецов, И.И.**

Методическая разработка по теме: «Механические рулевые приводы с гидроусилителем» / И.И. Швецов. – Ставрополь: ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», 2019. - 46 с.

Описаны общие положения о механических рулевых приводах с гидроусилителем.

Предназначена для студентов факультета механизации сельского хозяйства, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 - Агроинженерия и 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, изучающих гидропривод.

Для студентов всех форм обучения.

**ББК 31.365**

© ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», 2019

## **3.1 Механические рулевые приводы с гидроусилителем**

[3.1.1 Назначение, компоновка и принцип действия гидроусилителей рулевого привода](#)

[3.1.2 Рулевое управление автомобиля ГАЗ-66](#)

[3.1.3 Рулевое управление автомобилей семейства КамАЗ](#)

[3.1.4 Рулевое управление автомобиля ЗиЛ -4331](#)

[3.1.5 Рулевое управление автомобиля «Урал –4320»](#)

[3.1.6 Рулевое управление тракторов Т-40М/АМ](#)

[3.1.7 Рулевое управление тракторов МТЗ-80/82](#)

[3.1.8 Рулевое управление тракторов ЮМЗ-6Л/М](#)

[3.1.9 Диагностирование рулевого управления с механическим приводом и его регулировки](#)

[3.1.10 Основные неисправности механизмов рулевого управления](#)

***3.1.1 Назначение, компоновка и принцип действия гидроусилителей рулевого привода***

Усилители рулевого привода служат для облегчения поворота управляемых колес. Они, кроме того, повышают безопасность движения на высоких скоростях, так как позволяют сохранить прямолинейное движение машины при повреждении пневматической шины.

Гидроусилитель рулевого привода является следящим гидрообъемным приводом, обеспечивающим определенную зависимость угла поворота управляемых колес от угла поворота рулевого колеса.

Схема гидроусилителя представлена на рис. 3.1. Насос 13 приводится в работу от двигателя. На насосе установлен бачок 14 для

масла. Масло от насоса по маслопроводу 2 подводится к распределителю Р, состоящему из корпуса 7 и золотника 4. Золотник связан штангой 12 с рулевым механизмом «РМ», а корпус – штангой 6 с рычагом поворотной цапфы управляемого колеса 5.

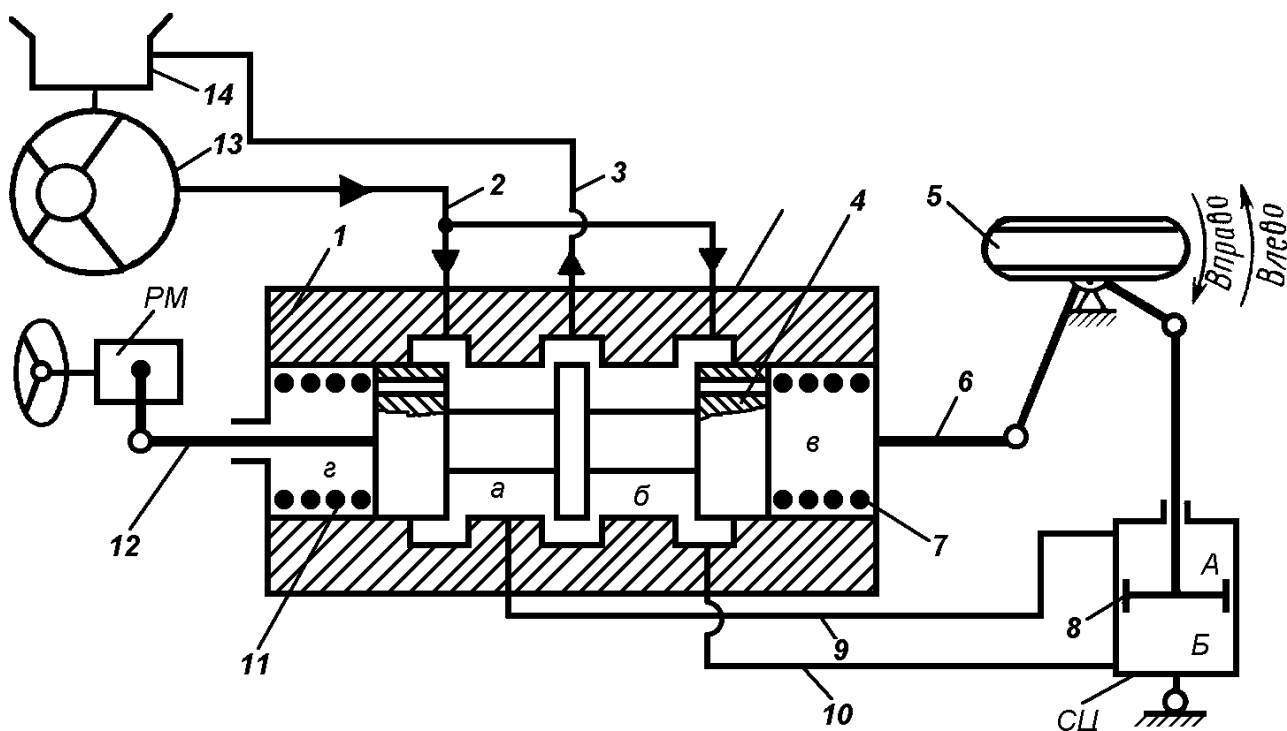


Рисунок 3.1 – Схема гидроусилителя рулевого привода:

1 – корпус распределителя; 2, 3, 9, 10 – маслопроводы; 4 – золотник; 5 – колесо управляемое; 6, 12 – штанги; 7, 11 – пружины; 8 – поршень; 13 – насос; 14 – бак масляный; Р – распределитель; РМ – рулевой механизм; СЦ – силовой цилиндр; а, б, в, г – камеры; А, Б – полости

Распределитель соединен маслопроводами 9 и 10 с двумя полостями силового гидроцилиндра «СЦ.» Цилиндр шарнирно закреплен на раме. Его поршень 8 через шток может воздействовать на рычаг поворотной цапфы управляемого колеса. Маслопровод 3 соединяет распределитель с масляным бачком 14.

Золотник 4 имеет три пояска. В корпусе распределителя 1 выполнены три окна. К крайним окнам жидкость подводится от насоса 13. К среднему окну подключен маслопровод 3, по которому жидкость сливается в бачок 14. Между поясками золотника, находящегося в корпусе распределителя, образуются две камеры «а» и «б». В корпусе распределителя, кроме того, имеются еще две реактивные камеры «в» и «г», соединенные с камерами «а» и «б»

каналами. В реактивных камерах установлены предварительно сжатые центрирующие пружины 11 и 7.

Поршень 8 делит внутренний объем гидроцилиндра «СЦ» на две полости «А» и «Б», к которым подведены маслопроводы от камер «д» и «б» распределителя. Обе полости цилиндра, все камеры распределителя и маслопроводы заполнены маслом.

При прямолинейном движении машины золотник занимает в корпусе такое положение, при котором все три окна открыты. В дальнейшем это положение будем называть средним. При среднем положении золотника жидкость поступает от насоса через маслопровод 2 в камеры «а» и «б» распределителя, откуда по маслопроводу 3 сливается в бачок насоса. Давление жидкости, установившееся в камерах «а» и «б», передается через жидкость в маслопроводах 9 и 10 в полости «А» и «Б» гидроцилиндра. В гидроцилиндре по обе стороны поршня устанавливается одинаковое давление слива.

Если повернуть рулевое колесо налево, то штанга 12 переместит золотник в осевом направлении, сжимая центрирующую пружину 7. Перемещение золотника в корпусе может быть осуществлено только после того, как осевая сила, действующая на золотник, станет больше, чем сила предварительного сжатия пружины. В результате перемещения золотника камера «б» будет отключена от маслопровода 3 и соединена только с нагнетательным маслопроводом 2; одновременно камера «а» будет отключена от маслопровода 2 закрытым окном и через открытое окно соединена только со сливным маслопроводом. Давление жидкости в камере «б» и полости «Б» возрастет соответственно силе сопротивления повороту управляемого колеса 5 и переместит поршень 8. При этом в увеличивающуюся полость «Б» цилиндра жидкость будет подаваться насосом, а из уменьшающейся полости «А» жидкость будет вытесняться поршнем в сливной бачок насоса.

Перемещающийся поршень повернет управляемое колесо 5 влево. Одновременно вследствие наличия связи через штангу 6 (обратная связь) корпус распределителя переместится в том же направлении, в котором раньше был смещен золотник. Как только окно откроется, давление жидкости в полости «А» гидроцилиндра

уравновесит действие сил на поршень 8; он остановится, а поворот колеса 5 влево прекратится.

Открытие окон в распределителе при повороте машины не такое, как при прямолинейном движении. Дросселирование потока жидкости в окнах различно, и поэтому давление жидкости в камере «б» и в полости «Б» больше, чем в камере «а» и в полости «А», настолько, чтобы удержать колесо в повернутом положении, когда на него действует стабилизирующий момент. Угол поворота управляемого колеса будет строго соответствовать углу поворота рулевого колеса (следящее действие по перемещению). Работа системы при повороте рулевого колеса в другую сторону отличается тем, что роль камер «а» и «б» распределителя меняется, а поворот управляемого колеса осуществляется под действием давления в полости «А» гидроцилиндра.

При совершении поворота с постоянным радиусом, когда рулевое колесо остановлено в повернутом положении, золотник распределителя также остановлен. Если не учитывать стабилизирующие моменты на управляемых колесах машины, то можно считать, что золотник занимает нейтральное положение, а усилитель выключен. Однако при наличии стабилизирующих моментов за счет обратной связи усилие от них передается на корпус гидрораспределителя и последний продолжает перемещаться до тех пор, пока золотник не займет несколько смещенное относительно нейтрального положение. При этом правая полость гидроцилиндра будет по-прежнему сообщаться со сливной гидролинией, а в левой полости, в результате дросселирования масла через щелевой зазор между кромкой золотника и корпусом, будет поддерживаться некоторое давление, достаточное для удержания колес в повернутом состоянии, когда на них действует стабилизирующий момент, стремящийся вернуть колеса в нейтральное положение.

Каждому фиксированному углу поворота рулевого колеса соответствует пропорциональное ему фиксированное положение управляемых колес. Таким образом, гидрораспределитель обеспечивает кинематическое следящее действие.

В рулевых управлениях без усилителей увеличение сопротивления повороту управляемых колес сопровождается возрастанием усилия, которое требуется приложить к рулевому

колесу. Это создает у водителя «чувство дороги». Для имитации аналогичного ощущения при управлении самоходной машиной с гидроусилителями в распределителе выполнены реактивные камеры «в» и «г», в каждой из которых давление жидкости такое же, как в камерах «а» и «б». При повороте разность давлений жидкости в реактивных камерах создает осевую силу, действующую на корпус и золотник распределителя. Осевая сила от золотника передается через рулевой механизм на рулевое колесо. Так как давление жидкости в гидроцилиндре и одной из реактивных камер повышается по мере возрастания сопротивления повороту, то соответственно увеличивается усилие, необходимое для поворота рулевого колеса. Таким образом, при использовании гидроусилителя рулевого привода достигается изменение силы на рулевом колесе, создающее у водителя привычное для него «чувство дороги» (следящее действие по силе).

Усилитель рулевого привода может вступать в работу не только под действием сил, передаваемых от рулевого механизма, но и от сил, передаваемых от управляемых колес. Предположим, что от толчка управляемое колесо повернулось на небольшой угол вправо. Вследствие обратной связи колеса 5 через рычаг и штангу 6 с корпусом 1 он смещается относительно неподвижного золотника 4, давление жидкости в камере «б» и в полости «Б» возрастает, создавая препятствие повороту колеса. Так усилитель рулевого привода удерживает управляемые колеса в положении, соответствующем положению рулевого колеса, например, при внезапном выходе воздуха из шины.

Чтобы исключить возможность включения в работу усилителя под действием незначительных сил со стороны управляемых колес, в распределителе устанавливаются центрирующие пружины 7 и 11. Когда осевая сила, действующая на распределитель от управляемых колес, меньше силы предварительного сжатия центрирующей пружины, распределитель не включается в работу. Самопроизвольному включению распределителя препятствует также давление жидкости в реактивных камерах.

Существует несколько схем компоновки элементов гидроусилителей, каждой из которых присущи как достоинства, так и недостатки. которые оценивают по возможности применения

серийных РМ, чувствительности и надежности системы, размерам и стоимости.

Практическое применение, в том числе и на отечественных тракторах и автомобилях, получили четыре схемы.

В схеме № 1 (рис. 3.2) рулевой механизм «РМ», гидрораспределитель «ГР» и гидроцилиндр «ГЦ» объединены в единый агрегат, который называют усилителем интегрального типа (гидроруль); гидронасос «ГН» и бак с рабочей жидкостью «Б» располагаются отдельно.

