

*Кафедра «Машины и технологии АПК»*



**А.К. Кобозев, И.И. Швецов**

# **МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**по теме № 2.4:**

**«Гидромеханические трансмиссии с использованием  
объемных гидромашин»**

**Ставрополь 2020**

**Кобозев, А.К.**

Методическая разработка по теме: «Гидромеханические трансмиссии с использованием объемных гидромашин» / А.К. Кобозев, И.И. Швецов. – Ставрополь: ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», 2020- 47 с.

Описаны общие положения о трансмиссиях с использованием объемных гидромашин.

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.

## 2.4 Гидромеханические трансмиссии с использованием объемных гидромашин

### [2.4.1 Общие сведения о трансмиссиях с использованием объемных гидромашин](#)

#### [2.4.2 Гидравлический объемный привод ГСТ-90](#)

#### [2.4.3 Трансмиссия комбайна ДОН-1500](#)

#### [Контрольные вопросы](#)

### **2.4.1 Общие сведения о трансмиссиях с использованием объемных гидромашин**

Гидромеханические трансмиссии этого типа включают в себя гидрообъемную передачу и механическую трансмиссию (рис. 2.27)

Передача может содержать две (рис. 2.27, а; 2.27, б), три (рис. 2.27, в), или четыре (рис. 2.27, г) машины.

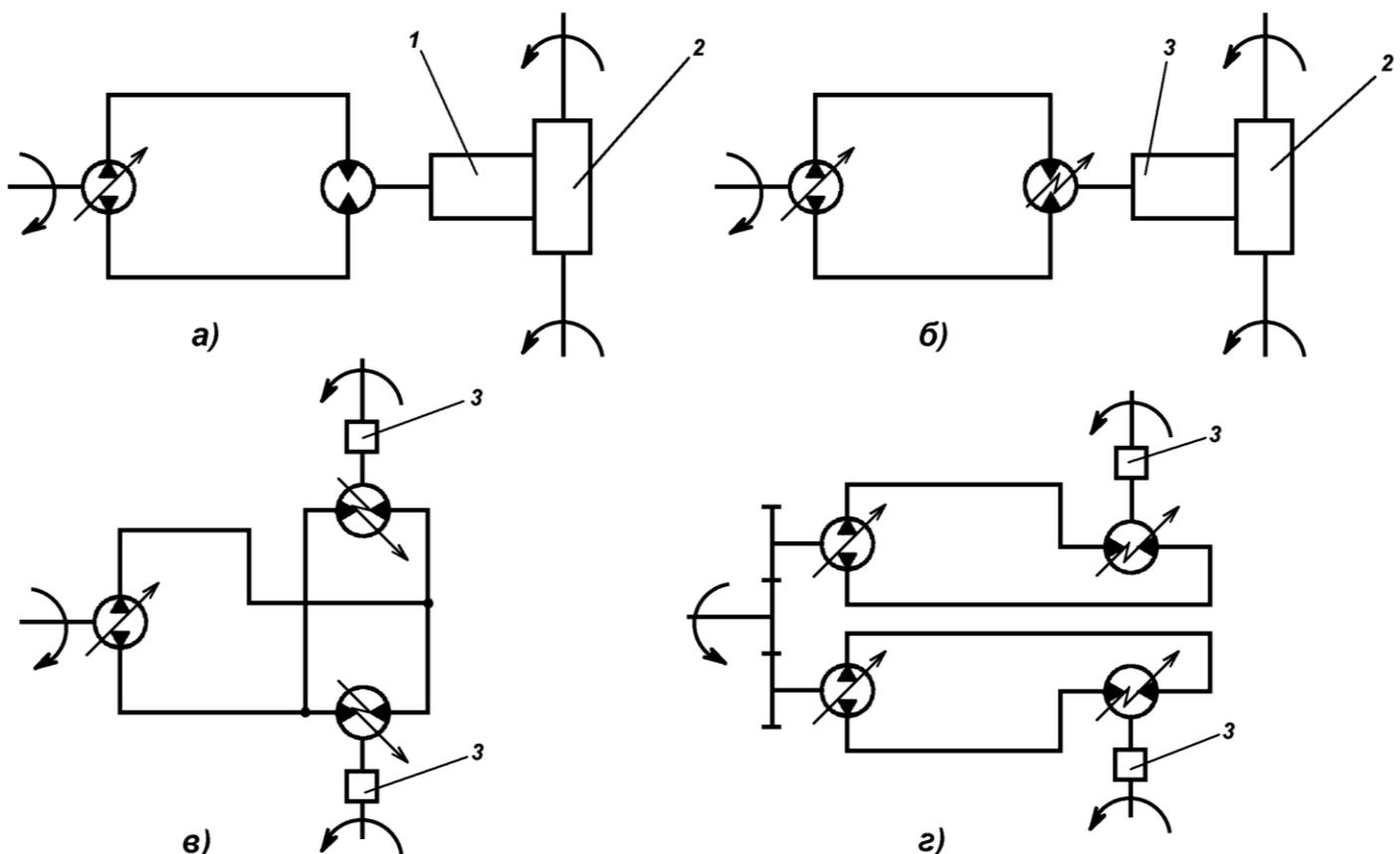


Рисунок 2.27 – Схемы гидромеханических трансмиссий с использованием объемных гидромашин:

1 – ступенчатая механическая коробка передач; 2 – главная передача; 3 – бортовые передачи

Причем регулируемые могут быть не только насосы, но и гидромоторы, что расширяет диапазон изменения скорости. При наличии индивидуального мотора (рис. 2.27, в) и привода (рис. 2.27, г) гидроагрегаты используются в системе управления поворотом машин (как правило, гусеничных). Главные передачи 2 колесных машин обязательно должны содержать дифференциал.

## **2.4.2 Гидравлический объемный привод ГСТ-90**

### 2.4.2.1 Гидравлическая схема привода ГСТ-90

Гидрообъемный регулируемый реверсивный привод ГСТ-90 применяется в гидромеханических трансмиссиях для передачи мощности от двигателя к коробке диапазонов механической части трансмиссии, что обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости движения и силы тяги при ручном управлении.

Основные параметры гидропривода ГСТ-90 приведены в таблице 2.5.

Принципиальная гидравлическая схема привода ГСТ-90 изображена на рисунке 2.28.

Привод содержит три основных системы: главную (гидропередачу), подпитки, регулирования.

Таблица 2.5 – Основные параметры гидропривода ГСТ-90

Параметры	Насос	Мотор
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	89	89
Частота вращения, с <sup>-1</sup> (об/мин):	43,16 (2500)	
– максимальная	43,16 (2500)	
– минимальная	8,34 (500)	0,83 (50)
Номинальная подача, л/мин	119,87	-
Номинальный расход, л/мин	-	119,87
Давление в гидрوليнии, МПа:		
– номинальное	22,05	
– максимальное	34,3	

Параметры	Насос	Мотор
Гидромеханический КПД	-	0,92
Масса без рабочей жидкости, кг	78	48
Номинальная потребляемая мощность, кВт	53,86	-
Номинальная эффективная мощность, кВт	-	42,14
Номинальный крутящий момент, Нм	-	273,8
Температура, °С:		
– минимально допустимая		- 12
– максимальная		+ 80

*Главная система* ГСТ предназначена для передачи мощности от входного вала насоса к выходному валу мотора.

*Система подпитки* обеспечивает компенсацию утечек масла, минимальное давление при нейтральном положении главной системы, непрерывную замену масла в ней из резервуара, а также подачу масла в систему регулирования.

*Система регулирования* (ручная сервосистема) предназначена для изменения подачи масла в мотор.