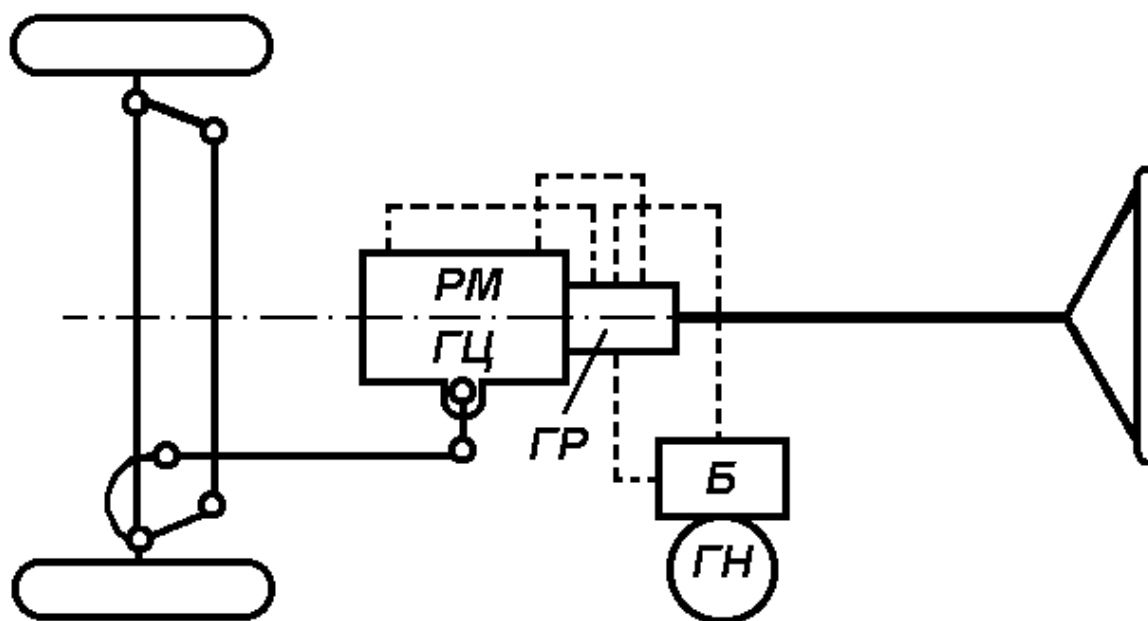


Рисунок 3.2 – Компоновка гидроусилителя по схеме 1:

Б – бак масляный; ГН – гидронасос; РМ – рулевой механизм; ГЦ – гидроцилиндр; ГР – гидрораспределитель

Достоинством схемы является компактность, малая длина трубопроводов. При расположении гидрораспределителя перед рулевым механизмом сокращается время срабатывания усилителя. К недостаткам схемы следует отнести нагружение всех деталей рулевого управления усилием гидроцилиндра. Нагружается также кронштейн (или рама) в месте крепления картера гидроруля.

В усилителе, выполненном по схеме № 2 (рис. 3.3) этого типа распределитель «ГР» смонтирован в одном блоке с силовым цилиндром «ГЦ» отдельно от рулевого механизма «РМ». Достоинством схемы является возможность применения рулевого механизма любой конструкции, меньшая сложность и стоимость по



сравнению со схемой 1, несколько меньшее число нагруженных гидроусилителем деталей.

При компоновке по схеме № 3 (рис. 3.4) распределитель «ГР» располагается перед рулевым механизмом «РМ», а силовой цилиндр «ГЦ» – отдельно.

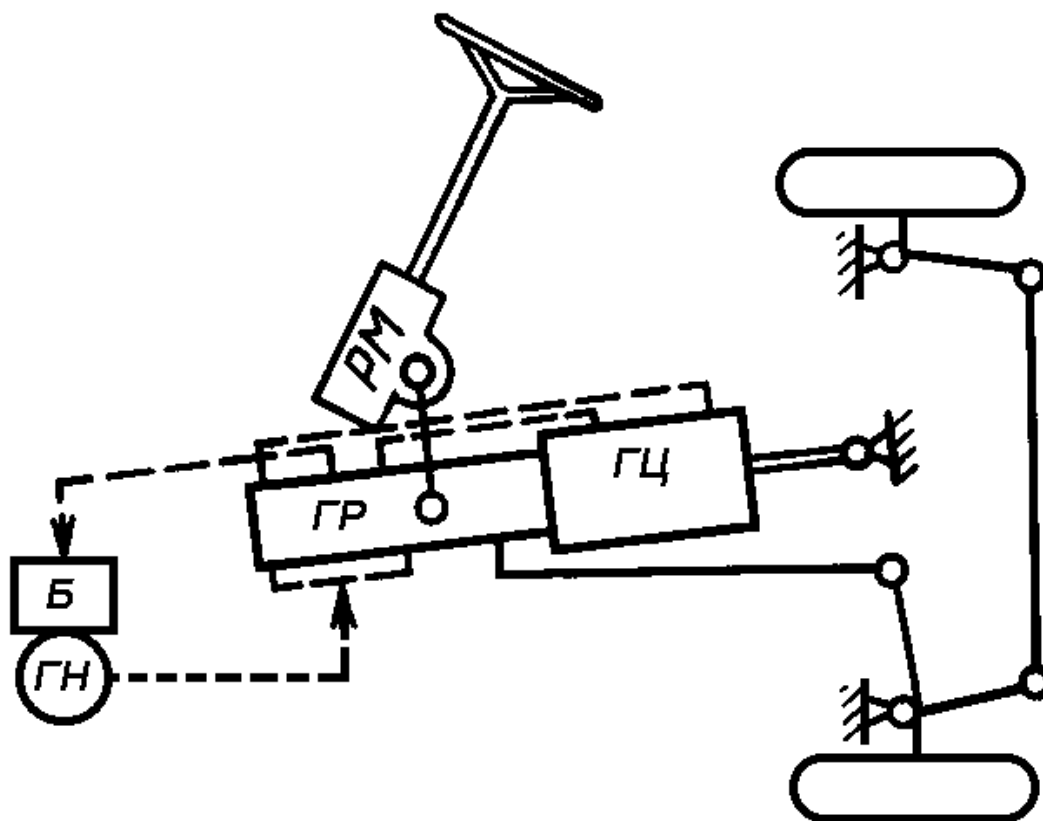


Рисунок 3.3 – Компоновка гидроусилителя по схеме 2:

Б – бак масляный; ГН – гидронасос; РМ – рулевой механизм; ГЦ – гидроцилиндр; ГР – гидрораспределитель

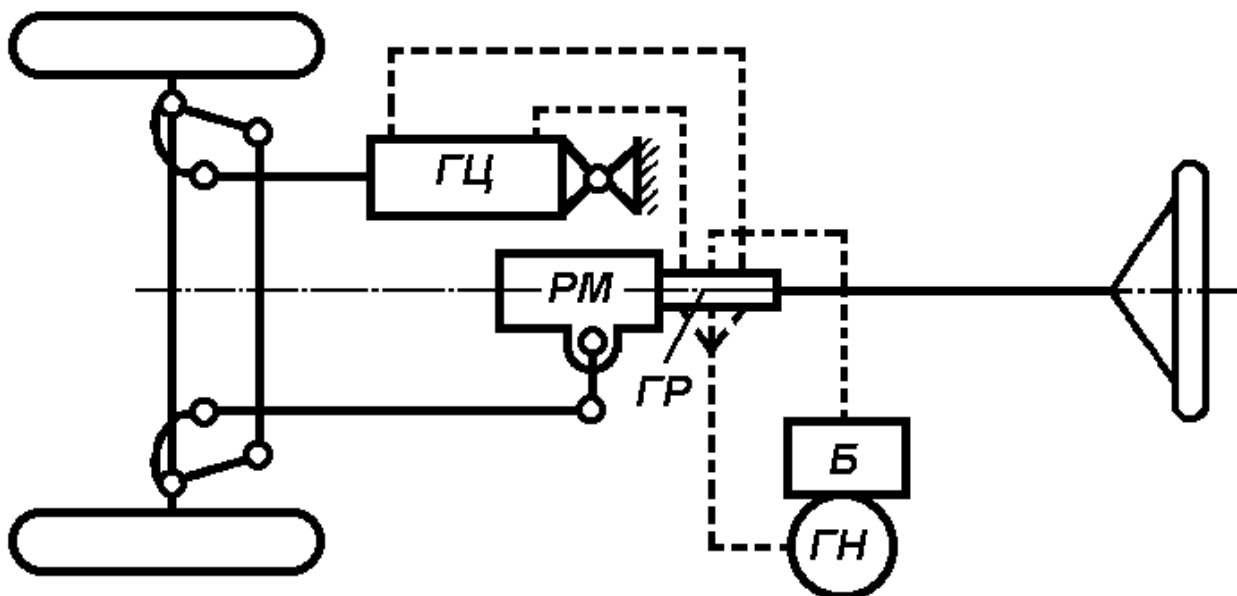


Рисунок 3.4 – Компоновка гидроусилителя по схеме 3:

Б – бак масляный; ГН – гидронасос; РМ – рулевой механизм; ГЦ – гидроцилиндр; ГР – гидрораспределитель

При установке гидрораспределителя перед рулевым механизмом увеличивается чувствительность гидроусилителя. Недостатком схемы является большая длина трубопроводов, особенно если гидроцилиндр располагается на удалении от рулевого механизма.

Отличительная особенность схемы № 4 (рис. 3.5) – раздельное размещение всех элементов гидроусилителя.

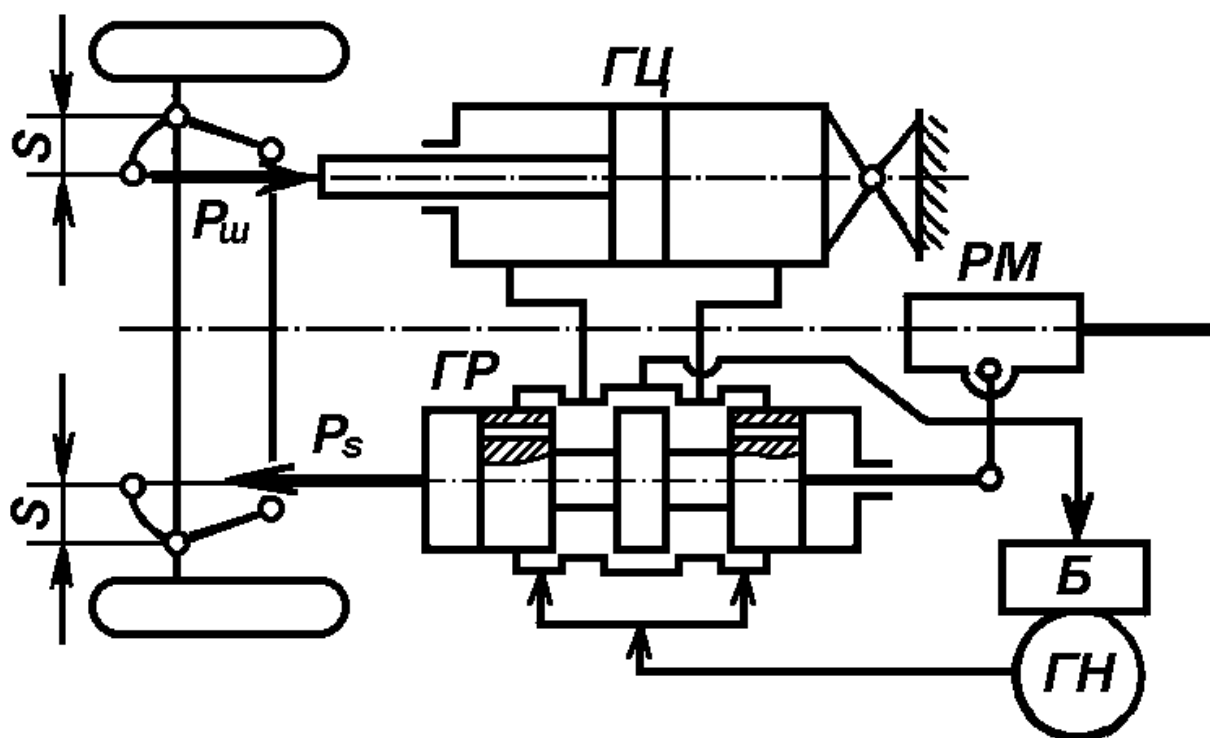


Рисунок 3.5 – Компоновка гидроусилителя по схеме 4:

Б – бак масляный; ГН – гидронасос; РМ – рулевой механизм; ГЦ – гидроцилиндр; ГР – гидрораспределитель;  $P_{ш}$  – усилие на штоке силового гидроцилиндра;  $P_s$  – усилие на продольной тяге; S – плечо поворотного рычага

Достоинством схемы является свободная компоновка, возможность применения рулевого механизма любой конструкции. Основной недостаток – большая длина трубопроводов. Следует отметить, что большая длина трубопроводов между гидрораспределителем и гидроцилиндром в любой конструкции гидроусилителя часто приводит к пульсации давления в системе и возбуждению колебаний управляемых колес.