Рабочая жидкость поступает из масляного бака 10. Температура жидкости контролируется по показаниям датчика 11. Отбираемая из бака 10 жидкость очищается фильтром 14. Жидкость, поступающая в бак, охлаждается в теплообменнике 12. Вакуумметр 16 показывает разрежение на входе вспомогательного насоса (насоса систем управления и подпитки).

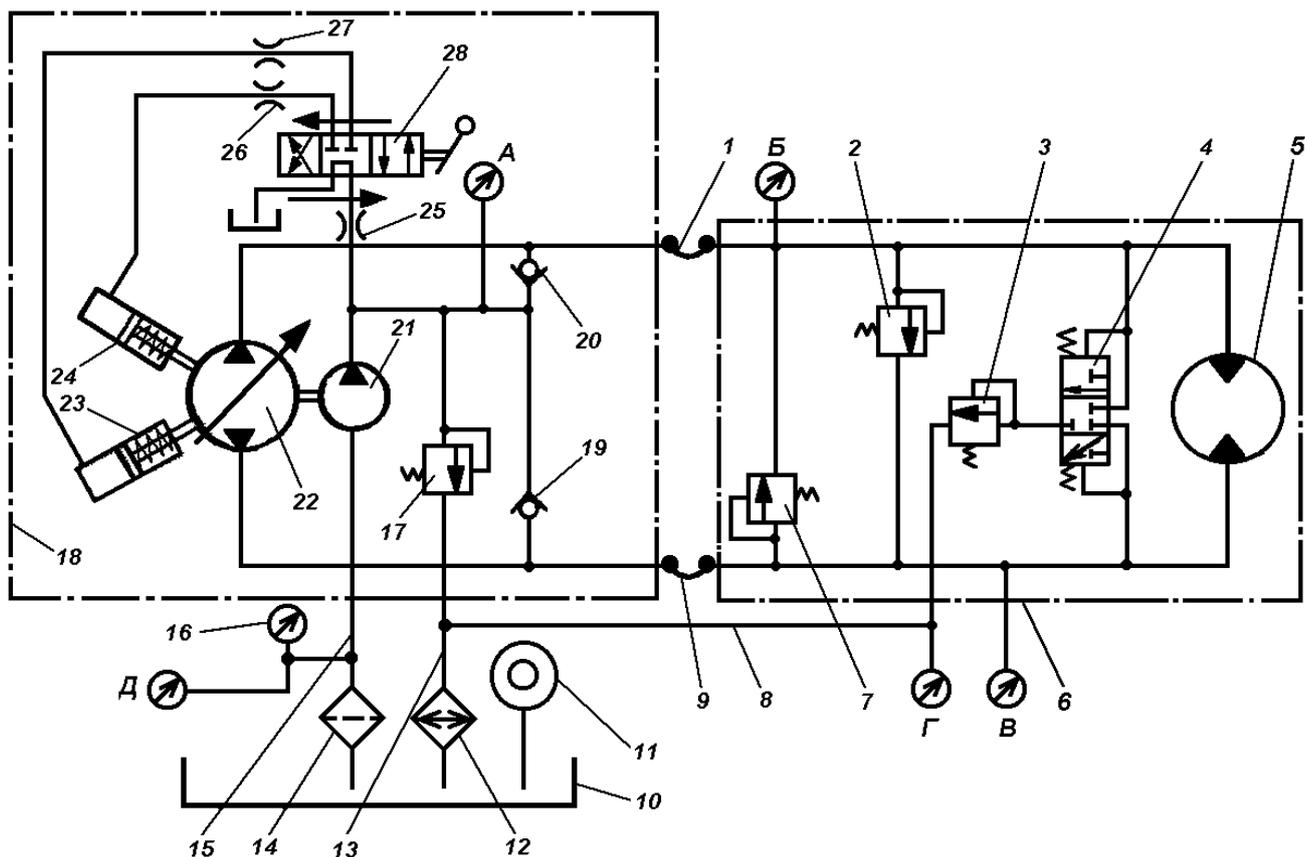


Рисунок 2.28 – Принципиальная гидравлическая схема привода ГСТ-90 с подключенными контрольными манометрами:

1, 9 – основная магистраль; 2, 7 – основной предохранительный клапан; 3 – переливной клапан; 4 – перекидной золотник; 5 – аксиально-плунжерный мотор; 6 – гидромоторный блок МП-90; 8 – дренажная магистраль; 10 – бак; 11- датчик температуры; 12 – теплообменник; 13 – сливная магистраль; 14 – фильтр; 15 – магистраль всасывания; 16 – вакуумметр; 17 – предохранительный клапан вспомогательного насоса; 18 – насосный блок НП-90; 19, 20 – обратный клапан; 21 – вспомогательный насос (систем управления и подпитки) НШ-10; 22 – основной аксиально-плунжерный насос; 23, 24 – сервоцилиндр; 25, 26, 27 – дроссель; 28 – гидрораспределитель системы управления; А – манометр до 4 МПа; Б, В – манометры до 60 МПа; Г – манометр до 0,6 МПа; Д – вакуумметр до 0,06 МПа

Главные элементы гидропередачи – насосный 18 и моторный 6 блоки. Они соединены основными магистралями 1 и 9. Так как привод реверсивный, каждая из основных магистралей в зависимости от направления вращения выходного вала мотора может быть как высоконапорной, так и низконапорной. Дополнительно элементы передачи связаны линиями низкого давления 13, 15 и 8.

Насосный блок 18 состоит из основного регулируемого аксиально-плунжерного насоса 22, с валом которого соединен вал

вспомогательного насоса 21. Гидравлический привод изменения угла наклона люльки основного насоса включает в себя распределитель 28, золотник которого имеет обратную механическую связь по положению люльки, а также силовые цилиндры 23 и 24. Расход жидкости, поступающей в распределитель и сервоцилиндры, определяется проходными сечениями дросселей 25, 26 и 27. Предохранительный клапан 17 ограничивает давление на выходе вспомогательного насоса 21. Обратные клапаны 19 и 20 обеспечивают подачу жидкости (в режиме подпитки при работе основного насоса) вспомогательным насосом 21 в ту основную магистраль, в которой давление ниже, чем определяемое предохранительным клапаном 17. Поскольку передача реверсивная, для функционирования системы подпитки необходимо иметь два обратных клапана.

Моторный блок 6 состоит из нерегулируемого аксиально-плунжерного гидромотора 5 и расположенной на его корпусе клапанной коробки. В клапанной коробке размещен перекидной золотник 4, к торцам которого подводится жидкость из основных магистралей. Золотник соединяет магистраль низкого давления с входом переливного клапана 3, который определяет уровень давления в дренажной магистрали 8. Клапанная коробка содержит два основных предохранительных клапана 2 и 7, каждый из которых обеспечивает защиту одной из основных магистралей (1 или 9) от чрезмерного повышения давления.

#### 2.4.2.2 Конструкция элементов гидропривода

*Конструкция насоса НП-90.* Насос НП-90 называется реверсивным и регулируемым потому, что его конструкция позволяет изменять направление потока рабочей жидкости с целью обеспечения вращения вала мотора в противоположном направлении и регулировать частоту вращения мотора за счет изменения объема подаваемой в него жидкости.

Максимальная подача рабочей жидкости насосом за один оборот вала составляет  $89 \text{ см}^3$ .

Устройство насоса НП-90 показано на рисунке 2.29.