Гидрораспределитель обеспечивает также силовое следящее действие в результате того, что момент сопротивления повороту управляемых колес уравнивается суммарным моментом сил, действующих на продольную тягу и шток цилиндра. Рассмотрим это на примере компоновки гидроусилителя по схеме № 4 (см. рис. 3.5). Указанный баланс моментов реализуется уравнением

$$M_c = (P_{шт} + P_s) \cdot S \cdot \eta_{рп}; \quad (3.1)$$

где  $M_c$  – момент сопротивления повороту, Нм;

$P_{шт}$  – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$P_s$  – усилие на продольной тяге, Н;

$S$  – плечо поворотного рычага, м;

$\eta_{рп}$  – КПД рулевого привода.

Усилие на штоке поршня гидроцилиндра

$$P_{цг} = \rho_{ж} \cdot F_{гц}; \quad (3.2)$$

где  $\rho_{ж}$  – давление жидкости в напорной гидролинии за вычетом давления в магистрали слива, Па;

$F_{гц}$  – рабочая площадь поршня гидроцилиндра, м<sup>2</sup>.

Усилие на продольной тяге

$$P_s = P_{р.к.} \cdot R_{р.к.} \cdot u_{р.м.} \cdot \mu_{р.м.} / l_{сош}; \quad (3.3)$$

где  $P_{р.к.}$  – усилие на рулевом колесе без усилителя, Н;

$R_{р.к.}$  – радиус рулевого колеса, м;

$u_{р.м.}$  – передаточное число рулевого механизма;

$\mu_{р.м.}$  – КПД рулевого механизма;

$l_{сош}$  – плечо рулевой сошки, м.

Рассматривая равновесие золотника без учета сил трения имеем

$$P_s = \rho_{ж} \cdot F_3; \quad (3.4)$$

где  $F_3$  – площадь торца золотника, обращенного к реактивной камере, находящейся под давлением, м<sup>2</sup>.

Подставив значения  $P_{цг}$  и  $P_s$  из уравнений (3.2) и (3.4) в (3.1), получим

$$M_c = \rho_{ж} \cdot (F_{гц} + F_3) \cdot S \cdot \mu_{р.м.} \cdot \quad (3.5)$$

Подставив выражение (3.3) в (3.4), найдем

$$\rho_{ж} = P_{р.к.} \cdot R_{р.к.} \cdot u_{р.м.} \cdot \mu_{р.м.} / (l_{сош} \cdot F_3).$$

(3.6)

Полученное значение  $\rho_{ж}$  подставим в (3.5):

$$M_c = P_{р.к.} \cdot R_{р.к.} \cdot u_{р.м.} \cdot \mu_{р.м.} \cdot S \cdot (F_{гц} + F_3) / (l_{сош} \cdot F_3). \quad (3.7)$$

Таким образом, рассмотрение в статике силовых связей позволяет установить, что момент сопротивления повороту управляемых колес связан с усилием на рулевом колесе прямо пропорциональной зависимостью.

### **3.1.2 Рулевое управление автомобиля ГАЗ-66**

Рулевое управление автомобиля ГАЗ-66 (рис. 3.6) состоит из рулевого механизма, рулевого привода с гидроусилителем, выполненным по схеме № 4.

Рулевой механизм 15 состоит из одной рабочей пары – глобоидного однозаходного червяка и трехгребневого ролика. Зазор в зацеплении ролика с червяком переменный. Если автомобиль движется прямо, червяк контактирует с роликом в средней части, где зазор минимален, что обеспечивает водителю хорошее чувство дороги. При поворотах ролик входит в зацепление с крайними зубьями червяка, зазор увеличивается, снижает чувство дороги, но позволяет регулировать зазор в зацеплении по мере износа, не опасаясь заклинивания в крайних положениях.

Рулевой привод состоит из рулевой сошки 14, продольной 16 и поперечной 18 рулевых тяг, поворотных рычагов 17, 20. Поперечная рулевая тяга вместе с двумя поворотными рычагами и балкой переднего моста образуют рулевую трапецию, которая обеспечивает при повороте рулевого колеса поворот управляемых колес на разные углы.

Усилитель рулевого привода состоит из насоса 7 с бачком 5, распределительного устройства 1, силового цилиндра 19 и соединительных трубопроводов.

Перепускной клапан 8 обеспечивает постоянство подачи насоса, а предохранительный 9 – ограничивает максимальное давление, развиваемое насосом (не более 6,5...7,0 МПа).

Распределитель 1 золотникового типа с реактивными камерами «А» и «Б» установлен на переднем конце продольной рулевой тяги 16. Внутри корпуса распределителя размещен золотник 2, между торцами которого и уплотнительными манжетами расположены реактивные камеры «А» и «Б». Реактивные камеры через отверстия «К» в крайних поясах соединяются с проточками золотника и через них с соответствующими полостями силового цилиндра 19. Центральный болт, на котором закреплен золотник, ввернут в гайку 3 стакана шарнира продольной рулевой тяги.

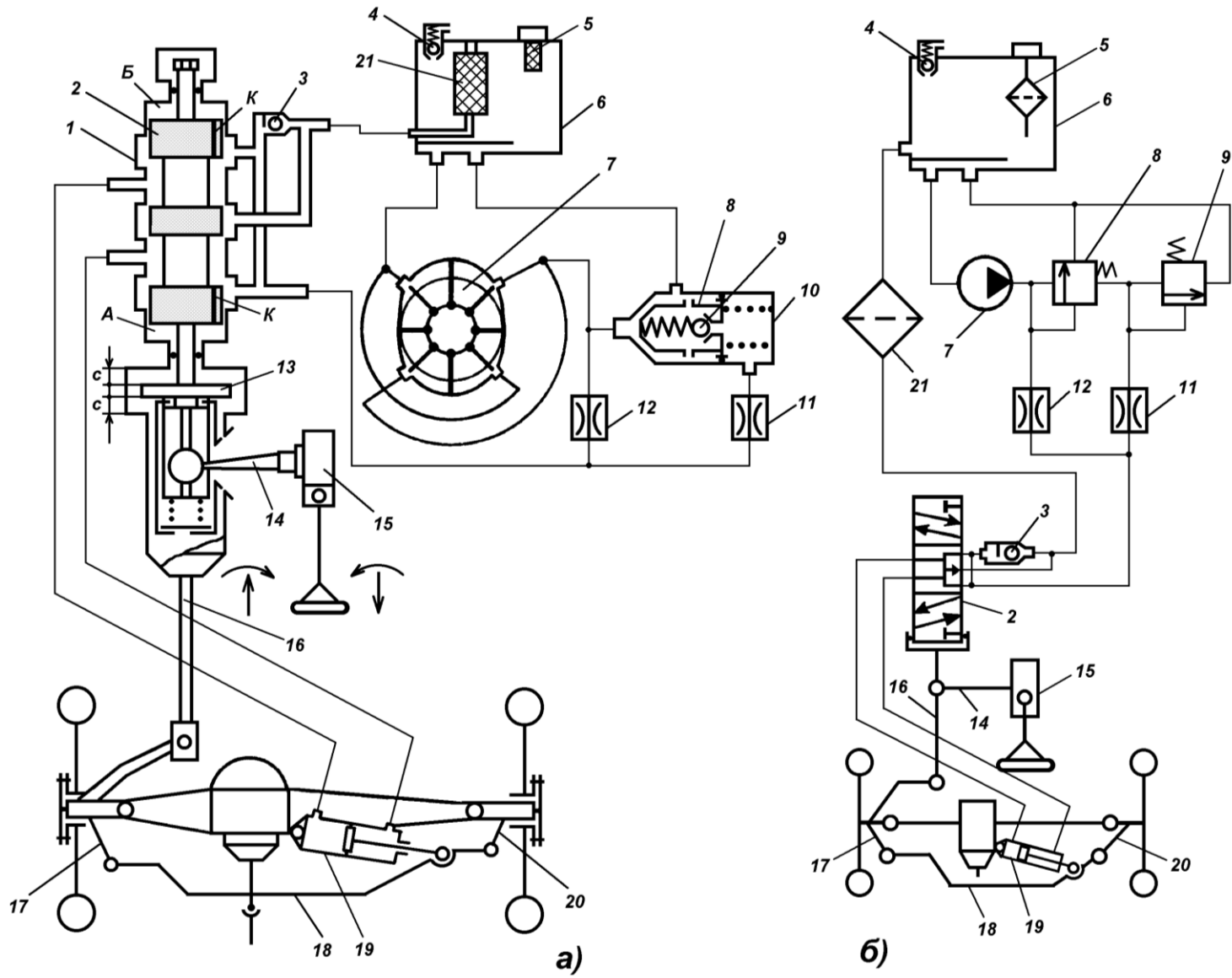


Рисунок 3.6 –  
Рулевое управление  
автомобиля ГАЗ-66:

а) конструктивная; б) гидравлическая; 1 – распределитель; 2 – золотник; 3 – обратный клапан; 4 – предохранительный клапан бачка; 5 – фильтр; 6 – бачок; 7 – насос; 8 – перепускной клапан; 9 – предохранительный клапан насоса; 10 – корпус клапанов; 11, 12 – дроссели; 13 – гайка; 14 – сошка; 15 – рулевой механизм; 16 – продольная рулевая тяга; 17, 20 – поворотные рычаги; 18 – поперечная рулевая тяга; 19 – силовой цилиндр; 21 – фильтр; А, Б – реактивные камеры; К – каналы золотника; С – зазор

Обратный клапан 3 служит для перепуска масла из одной полости силового цилиндра в другую при поворотах с неисправным насосом. Силовой цилиндр 19 одним концом крепится к кронштейну, установленному на картере главной передачи переднего моста, другим – к поперечной рулевой тяге 18.

При движении прямо золотник 2 распределителя занимает среднее положение. Масло от насоса поступает в крайние кольцевые проточки корпуса распределителя и, проходя через кольцевые щели и среднюю проточку, сливается в бачок 6. Обе полости силового цилиндра заполнены маслом под одинаковым давлением, вследствие чего поршень не перемещается и не изменяет положения управляемых колес. Одинаковое давление устанавливается и в обеих реактивных камерах «А» и «Б» распределителя, что удерживает золотник в исходном положении.

При повороте рулевого колеса вправо водитель через рулевую колонку и рулевой механизм 15 поворачивает сошку 14, которая через шаровой палец и детали шарнира перемещает продольную рулевую тягу. Стакан шарнира через болт перемещает за собой золотник на величину зазора «С» между гайкой 13 и корпусом распределителя (1,5 мм). Смещаясь из исходного положения, золотник соединяет магистраль подачи масла от насоса 7 и магистраль, соединенную с правой полостью силового цилиндра 19. Перемещаясь под воздействием перепада давлений жидкости (левая полость цилиндра 19 через каналы распределителя 1 соединена со сливом), поршень силового цилиндра через поперечную рулевую тягу 18 и рычаги 17 и 20 поворачивает управляемые колеса, облегчая их поворот водителем.

При удержании рулевого колеса в повернутом положении золотник останавливается, но в начале непродолжительное время продолжается процесс поворота. Затем корпус распределителя, соединенный с продольной тягой 16, перемещается относительно золотника и последний занимает в нем нейтральное положение. Давление в обеих полостях силового цилиндра выравнивается, вследствие чего поворот управляемых колес прекращается и их положение фиксируется.

Поворот налево осуществляется аналогично, но золотник при этом смещается вперед, масло подается в левую полость силового

цилиндра, а правая соединяется со сливом.

Рулевой привод передает боковые толчки и удары в ослабленном виде на рулевое колесо, а небольшие пиковые нагрузки гасятся элементами гидроусилителя.

С увеличением сопротивления повороту возрастает давление в соответствующей полости силового цилиндра и соединенной с ним реактивной камере (камере «А» при повороте направо и камере «Б» при повороте налево). Это давление стремится вернуть золотник в нейтральное положение и прекратить поворот управляемых колес. Чтобы удерживать золотник в смещенном положении, водителю приходится прикладывать к рулевому колесу усилие, пропорциональное давлению масла, а, следовательно, и величине сопротивления повороту. Этим достигается «чувство дороги» у водителя.

При повороте с неработающим насосом 7 элементы рулевой трапеции перемещаются под воздействием рулевого механизма 15 и сошки 16 аналогично описанному выше, приводя в движение и поршень гидроцилиндра,. Последний при своем перемещении выталкивает масло из соответствующей полости силового цилиндра к крайним кольцевым проточкам корпуса распределителя. При этом в другой полости создается разрежение, которое передается к средней проточке корпуса. Под действием разности давлений открывается обратный клапан 3 и масло поступает через него из одной полости силового цилиндра в другую, не препятствуя значительно повороту. Однако снижения усилия, которое необходимо приложить водителю к рулевому колесу, не происходит, так как гидроусилитель не работает.

### ***3.1.3 Рулевое управление автомобилей семейства КамАЗ***

В качестве примера на рисунке 3.7 показана конструкция рулевого управления с гидроусилителем, выполненным по компоновочной схеме № 1, автомобиля КамАЗ-5320.