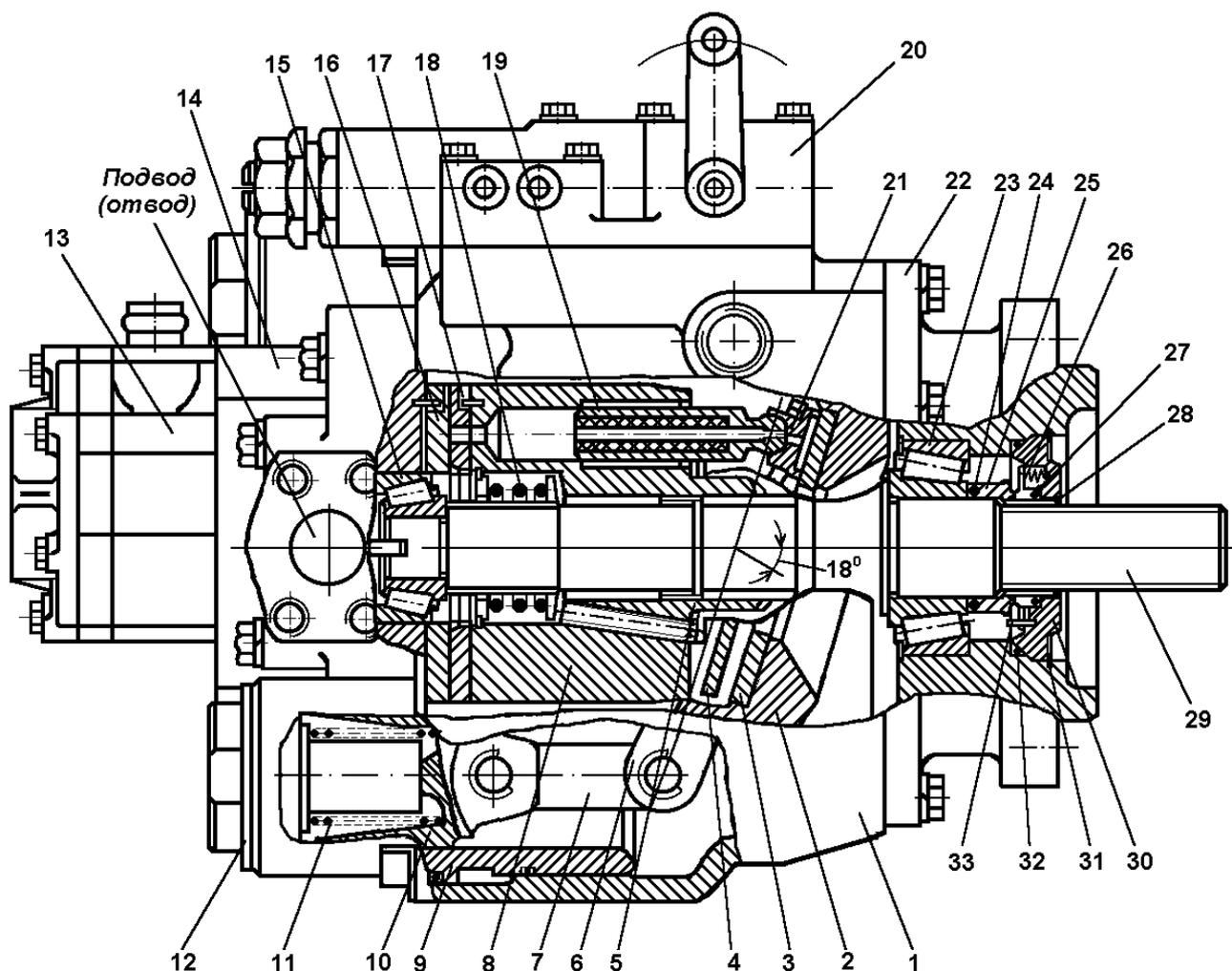


Рисунок 2.29 – Реверсивный регулируемый аксиально-плунжерный насос НП-90:

1 – корпус; 2 – люлька; 3 – наклонный диск; 4 – сепаратор; 5 – сферическая втулка; 6 – рычаг изменения наклона люльки; 7 – серьга; 8 – блок цилиндров; 9 – корпус сервоцилиндра; 10 – поршень сервоцилиндра; 11 – пружина сервоцилиндра; 12 – крышка силового цилиндра; 13 – вспомогательный насос; 14 – задняя крышка; 15, 23 – подшипник; 16 – распределитель; 17 – приставное дно; 18 – пружина; 19 – плунжер; 20 – гидрораспределитель; 21 – подпятник; 22 – передняя крышка; 24, 27, 32 – резиновые кольца; 25 – упорное кольцо; 26 – пружина; 28 – прижим; 29 – вал; 30 – корпус уплотнения; 31 – резиновая шайба; 33 – штифт