В данной конструкции винтовой реечный рулевой механизм объединен с гидроцилиндром, гидрораспределителем и угловым редуктором в общем картере. Для охлаждения масла предусмотрен специальный радиатор 9. Угловой редуктор, передаточное число которого равно единице, служит для передачи вращения от вала



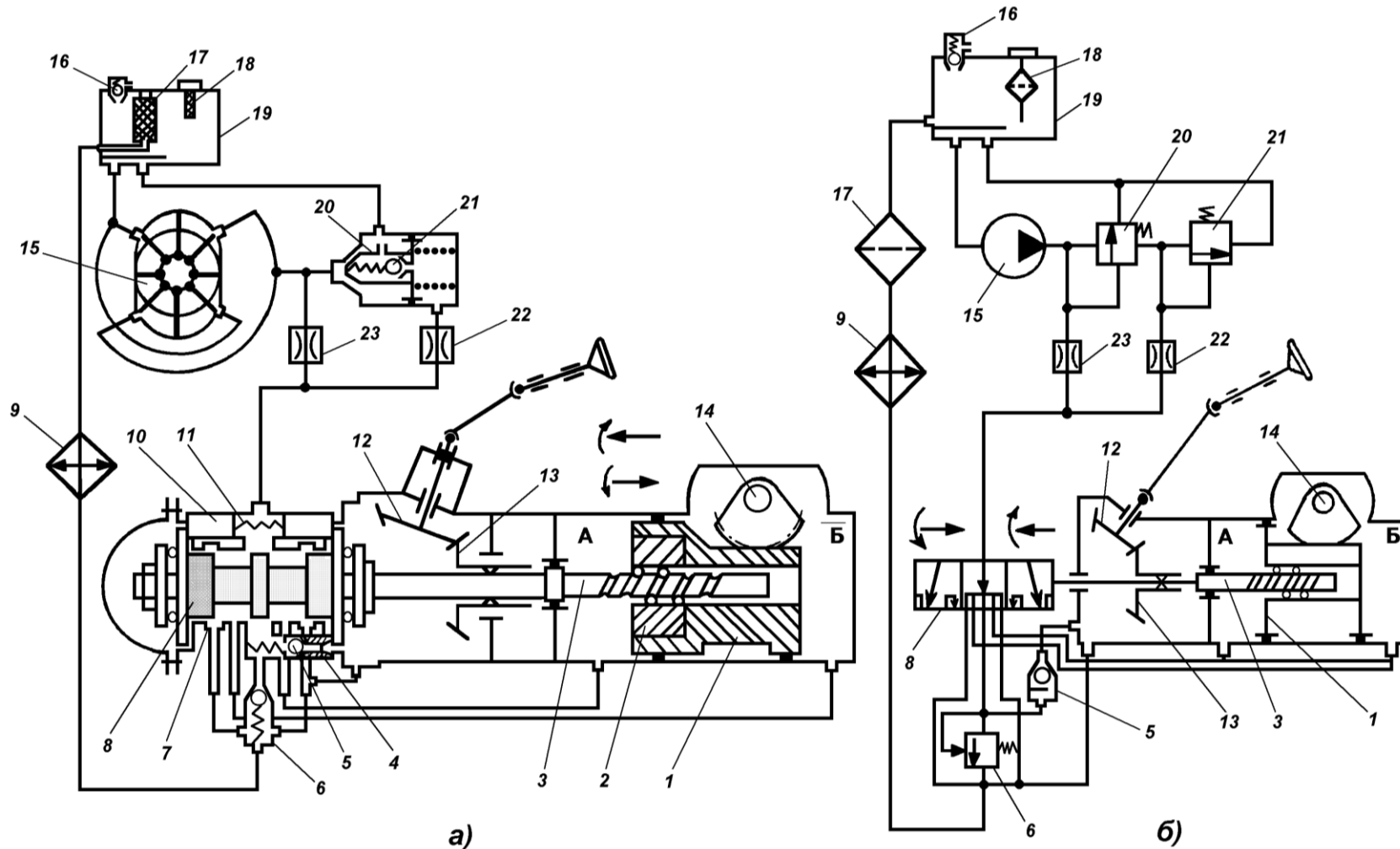


Рисунок 3.7 – Схема рулевого управления автомобиля КамАЗ-5320:

а) конструктивная; б) гидравлическая; 1 – поршень-рейка; 2 – шариковая гайка; 3 – винт; 4, 10 – реактивные плунжеры; 5 – обратный клапан; 6 – перепускной клапан гидроцилиндра; 7 – распределитель гидроусилителя; 8 – золотник; 9 – радиатор; 11 – центрирующая пружина; 12, 13 – шестерни углового редуктора; 14 – вал сошки с зубчатым сектором; 15 – насос; 16 – предохранительный клапан; 17, 18 – фильтры; 19 – масляный бак; 20 – перепускной клапан насоса; 21 – предохранительный клапан; 22, 23 – дроссели; А, Б – полости цилиндра

рулевого колеса к винту 3 рулевого механизма, поскольку рулевой механизм расположен горизонтально.

Рулевой вал, соединяющий рулевое колесо с редуктором, составной; он включает вал рулевой колонки и карданный вал с двумя карданными шарнирами. Винт рулевого механизма, поворачиваясь, перемещает шариковую гайку 2, закрепленную в поршне-рейке 1; рейка, перемещаясь, поворачивает зубчатый сектор, выполненный за одно с валом сошки 14.

В отдельном корпусе, прикрепленном к корпусу редуктора, установлен осевой золотниковый гидрораспределитель 7. Золотник гидрораспределителя 8 закреплен на конце вала винта между двумя упорными подшипниками. Золотник вместе с подшипниками имеет возможность перемещаться относительно корпуса в осевом направлении на 1,1 мм в обе стороны от нейтрального положения. В нейтральном положении золотник удерживается центрирующими пружинами 11, которые воздействуют на упорные подшипники через реактивные плунжеры 4 и 10.

При повороте рулевого колеса в начальный момент, вследствие сопротивления повороту со стороны дороги, поршень усилителя остается неподвижным, а винт 3 получает осевое перемещение вместе с золотником на 1,1 мм. При этом в зависимости от направления поворота рулевого колеса, золотник сообщает одну полость гидроцилиндра с напорной гидролинией от насоса 15, а другую – со сливной гидролинией., соединенной с баком 19. В реактивных камерах (между плунжерами) создается давление тем большее, чем больше сопротивление повороту. При большем давлении перемещение реактивных плунжеров требует большего усилия, что позволяет водителю «чувствовать» дорогу.

В гидросистеме предусмотрены предохранительный клапан 16, ограничивающий максимальное давление в системе до 6,5...7,0 МПа, и предохраняющий от перегрузок гидронасос, а также перепускной клапан 20, ограничивающий максимальное количество масла, поступающего в систему. С увеличением частоты вращения вала насоса возрастает его производительность, и за счет сопротивления в дросселях 22 и 23 возникает перепад (разность) давлений, увеличивающийся прямо пропорционально увеличению объема масла, проходящего через дроссели в единицу времени. При

определенной разности давлений перепускной клапан открывается и перепускает часть масла в бак 19, обеспечивая тем постоянство потока масла в системе независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Работает гидросилитель следующим образом.

При прямолинейном движении винт 3 и золотник 8 находятся в среднем положении под действием шести пружин 11, воздействующих на реактивные плунжеры 4 и 10. Линия нагнетания сообщается со сливом, а полости «А» и «В» соединены между собой и также со сливной магистралью, вследствие чего поршень-рейка 1 не перемещается. Масло свободно проходит от насоса 15 через распределитель 7 и поступает в масляный бак 19 гидросистемы.

При повороте рулевого колеса и соединенного с ним винта 3 возникает сила, стремящаяся сместить винт в осевом направлении в соответствующую сторону. Когда эта сила превысит усилие предварительного сжатия центрирующих пружин 11, винт 3 переместится вместе с соединенным с ним золотником 8. При этом одна из полостей («А» или «Б») соединяется с линией нагнетания, а противоположная – со сливом. Перепад давлений воздействует на поршень-рейку 1, которая перемещается и создает дополнительное усилие на секторе вала 14 сошки, способствуя повороту управляемых колес.

Давление в рабочей полости цилиндра увеличивается прямо пропорционально повышению сопротивления повороту управляемых колес. Одновременно возрастает сопротивление в полостях под реактивными плунжерами 10 и 4. Чем больше сопротивление повороту колес, тем выше давление в соответствующей полости цилиндра, а, следовательно, тем больше усилие, с которым золотник стремится вернуться в среднее положение и вернуть рулевое колесо в исходное положение.

При прекращении поворота рулевого колеса, если оно удерживается водителем в повернутом положении, золотник 8, находящийся под действием центрирующих пружин 11 и нарастающего давления в реактивных полостях, сдвигается к среднему положению. Однако золотник не доходит до среднего положения, и имеет место деление потока нагнетания на две части: уходящую на слив и поступающую в полость цилиндра для

удержания поршня-рейки в смещенном положении, что необходимо для фиксации управляемых колес в повернутом положении.

При наезде переднего колеса на препятствие вал сошки будет поворачиваться и перемещать поршень-рейку 1. Поскольку винт 3 при неподвижном рулевом колесе вращаться не может, то он перемещается в осевом направлении вместе с золотником 8. При этом полость цилиндра, внутрь которой движется поршень-рейка 1, будет соединена с линией нагнетания насоса 15 и разобщена со сливной магистралью. Давление в этой полости цилиндра начнет возрастать и удар будет им уравновешен либо смягчен.

Перепускной клапан 6, соединяющий обе полости цилиндра, уменьшает гидросопротивление повороту в случае, если гидронасос 15 не работает.

### ***3.1.4 Рулевое управление автомобиля ЗиЛ -4331***

Рулевое управление автомобиля ЗиЛ-4331 снабжено гидроусилителем, выполненным по компоновочной схеме № 1, близким по конструкции к агрегату автомобиля КамАЗ-5320. Усилие от рулевого колеса передается через рулевую колонку непосредственно на вал. Рабочее давление жидкости составляет 11,0 МПа. В корпусе распределителя отсутствует предохранительный клапан 6 (см. рис. 3.7). Рулевая колонка регулируется по углу наклона ( $25^{\circ}$ ) и по высоте (45 мм).

### ***3.1.5 Рулевое управление автомобиля «Урал –4320»***

Рулевое управление автомобиля «Урал-4320» (рис. 3.8) содержит гидроусилитель, выполненный по компоновочной схеме № 3.

Рулевое управление состоит из колонки 5 с карданной передачей, рулевого механизма, содержащего сектор 2 и червяк 3, гидравлического усилителя и рулевого привода к управляемым колесам.

В гидравлическую систему усилителя рулевого управления включены кран управления 18 (включающий в себя предохранительный клапан 16 и распределитель 19) и цилиндр 17 гидроподъемника запасного колеса.

Гидравлический усилитель состоит из цилиндра 1, распределительного устройства 4, насоса 22 с бачком 15, трубопроводов и шлангов.

Распределитель 4 гидросистемы состоит из корпуса, в котором

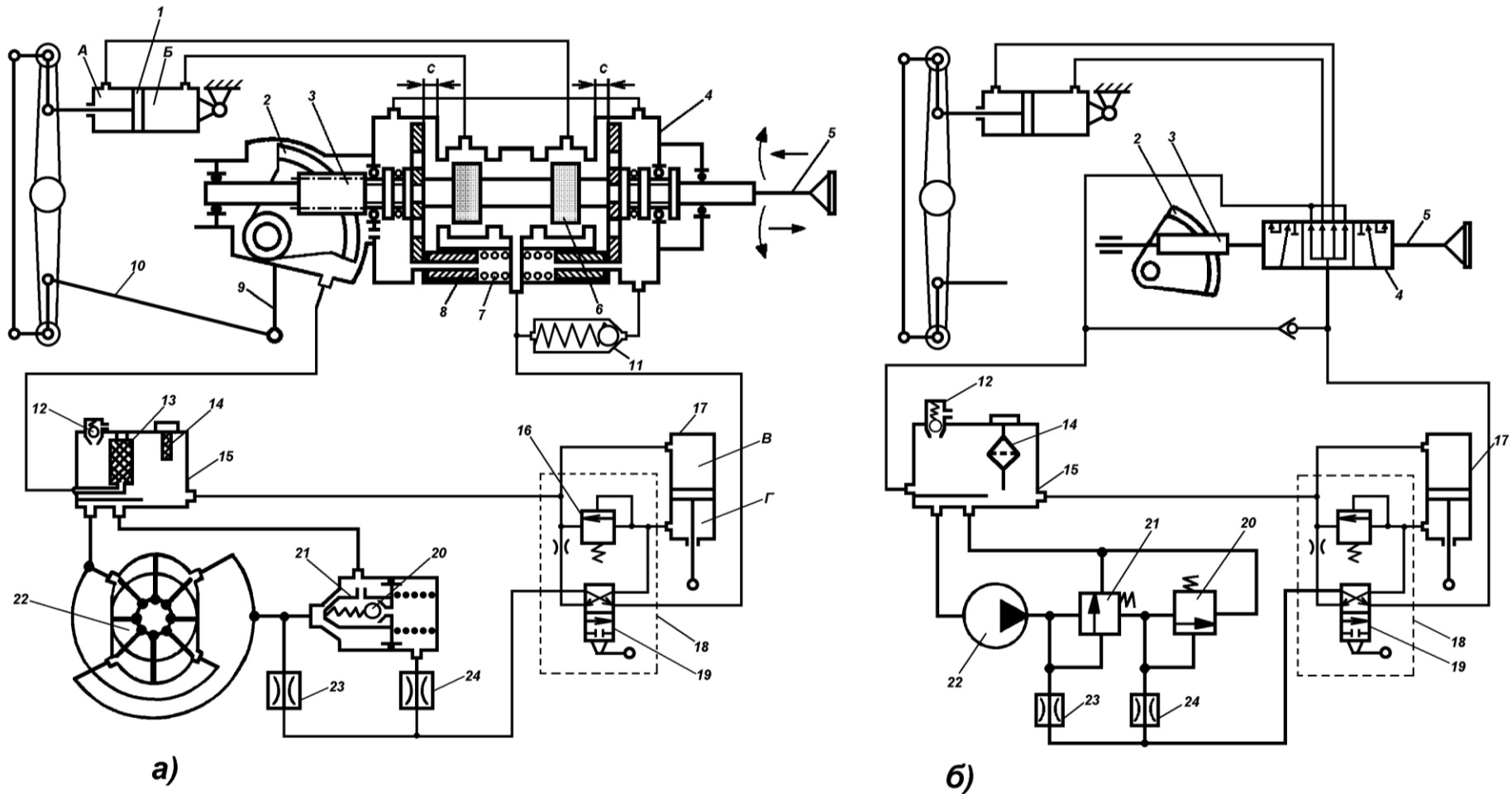


Рисунок 3.8 – Схема рулевого управления автомобиля «Урал –4320»:

а) – конструктивная; б) – гидравлическая; 1 – гидроцилиндр рулевого управления; 2 – сектор; 3 – червяк; 4 – распределитель гидроусилителя; 5 – рулевая колонка; 6 – золотник; 7 – центрирующая пружина; 8 – реактивный плунжер; 9 – сошка; 10 – продольная тяга; 11 – обратный клапан; 12 – предохранительный клапан; 13, 14 – фильтры; 15 – масляный бак; 16 – предохранительный клапан; 17 – гидроцилиндр подъемника запасного колеса; 18 – кран управления подъемника запасного колеса; 19 – распределитель подъемника запасного колеса; 20 – предохранительный клапан; 21 – перепускной клапан насоса; 22 – насос; 23, 24 – дроссели; А, Б – полости цилиндра гидроусилителя; В, Г – полости цилиндра подъемника запасного колеса

находятся плунжеры 8 с распорными пружинами 7. При повороте рулевого колеса золотник 6 может перемещаться относительно корпуса в осевом направлении в одну или другую сторону на 2,08...2,20 мм за счет зазора «С». Плунжеры 8, за счет пружин 7, стремятся установить золотник в нейтральное положение.

Цилиндр гидравлического усилителя 1 размещен у правого переднего колеса и крепится шарниром к переднему кронштейну рессоры. Шток поршня цилиндра соединен шарниром с поворотным рычагом правого переднего колеса.

В гидросистеме предусмотрены предохранительный клапан 20, ограничивающий максимальное давление в системе до 6,5...7,0 МПа, и предохраняющий от перегрузок гидронасос, а также перепускной клапан 21, ограничивающий максимальное количество масла, поступающего в систему. С увеличением частоты вращения вала насоса возрастает его производительность, и за счет сопротивления в дросселях 23 и 24 возникает перепад (разность) давлений, увеличивающийся прямо пропорционально увеличению объема масла, проходящего через дроссели в единицу времени. При определенной разности давлений перепускной клапан открывается и перепускает часть масла в бак 15, обеспечивая тем постоянство потока масла в системе независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя. В связи с включением в систему гидроподъемника запасного колеса в бачке 15 насоса 22 установлена дополнительная сливная трубка.

Гидроподъемник обеспечивает подъем и плавное опускание запасного колеса.

Работает система следующим образом. При прямолинейном движении или повороте с постоянным радиусом, когда рулевое колесо не вращают, золотник 6 распределителя из-за действия плунжеров 8 находится в нейтральном положении. Масло, забираемое насосом 22 из бака 15 через кран управления гидроподъемником 18, поступает к распределителю 4. Так как золотник 6 находится в нейтральном положении, то масло возвращается обратно в бак по сливной магистрали, В полостях «А» и «Б» цилиндра давление одинаково.

В процессе поворота рулевого колеса усилие от него передается на вал рулевого механизма. При повороте вала червяк 3

вначале скользит по зубьям неподвижного сектора 2, соединенного через сошку 8 и продольную тягу 10 с управляемыми колесами и поршнем цилиндра 1. Поэтому червяк 3 и соединенный с ним золотник 6 будут смещаться в осевом направлении. Со смещением золотника 6 относительно корпуса сдвигаются реактивные плунжеры 8, сжимаются пружины 7 и изменяются проходные сечения щелей нагнетания и слива в распределительном устройстве.

Разность давлений масла в полостях «А» и «Б» цилиндра 1 создает силу, способную преодолеть сопротивление повороту колес; поршень цилиндра начнет перемещаться, обеспечивая поворот колес и через привод сектора 2 рулевого механизма. Непрерывное смещение золотника 6 при вращении рулевого колеса поддерживает давление масла в рабочей полости гидроцилиндра, обеспечивая движение поршня и поворот колес. Давление масла на торцы реактивных плунжеров 8 совместно с пружинами 7 создает на рулевом колесе ощущение сил сопротивления повороту колес.

При остановке рулевого колеса управляемые колеса остановятся после того, как поршень через рулевой привод, поворачивая сектор 2 совместно с усилиями плунжеров 8 и пружин 7, сместит вал с червяком 3 и золотником 6 к его среднему положению, уменьшив при этом давление масла в рабочей полости. При этом поршень, управляемые колеса и сектор остановятся.

Если рулевое колесо будет остановлено в промежуточном положении, то в рабочей полости сохранится некоторое давление масла, препятствующее действию стабилизирующих моментов колес.

Освобождение рулевого колеса после поворота приведет к тому, что реактивные плунжеры 8 и пружины 7 переместят вал с червяком 3 и золотником 6 в среднее положение. Давление масла в рабочей полости снизится, управляемые колеса и поршень под действием стабилизирующих моментов (от бокового и продольного наклона шкворней и эластичности шин) автоматически будут возвращаться к среднему положению. При перемещении поршня жидкость будет вытесняться из цилиндра в сливную магистраль.

В случае отказа усилителя, например при остановке двигателя, сохраняется возможность управления автомобилем только усилиями водителя через зацепление червяка 3 с сектором 2. При

этом обратный клапан 11 обеспечит перетекание жидкости между полостями цилиндра, что уменьшит сопротивление цилиндра усилителя при повороте колес.

Для опускания запасного колеса достаточно вывести защелку его держателя из зацепления и оно будет опускаться под действием собственного веса, вытесняя масло из полости «Г» в бачок 15 независимо от того, работает или не работает гидравлический усилитель. В увеличивающуюся по объему полость «В» поступает масло из бачка 15.

Перед подъемом колеса необходимо пустить двигатель, повернуть и удерживать рукоятку крана 18 (нефиксированное положение) При этом распределитель отсоединяет магистраль давления от распределителя 4 и сообщает ее с полостью «Г» цилиндра 17, что обеспечит подъем колеса. При перемещении поршня масло из полости «В» уходит в бак 15. После срабатывания защелки фиксатора в верхнем положении колеса, следует отпустить рукоятку крана 18, что вернет распределитель 19 в исходное положение, при этом полость «Г» соединится с баком 15, масло от насоса 22 будет подаваться к распределителю 4.

Если этого не произойдет (механизм подъема не обеспечил перемещение колеса в верхнее положение и фиксацию в нем), то при повышении давления масла в полости «Г» до 5...6 МПа откроется предохранительный клапан и защитит насос от перегрузки до устранения причины задержки).

### **3.1.6 Рулевое управление тракторов Т-40М/АМ**

Гидравлический усилитель тракторов Т-40М/АМ (рис. 3.9) выполнен по схеме № 1. Работает конструкция следующим образом. Когда рулевое колесо неподвижно и нагрузки от управляемых колес не передаются через сектор 6 на поршень-рейку 2, вся система находится в нейтральном положении. Подаваемое насосом 18 масло делится клапаном 16 на два потока: один – направляется к распределителю 11 гидронавесной системы, второй – к гидроусилителю 5 рулевого управления.

При малой частоте вращения вала двигателя практически все масло подается через дроссельное отверстие золотника 17. При возвращении частоты вращения вала двигателя, а следовательно, и производительности насоса золотник 17 перемещается вверх. При



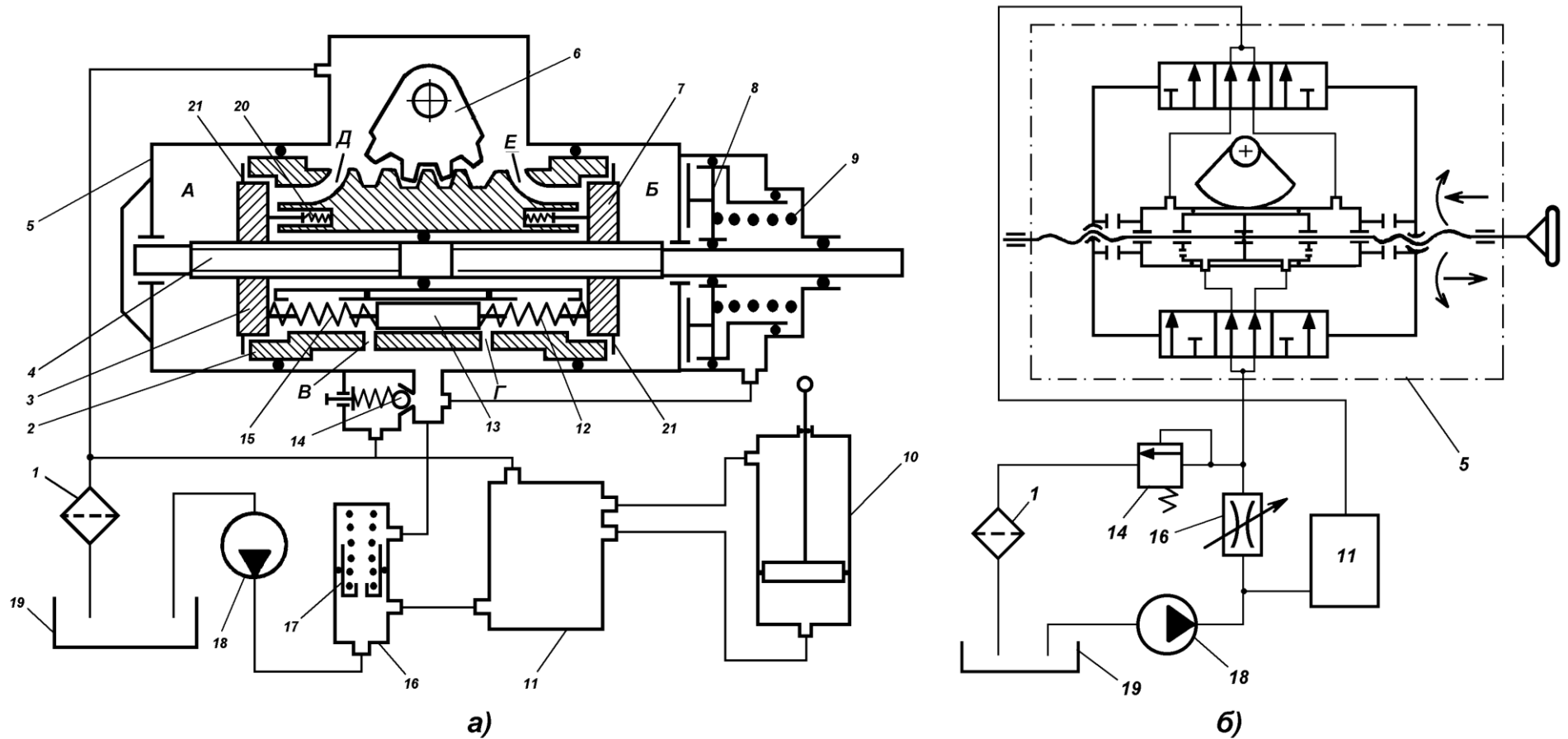


Рисунок 3.9 – Схема рулевого управления тракторов Т-40М/АМ:

а) – принципиальная; б) – гидравлическая; 1 – фильтр; 2 – поршень-рейка; 3, 7 – гайки; 4 – винт; 5 – корпус усилителя; 6 – сектор; 8 – стакан-поршень; 9, 12, 15, 20 – пружины; 10 – гидравлический цилиндр; 11 – распределитель гидравлической системы; 13 – золотник; 14 – предохранительный клапан; 16 – клапан деления потока; 17 – золотник клапана; 18 – насос; 19 – гидравлический бак; 21 – пружинная шайба; А, Б – полости гидроусилителя; В, Г, Д, Е – каналы поршня

этом открывается отверстие к распределителю 11, через который направляется большая часть масла. Таким образом, клапан 16 автоматически обеспечивает подачу постоянного количества масла (10...12 л/мин) в гидравлический усилитель для различных скоростных режимов работы двигателя.

Золотник 13 пружинами 12 и 15 устанавливается в среднее положение, и поступающее от насоса 18 масло через клапан потока 16 равномерно распределяется по обе стороны через отверстия «В» и «Г» и попадает в полости «А» и «Б» гидроусилителя. Поршень-рейка 2 находится в среднем положении относительно правой 7 и левой 3 гаек. Благодаря образующимся при этом зазорам между торцами гаек и поршнем масло свободно сливается из обеих полостей через каналы «Д» и «Е» в бак гидросистемы 19, проходя через фильтр 1.

При повороте рулевого колеса, например, влево, поворачивается и винт 4 гидроусилителя. Гайки 3, 7, связанные с поршнем штифтами, не вращаются, а перемещаются вдоль винта. Левая гайка 3 перемещается к поршню 2 и перекрывает в нем сливное отверстие «Д», правая гайка 7 отходит от поршня. Вследствие повышения давления масла в полости «А» и усилия более сжатой пружины 15, золотник 13 переместится вправо и перекроет отверстие «Г» подачи масла в полость «Б». Масло будет поступать через отверстие «В» только в полость «А» и создавшийся в полостях «А» и «Б» перепад давлений переместит поршень 2 вправо. При этом вытесняемое из полости «Б» масло через канал «Е» будет сливаться в корпус гидроусилителя, а затем в бак 19 гидросистемы.

Перемещение поршня происходит до тех пор, пока водитель вращает рулевое колесо и тем самым прижимает гайку 3 к торцу поршня, перекрывая сливной канал «Д» со стороны полости «А». При прекращении поворота рулевого колеса винт не вращается, поршень 2 под давлением масла и усилия пружинной шайбы 21, устанавливается в среднее положение относительно гаек. Золотник 13 открывает канал «Г» и масло сливается в корпус усилителя, а затем в бак 19.

При повороте рулевого колеса вправо механизм работает аналогично.

Срабатывание гидроусилителя происходит не только при повороте рулевого колеса, но и при езде по неровной дороге, когда от толчков колеса стремятся повернуть сектор и сдвинуть поршень в ту или другую сторону. Поскольку гайки неподвижны, смещение поршня, например, вправо, вызывает перекрытие сливных каналов правой стороны, и масло, находящееся в этой полости воспринимает на себя толчки.

Благодаря наличию пружинных шайб 21 некоторая незначительная часть нагрузки передается на рулевое колесо, что позволяет водителю сохранить «чувство дороги» и более точно управлять трактором.

Для улучшения «чувства дороги» дополнительно может устанавливаться механизм сопротивления повороту – имитатор. При повороте рулевого колеса поворачивается винт 4 и стакан-поршень 8, который прижимается к корпусу пружины 9 и давлением масла. Возникающая сила трения (сопротивление повороту винта 4) передается рулевому колесу, и водитель «чувствует руль-дорогу». Чем больше сопротивление колес повороту, тем больше давление масла в полостях «А» или «Б» и тем с большим давлением масло прижимает стакан 8 к корпусу. Следовательно, чем больше сопротивление колес повороту, тем больше и усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу. В результате чего возникает реальное ощущение производимого поворота.

Предохранительный клапан 14 предотвращает аварийное повышение давления в гидролинии нагнетания. Этот клапан отрегулирован на давление 7...8 МПа.

### ***3.1.7 Рулевое управление тракторов МТЗ-80/82***

Рулевое управление тракторов МТЗ-80/82 (рис. 3.10) имеет механический рулевой привод с гидравлическим усилителем.

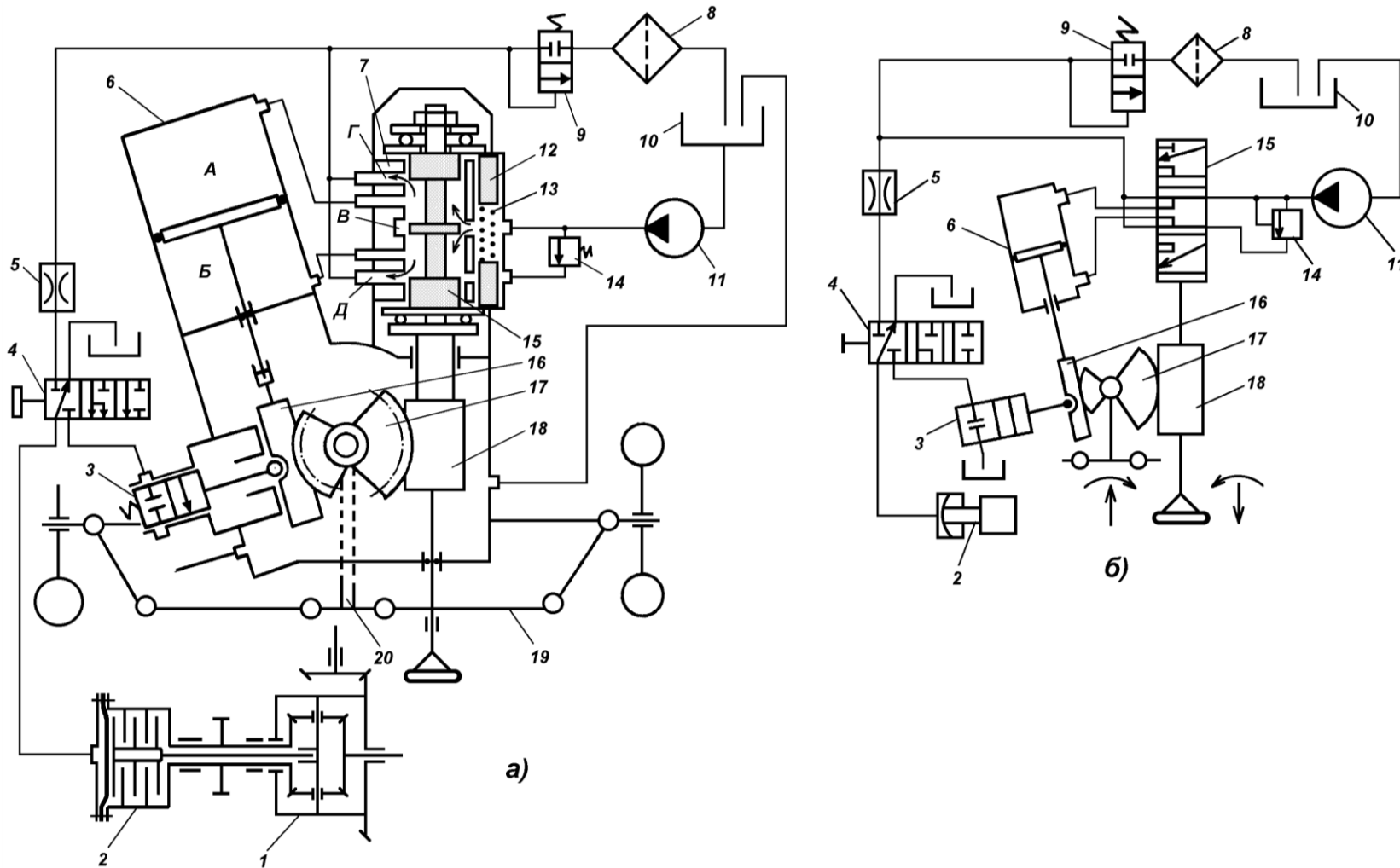


Рисунок 3.10 – Схема гидроусилителя рулевого управления тракторов МТЗ-80/82:

а) – принципиальная; б) – гидравлическая; 1 – дифференциал; 2 – муфта блокировки дифференциала; 3 – золотник АБД; 4 – золотник крана управления; 5 – дроссель; 6 – силовой цилиндр; 7 – корпус усилителя; 8 – фильтр; 9 – редукционный клапан; 10 – масляный бак; 11 – насос; 12 – реактивный плунжер; 13 – центрирующая пружина; 14 – предохранительный клапан; 15 – золотник; 16 – рейка; 17 – сектор; 18 – червяк; 19 – поперечная рулевая тяга; 20 – рулевая сошка; А, Б – полости силового цилиндра; В – средняя нагнетательная выточка; Г, Д – крайние сливные каналы

Рулевой механизм, распределитель, гидроцилиндр и датчик автоматической блокировки дифференциала составляют общий узел. Рулевой привод выполнен в виде рулевой трапеции, состоящей из двух сочлененных поперечных рулевых тяг 19, сошки 20, поворотных рычагов и поворотного вала рулевого механизма. Основанием трапеции управления служит балка переднего моста.

Рулевой механизм представляет собой пару червяк 18 – сектор 17 с гидроусилителем. Вторая часть сектора 17 находится в зацеплении с рейкой 16, которая соединена со штоком поршня силового цилиндра 6. Обоймы подшипников червяка установлены в корпусе с некоторым зазором, что позволяет ему, с прикрепленным к нему золотником 15 гидроусилителя, перемещаться вдоль своей оси. Для исключения совместного вращения золотника 15 с червяком 18 впереди и сзади золотника установлены упорные подшипники, которые прижимаются к золотнику гайкой.

Гидроусилитель, выполненный по схеме № 1, позволяет уменьшить усилие на рулевом колесе до 30...50 Н независимо от условий работы. Он имеет отдельную гидравлическую систему, состоящую из масляного резервуара 10 с фильтром 8, шестеренчатого масляного насоса 11, золотника 15, распределителя, силового цилиндра 6 с поршнем двухстороннего действия, шток-рейка которого воздействует на двойной сектор 17. В эту же систему входит датчик автоматической блокировки дифференциала заднего моста. Действием гидроусилителя управляет золотник распределителя, размещенный в корпусе 7.

При прямолинейном движении трактора золотник занимает нейтральное положение, фиксируемое тремя парами плунжеров 12, поджатых пружинами 13. Центрирующее действие плунжеров 12 позволяет удерживать внутренние обоймы упорных подшипников на одном уровне с торцами корпуса 7 гидроусилителя и крышки. Масло от насоса 11 поступает к центральному пояску золотника 15 и, проходя через зазор между его пояском и выточкой, подходит к сливным каналам «Г» и «Д», а затем, через редукционный клапан 9 и фильтр 8 сливается в бак 10 гидросистемы.

При вращении рулевого колеса вправо одновременно поворачивается и червяк 18. При этом от сопротивления колес повороту на червяк действует осевое усилие, которое при достижении определенного значения, превышающего осевое

усилие пружин 13, переместит червяк вместе с золотником 15 вперед. Перемещаясь, золотник 15 средним буртом закрывает проход масла от насоса в сливную выточку «Г», а крайним буртом – выход масла из полости «В» сливного цилиндра 6 в нижнюю сливную выточку «Д» корпуса 7. В этот момент противоположный крайний бурт золотника увеличивает проходное сечение для слива масла из полости «А» цилиндра 6.

Масло из средней нагнетательной выточки «В» по сверлению в корпусе и трубопроводу поступает в полость «Б» цилиндра и своим давлением перемещает поршень вперед, передавая движение через шток и рейку 16 сектору 17. Сектор вращает вертикальный вал, сошку 20 и через трапецию управления поворачивает колеса вправо. При повороте трактора влево червяк вместе с золотником переместится назад, и бурты золотника станут в такое положение, когда масло от насоса, пройдя распределитель, поступает в полость «А» цилиндра, воздействуя на поршень, а из полости «Б» масло вытесняется на слив в бак.

Поворот направляющих колес трактора будет продолжаться до тех пор, пока водитель вращает рулевое колесо. Причем скорость поворота передних колес пропорциональна скорости вращения рулевого колеса. Как только вращение рулевого колеса прекратится, золотник под действием пружин плунжеров и силы, действующей на зубья червяка со стороны сектора цилиндра, за счет продолжающейся подачи масла в одну из его полостей, возвратится в нейтральное положение.

Давление в рабочей полости цилиндра возрастает с повышением сопротивления поворота колес. При этом увеличивается и давление на реактивные плунжеры, которые стремятся вернуть червяк и золотник в нейтральное положение и пропорционально возрастает сопротивление повороту рулевого колеса. Это увеличение сопротивления повороту рулевого колеса с увеличением усилия поворота колес создает «чувство дороги» у водителя, что способствует лучшему его ориентированию в дорожных условиях.

Если сопротивление повороту направляемых колес незначительно, то поворот осуществляется практически без участия гидравлической системы. В этом случае осевая сила на червяке, возникающая при повороте трактора, меньше усилия

предварительного сжатия центрирующих пружин 13 и плунжеров 12. При этом пружины не сжимаются, червяк вместе с золотником в осевом направлении не перемещается, а масло в распределителе переливается из нагнетательной полости в сливную, не действуя на поршень цилиндра.

Нормальное давление жидкости в системе составляет 2...4 МПа. Если давление будет выше (при больших сопротивлениях повороту), то срабатывает предохранительный клапан 14 и жидкость, минуя цилиндр, поступает в бак на слив. Предохранительный клапан регулируется на давление 8...9 МПа.

Датчик автоматической блокировки дифференциала (АБД) управляет действием исполнительного механизма муфты блокировки 2 дифференциала 1. Когда маховичок золотника 4 установлен в положение «Вкл.», то при движении трактора по прямой масло сжимает диски муфты 2 – дифференциал блокируется. Когда управляемые колеса повернутся на угол более  $8^\circ$ , то напорная магистраль и полость диафрагмы сообщаются со сливной магистралью и дифференциал будет разблокирован. В положении золотника «Выкл.» – дифференциал будет разблокирован, а в положении «Принудительная блокировка» – дифференциал будет разблокирован независимо от положения управляемых колес.

Редукционный клапан 9 не регулируется и поддерживает давление масла в системе автоблокировки в пределах 0,7...0,9 МПа. положение рулевого колеса привода можно изменять по углу наклона и по высоте, а также оно может откидываться вперед для удобства выхода тракториста из кабины и входа в нее.

### **3.1.8 Рулевое управление тракторов ЮМЗ-6Л/М**

Рулевой механизм тракторов ЮМЗ-6Л/М (рис. 3.11) монтируется с правой стороны корпуса сцепления.

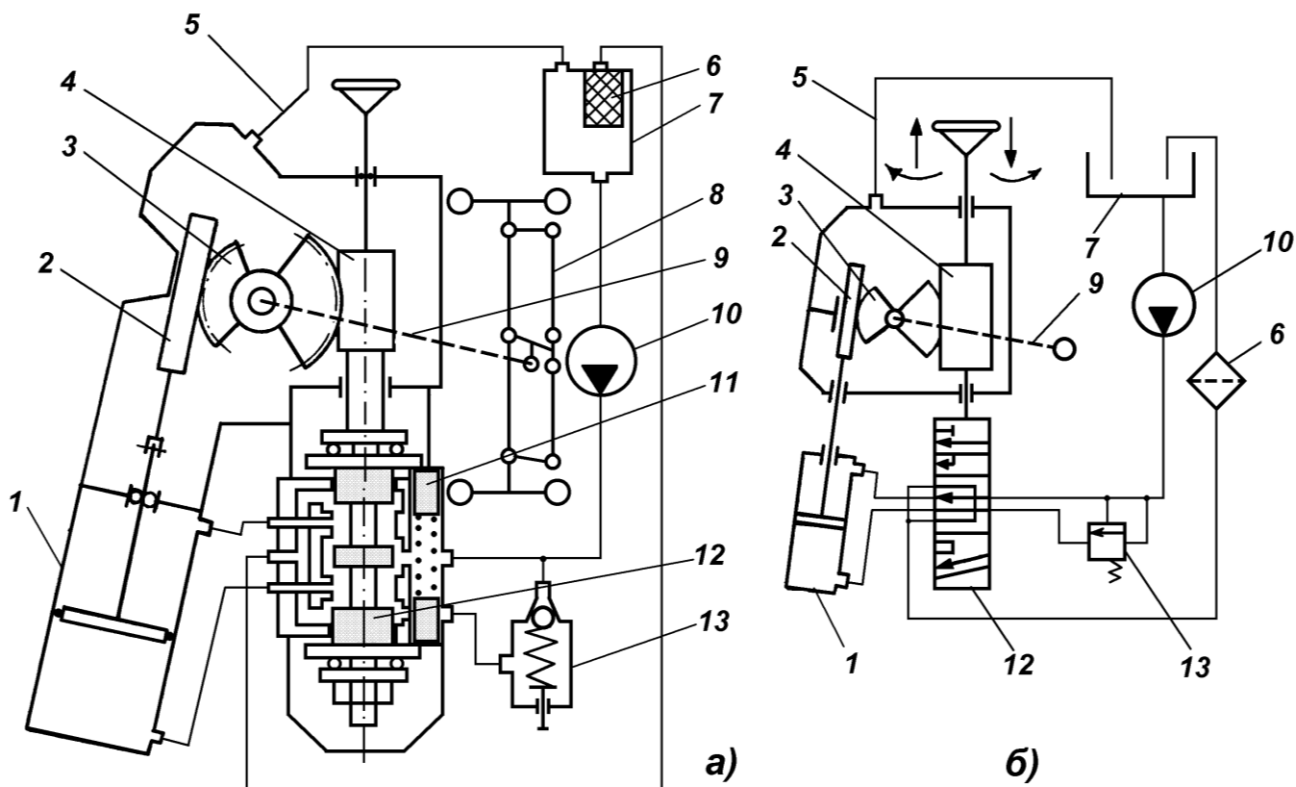


Рисунок 3.11 – Схемы гидравлического усилителя рулевого управления тракторов ЮМЗ-6Л/М:

а) – принципиальная; б) – гидравлическая; 1 – силовой цилиндр; 2 – рейка; 3 – сектор; 4 – червяк; 5 – дренажная гидролиния; 6 – фильтр масляного бака; 7 – масляный бак; 8 – рулевая тяга; 9 – рулевая сошка; 10 – масляный насос; 11 – реактивный плунжер распределителя; 12 – золотник распределителя; 13 – предохранительный клапан.

Масляный насос шестеренчатого типа прикреплен с правой стороны двигателя на крышке распределительных шестерен и приводится в действие от шестерни распределительного вала через промежуточную шестерню.

Усилитель выполнен по схеме № 1. Распределитель – золотникового типа, расположенный на пути потока масла от насоса в силовой цилиндр двустороннего действия, управляет работой цилиндра. С обеих сторон золотника 12 находятся шайбы, в которые под давлением пружин упираются плунжеры 11. Плунжеры с помощью пружин и шайб удерживают золотник в нейтральном (среднем) положении, когда водитель не поворачивает рулевое колесо, и трактор движется в определенном направлении. При этом золотник 12 соединяет нагнетательную магистраль со сливной, и масло, подаваемое насосом 10,



сливается в бак 7 по сливной магистрали, не поступая в силовой цилиндр 1.

При вращении рулевого колеса поворачивается и червяк 4, который упирается в зубья двойного сектора 3, смещается в осевом направлении вместе с золотником, вследствие чего нагнетательная магистраль насоса соединяется с одной из полостей силового цилиндра. Масло, нагнетаемое насосом в эту полость цилиндра, перемещает поршень, а вместе с ним и шток с рейкой, поворачивая с помощью сектора вертикальный рулевой вал, который через тяги и рычаги соединен с направляющими колесами. При этом другая полость цилиндра через золотник соединяется со сливной магистралью и масло из этой полости вытесняется поршнем в бак.

Если прекратить вращение рулевого колеса, то масло, продолжая поступать в нагнетательную полость силового цилиндра, продолжает перемещать поршень и через рейку 2, сектор 3 смещает червяк 4, а следовательно, и золотник 12 в нейтральное положение. Подпружиненные реактивные плунжеры 11 распределителя, способствуя возвращению золотника в нейтральное положение, и удерживают его в этом положении. Работа усилителя заканчивается и трактор движется в выбранном направлении.

Усилие, прикладываемое к рулевому колесу, используется только для перемещения золотника, т.е. для включения усилителя. Повышенное сопротивление повороту управляемых колес сопровождается повышением давления в нагнетательной магистрали, которое, воздействуя на реактивные плунжеры, создает у водителя «чувство дороги».

Если гидроусилитель неисправен, поворот трактора рулевым колесом возможен, однако сопровождается повышенным сопротивлением рулевого колеса.

Наличие предохранительного клапана 13, отрегулированного на давление 7,5...8,0 МПа, предотвращает аварийное повышение давления в системе.

### **3.1.9 Диагностирование рулевого управления с механическим приводом и его регулировки**

Перед проведением диагностирования технического состояния рулевого управления КамАЗ-5320 снаряженный автомобиль необходимо установить на горизонтальной площадке при положении колес для прямолинейного движения. Давление в шинах передних колес должно составлять 730 КПа; гидравлическая система рулевого управления должна быть заправлена и прокачена. Техническое состояние рулевого управления в целом оценивается величиной свободного хода рулевого колеса, которая определяется в соответствии с методикой, приведенной в литературе [2, 3].

Перед проверкой и регулировкой давления жидкости в гидравлическом усилителе необходимо прогреть двигатель, а также жидкость в бачке несколькими поворотами колес до упора с выдержкой в течение 10...15 с.

В магистрали высокого давления между насосом и рулевым механизмом устанавливается приспособление с манометром со шкалой до 10 МПа и вентилем.

Открыв вентиль и работая на частоте вращения коленчатого вала 600 об/мин, замеряют давление масла по манометру, которое должно быть не менее 5,5 МПа. При меньшем давлении следует, медленно закрывая вентиль, оценить изменение его значения. При исправном насосе давление масла должно повыситься до 6,0 МПа (для нового насоса эта величина составляет 7,5 МПа, для отремонтированного – 6,5 МПа). В этом случае следует провести регулировку предохранительного клапана.

Если давление масла при закрытом вентиле не поднимается, следует заменить или отремонтировать насос.

Шум, возникающий при срабатывании предохранительного клапана, не свидетельствует о его неисправности.

При проверке клапана управления гидроусилителя следует отсоединить продольную тягу, установить частоту вращения вала двигателя 800...1000 об/мин, при открытом вентиле повернуть колесо до упора влево и вправо усилием не менее 100 Н. При снятии усилия с рулевого колеса давление масла должно

понизиться до 300...500 КПа, свидетельствуя о том, что золотник клапана управления под действием реактивных пружин и плунжеров сместился к среднему положению.

Если давление масла не снижается, следует проверить, не загрязнены ли отверстия плунжеров, не ослабли ли пружины, не заклинило ли золотник в корпусе управления.

В процессе проверки не следует держать вентиль закрытым, а колеса повернутыми до упора более 15 с.

Проверка и регулировка рулевых механизма и привода автомобиля «Урал-4320» производится в соответствии с методикой, приведенной в литературе [3], Проверка и регулировка давления жидкости в гидроусилителе не отличается от описанной выше для автомобиля КамАЗ-5320.

Диагностирование технического состояния рулевого управления трактора МТЗ-80 следует начинать с проверки свободного хода рулевого колеса, состояния подшипников и радиальных зазоров в сопряжениях «поворотная цапфа – втулка» согласно рекомендациям литературы 30, 33 и выполнения (при необходимости) соответствующих регулировок.

Если свободный ход рулевого колеса превышает  $20^{\circ}$ , то необходимо отрегулировать зацепление в червячной паре, для чего:

- отсоединить рулевой вал от шлицевого конца червяка;
- отсоединить рулевые тяги от сошки гидроусилителя;
- перемещая взад и вперед червяк за шлицевой конец, проверить зазор между сектором и червяком.

Для уменьшения зазора необходимо:

- освободить эксцентрическую регулировочную втулку;
- повернуть втулку по ходу часовой стрелки, пока не исчезнет зазор в зацеплении, затем повернуть медленно обратно до получения минимального зазора, обеспечивающего плавный поворот рулевого колеса от упора до упора;

- подсоединить рулевой вал к червячному валу, а рулевые тяги к сошке.

Затем следует подтянуть гайку червяка, для чего:

- отвернуть четыре болта крепления распределителя к корпусу гидроусилителя;
- снять крышку и закрепить распределитель к корпусу двумя диаметрально расположенными болтами;

- вытащить шплинт и завернуть специальную сферическую гайку до полного прижатия обойм подшипников к золотнику с моментом затяжки 20 Нм;

- отвернуть гайку до совпадения отверстия на червяке с ближайшей прорезью и зашплинтовать;

- установить уплотнительное кольцо и крышку, затянуть болты крепления.

Далее регулируют зазор в сопряжении «сектор – рейка», для чего выворачивают четыре болта упора рейки – корпуса датчика автоматической блокировки дифференциала и вынимают попарно прокладки. Зазор должен быть в пределах 0,1...0,3 мм.

Для регулировки осевого смещения поворотного вала необходимо установить верхнюю крышку; отпустить контргайку и затянуть регулировочный болт моментом 30 Нм, затем освободить его на 1/10...1/8 оборота и закрепить контргайкой.

Затем следует определить усилие на ободу рулевого колеса, для чего:

- отсоединить рулевые тяги от сошки;

- установить на рулевое колесо прибор К-402;

- запустить двигатель и установить номинальную частоту вращения коленчатого вала;

- установить рулевое колесо в среднее положение, приближая к корпусу динамометра фиксирующее кольцо на одной из рукояток динамометра, медленно подтягивая за противоположную рукоятку, повернуть рулевое колесо до отказа. Осторожно освободить рукоятку динамометра и по положению фиксирующего кольца на шкале противоположной рукоятки отсчитать усилие. Аналогично замерить усилие на ободу колеса при повороте его в другую сторону. Усилие должно быть в пределах 20...30 Н.

Далее выполняется проверка расхода масла в гидроусилителе рулевого управления путем присоединения к нагнетательной магистрали прибора ДР-70. Трубопровод от дросселя-расходомера опустить в бак.

Установив рукоятку прибора в положение «открыто», запустить двигатель. При номинальной частоте вращения коленчатого вала поворотом рукоятки перекрыть поток масла до достижения давления 0,5 МПа. По шкале прибора определить подачу насоса.

Расход масла должен быть не менее 6 л/мин.

Проверка давления открытия предохранительного клапана осуществляется с помощью дроссель-расходомера ДР-70. Для этого необходимо:

- входной трубопровод прибора соединить с камерой распределителя, а выходной – опустить в бак гидросистемы;
- при положении рукоятки прибора в позиции «закрото» запустить двигатель и установить номинальную частоту вращения коленчатого вала;
- поворачивая рулевое колесо вправо и влево до упора, удерживать его в крайнем положении и фиксировать давление по манометру.

Давление должно быть в пределах 7,5...8,0 МПа. Если давление больше или меньше, то необходимо снять пломбу с колпачка предохранительного клапана и отвернуть колпачок, затем, вращая регулировочный винт, отрегулировать давление по манометру. После регулировки установить колпачок на место.

Наблюдение за наружными утечками масла необходимо вести в течение всего испытания гидроусилителя рулевого механизма. Обнаруженные утечки устраняются подтяжкой креплений соответствующих сопряжений или заменой уплотнений.

Диагностирование технического состояния рулевого управления трактора Т-40 также следует начинать с проверки свободного хода рулевого колеса, состояния подшипников согласно рекомендациям литературы (4, 34) и выполнения (при необходимости) соответствующих регулировок.

Если свободный ход рулевого колеса превышает  $20^{\circ}$ , то необходимо отрегулировать зацепление в червячной паре, для чего:

- отпустить контргайку вертикального винта крышки, придерживая винт от поворота;
- завинтить винт в крышку до устранения зазора;
- закрутить контргайку до отказа.

Далее выполняют проверку расхода масла в гидроусилителе прибором ДР-70 путем присоединения его входного отверстия к шлангу, идущему от клапана потока к гидроусилителю, а выходного отверстия – к сливу в бак.

Установив рукоятку прибора в положение «открыто», запустить двигатель. При номинальной частоте вращения коленчатого вала поворотом рукоятки перекрыть поток масла до достижения давления 5 МПа. По шкале прибора определить подачу насоса, которая должна быть не менее 8 л/мин.

Проверка давления открытия предохранительного клапана осуществляется с помощью дросселя-расходомера ДР-70. Для этого необходимо:

- входной трубопровод прибора соединить с отверстием в корпусе гидроусилителя, находящимся над предохранительным клапаном (открыть пробку);
- выходной трубопровод опустить в бак гидросистемы;
- при положении рукоятки прибора в позиции «закрыто» запустить двигатель и установить номинальную частоту вращения коленчатого вала;
- поворачивая рулевое колесо вправо и влево до упора, удерживать его в крайнем положении и фиксировать давление по манометру.

Прибором КИ-4798 определяется состояние фильтра масляного бака по давлению в сливной магистрали (перед фильтром) следующим образом:

- отсоединить запорное устройство от полости распределителя, соединенной со сливной магистралью, предназначенной для одного из выносных цилиндров, и подключить к ней приспособление;
- рукоятку золотника, к полости которого подключено приспособление, установить в «плавающее» положение;
- запустить двигатель при включенном насосе гидросистемы и прогреть масло до 45...55<sup>0</sup>С;
- установить максимальную частоту вращения коленчатого вала и определить по манометру приспособления давление масла в сливной магистрали.

Если давление в сливной магистрали превышает 0,35 МПа, нужно снять и промыть фильтр.

Во избежании выхода из строя манометра приспособления категорически запрещается перестановка рукоятки распределителя из «плавающего» положения в другое.

### 3.1.10 Основные неисправности механизмов рулевого управления

Основные неисправности рулевого управления и способы их устранения применительно к автомобилям КамАЗ-5320, «Урал-4320» и тракторам Т-40 и МТЗ-80 приведены в таблицах 3.1, 3.2 и 3.3 соответственно.

Таблица 3.1 – Основные неисправности механизмов рулевого управления автомобилей КамАЗ-5320, «Урал-4320» и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Неустойчивое движение автомобиля	Повышенный свободный ход рулевого колеса	Проверить крепление узлов и деталей рулевого механизма
		Отрегулировать зазоры, заменить изношенные детали
Рулевое колесо поворачивается с большим усилием	Недостаточный уровень масла в бачке	Долить масло до нормального уровня
	Наличие воздуха в системе, появление пены, мутное масло	Удалить воздух из гидравлической системы
	Повышенные утечки масла в узлах и агрегатах	Устранить утечки жидкости подтяжкой или заменой уплотнений, заменить поврежденные или изношенные детали
	Нарушена регулировка рулевого механизма и привода	Проверить и отрегулировать рулевой механизм и сходжение управляемых колес
	Нарушена регулировка предохранительных клапанов	Проверить и отрегулировать натяжение пружины предохранительных клапанов
	Не работает насос гидравлического усилителя	Проверить, отрегулировать или заменить насос
	Ослабление затяжки подшипников винта рулевого механизма	Проверить затяжку и стопорение гайки
Повышенный	Недостаточный уровень масла	Долить масло до нормального уровня

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
шум при работе насоса	Засорение или повреждение сетчатого фильтра	Промыть фильтр, заменить при повреждении
	Разрушена прокладка коллектора насоса	Заменить прокладку
	Погнут коллектор насоса	Устранить погнутость
Выбрасывание масла через сапун бачка	Избыточное количество масла в бачке	Довести уровень масла до нормы
	Засорение или повреждение сетчатого фильтра	Промыть фильтр, заменить при повреждении

Окончание таблицы 3.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Стуки в рулевом механизме	Нарушение регулировки или повреждение деталей рулевого механизма	Провести регулировку зацепления, заменить изношенные или поврежденные детали
Удары на рулевом колесе при движении на высоких скоростях	Нарушение балансировки колес	Проверить и устранить дисбаланс колес

Таблица 3.2 – Основные неисправности механизмов рулевого управления трактора Т-40 и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Повышенный люфт рулевого управления	Изношенные втулки карданных соединений рулевого управления	Заменить втулки и крестовины карданного вала
	Повышенный зазор в зацеплении сектора с поршнем гидроусилителя	Отрегулировать зазор в зацеплении регулировочным винтом сектора
	Ослабло крепление стержней рулевых тяг, поворотных рычагов и сошки	Подтянуть стяжные болты тяг, рычагов и сошки
Вибрация направляющ	Изношены детали шарниров рулевой трапеции	Заменить шаровые пальцы и сферические шайбы шарниров



Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
их колес	Не затянут подшипник в передней крышке гидроусилителя рулевого механизма	Снять заднюю крышку и вынуть из корпуса переднюю крышку с поршнем. Затянуть гайку крепления подшипника и стопорный винт
	Не отрегулирована сходимость направляющих колес	Установить сходимость в пределах 0...4 мм
	Повышенный люфт в конических подшипниках передних колес	Отрегулировать зазор в подшипниках

Продолжение таблицы 3.2

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Большие усилия на рулевом колесе	Нет масла в баке	Долить масло
	Не включен привод насоса	Включить привод
	Во время работы навесной системы при задержке рычагов распределителя в положении «подъем» усилие на рулевом колесе уменьшается вследствие заклинивания золотника клапана потока и перепуска масла через гидрораспределитель без создания давления	Несколько раз включить подъем и опускание навески. Если дефект не устраняется, разобрать и промыть клапан в дизельном топливе

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
	Во время работы навесной системы при установке рычагов распределителя в положении «подъем» усилие на рулевом колесе остается большим вследствие отхода от седла шарика предохранительного клапана гидроусилителя или ослабления его пружины	Проверить давление на входе в гидроусилитель; если оно отсутствует, разобрать клапан, поставить шарик на место; изношенные шарик и пружину заменить и отрегулировать клапан
	Износились уплотнительные кольца поршня гидроусилителя	Заменить кольца
Повышенный люфт рулевого колеса	Не затянут передний подшипник винта гидроусилителя, вследствие чего при повороте рулевого колеса винт гидроусилителя имеет заметное на глаз перемещение относительно корпуса	Снять заднюю крышку и вынуть винт с поршнем; подтянуть корончатую гайку, крепящую внутреннее кольцо подшипника на шейке винта, и вторую гайку, зажимающую в крышке наружное кольцо подшипника; застопорить ее винтом и раскернить винт для предохранения от вывинчивания
	Увеличен зазор между зубьями сектора и рейки поршня	Восстановить стопор

Продолжение таблицы 3.2

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
---------------	-----------------------	-------------------

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Затрудненное вращение рулевого колеса в правую сторону	Нарушена установка поршня при сборке	Вращая рулевое колесо вправо, вывести поршень в крайнее переднее положение; отсоединить карданный вал, снять заднюю крышку; отвернуть болты на передней крышке и, вращая винт поршня, вывернуть его примерно до 50 мм; отвернуть винт золотника; затянуть фиксирующий болт и отогнуть усики шайбы; собрать гидроусилитель; отвернуть технологическую пробку и, подключив вместо нее приспособление Ки-4798, запустить двигатель и проверить давление, которое не должно превышать 0,5 МПа; при необходимости регулировку повторить
Затрудненное вращение рулевого колеса в левую сторону	Нарушена установка поршня при сборке	Вращая рулевое колесо влево, вывести поршень в крайнее заднее положение; отсоединить карданный вал, снять заднюю крышку; отвернуть болты на передней крышке и, вращая винт поршня, вывернуть его примерно до 50 мм; отвернуть винт золотника; затянуть фиксирующий болт и отогнуть усики шайбы; собрать гидроусилитель; отвернуть технологическую пробку и, подключив вместо нее приспособление Ки-4798, запустить двигатель, проверить давление, которое не должно превышать 0,5 МПа; при необходимости регулировку повторить
Заедание рулевого колеса при повороте в одну из сторон	Штифты не входят в отверстия задней или передней гаек винта	Разобрать гидроусилитель, проверить, входят ли штифты в переднюю и заднюю гайки; промыть штифты и отверстия для них в поршне и гайке; собрать гидроусилитель

Окончание таблицы 3.2

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Трактор «уводит» в сторону	Износились винт, поршень и гайки	Заменить дефектные детали
	Повышено перекрытие в золотнике	Отрегулировать золотники; на место технологической пробки установить приспособление КИ-4978 и замерить давление масла, которое не должно превышать 0,5 МПа. В противном случае проверить состояние деталей и регулировку золотника. Изношенные детали заменить, после чего отрегулировать механизм

Таблица 3.3 – Основные неисправности механизмов рулевого управления трактора МТЗ-80/82 и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Рулевое колесо вращается с трудом	Нарушена регулировка предохранительного клапана	Проверить давление в системе и, если оно ниже 7,5 МПа, разобрать и промыть клапан; заменить шарик; отрегулировать затяжку пружины винтом
	Повышенные внутренние утечки масла в насосе	Заменить насос
	Заедание в зацеплении «червяк – сектор» и «рейка – сектор»	Отрегулировать зазор в зацеплении «червяк – сектор» поворотом эксцентрической втулки в зацеплении «рейка – сектор» – прокладками
	Заедание в подвижных соединениях передней оси, приводе рулевого механизма	Заменить изношенные детали шарнирных соединений рулевого привода, при необходимости смазать
Шум и вибрации в гидроусилителе	Подсос воздуха	Подтянуть гайки запорного патрубка или заменить дефектный трубопровод
Повышенная неустойчивость передних колес	Ослабло крепление шарниров тяг и рычагов рулевого управления	Подтянуть гайки крепления; отрегулировать затяжку пробок в шарнирах
	Повышенный люфт в конических подшипниках ступиц передних колес	Отрегулировать затяжку подшипников
	Ослабла затяжка гаек крепления сошки, сектора или поворотных рычагов	Подтянуть гайки
	Нарушена сходимость колес	Отрегулировать сходимость (должна быть в пределах 8...12 мм)

Окончание таблицы 3.3

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Увеличенный свободный ход рулевого колеса	Увеличен зазор в зацеплении «червяк – сектор»	Отрегулировать зазор поворотом эксцентрической втулки
	Повышенный люфт в соединениях карданных муфт привода рулевого колеса	Заменить изношенные детали
	Ослабло крепление рулевых тяг, поворотных рычагов и сошки	Подтянуть стяжные болты рулевых тяг, поворотных рычагов и сошки
В системе гидроусилителя образуется пена	Недостаточное количество масла в корпусе усилителя	Долить масло до необходимого уровня
	Попадание воздуха в систему	Устранить подсос воздуха во всасывающей магистрали
Повышенный износ шин из-за их проскальзывания	Не настроена автоматическая блокировка дифференциала	Правильно настроить автоматическую блокировку дифференциала
	Работа трактора при включенном ходоуменьшителе	Работать только при скорости движения до 2,8 м/с
Затруднена установка крана датчика АБД в положения «включено» и «выключено»	Заедание крана или золотника	Снять кран с панели управления, разобрать, детали промыть в дизельном топливе; собрать кран и установить на место
Стук и перемещение сошки вместе с валом относительно корпуса усилителя при резких поворотах рулевого колеса	Повышенный осевой люфт поворотного вала	Подтянуть гайку крепления сектора; вернуть регулировочный болт в крышку до упора в торец вала; отвернуть его на 1/10... 1/8 оборота и надежно законтрить гайкой
Неодинаковый угол поворота направляющих колес	Сошка повернута от среднего положения	Отрегулировать длину рулевых тяг, соединяющих сошку с поворотными рычагами так, чтобы она установилась строго вдоль оси трактора при движении его по прямой