Детали насоса смонтированы в чугунном корпусе 1, к которому болтами прикреплены задняя 14 и передняя 22 крышки; для точного соединения крышек с корпусом они устанавливаются на штифтах. С наружной стороны на корпусе закреплен распределитель 20 управления работой силовых цилиндров, на задней крышке – вспомогательный насос (насос подпитки) 13.

Вал насоса 29 опирается на два роликовых подшипника 15 и 23. На заднем торце вала имеется паз, в который вставлен хвостовик вала привода насоса подпитки. Корпус 1 во время работы заполнен маслом. Для предотвращения утечек масла из корпуса по валу 29, его передний шлицевой конец выходит из корпуса через уплотнительное устройство, установленное в расточке передней крышки 22, и состоящее из упорного кольца 25, прижима 28, корпуса 30, пружин 26, штифта 33 и резиновых колец 24, 27 и 32.

В средней части вала на шлицах устанавливается блок цилиндров 8. Блок цилиндров имеет шлицевую ступицу, которой он устанавливается на шлицы вала гидронасоса. В теле блока цилиндров выполнено девять отверстий, равномерно распределенных по окружности. С одной стороны отверстия выполнены цилиндрическими, и в них запрессованы бронзовые втулки, с другой они имеют форму овального паза и совмещаются с овальными пазами приставного дна 17. В отверстия блока цилиндров вставляются плунжеры 19, которые вращаются вместе с блоком цилиндров и совершают возвратно-поступательное движение вдоль своей оси при работе насоса.

Плунжер 19 полый. С одной стороны имеет сферический конец, которым он шарнирно соединен с бронзовым подпятником 21. Центральные отверстия в плунжере и подпятнике служат для подвода масла, обеспечивающего смазку высоконагруженной поверхности подпятника и опорной пластины 3. Для создания эффекта гидростатического подшипника подпятник имеет радиальные и кольцевые канавки, по которым масло распределяется по всей поверхности подпятника и выдавливается из-под него наружу.

Подпятники 21 всех плунжеров вставляются в отверстия сепаратора 4. Во внутреннюю расточку сепаратора входит сферическая втулка 5. Другой стороной сферическая втулка опирается в шесть пружин (на рисунке не показаны), которые свободно проходят через отверстия блока цилиндров 8.

Пружина 18, установленная в центральной расточке блока цилиндров, с правой стороны опирается через шайбу в стопорное кольцо блока цилиндров, с левой стороны – в шайбу. Через упомянутые выше шесть пружин, сферическую втулку 5 и сепаратор

4 пружина 18 прижимает подпятники 21 к наклонному диску 3 люльки 2, а блок цилиндров 8 через приставное дно 17 и распределитель 16 – к задней крышке 14. Приставное дно 17 и распределитель 16 выполняют функцию упорного подшипника и уплотнительного устройства каналов для прохода масла от вращающегося блока цилиндров 8 к неподвижной задней крышке 14. Приставное дно 17 вращается вместе с блоком цилиндров 8. Их взаимное положение, при котором овальные пазы блока цилиндров и приставного дна совпадают, задается посредством штифта.

Распределитель 16 неподвижно установлен на крышке 14 корпуса и фиксируется штифтом. При этом прорези распределителя (равное количество с левой и с правой сторон) совмещаются с дугообразными пазы крышки 14 корпуса. По одному пазу с обеих сторон кольца имеют фигурную форму, чтобы не было гидроударов от резкой отсечки потока масла при перекрытии каналов. Дугообразные пазы через каналы связаны с линиями высокого давления.

При работе насоса вращающиеся блок цилиндров 8 и приставное дно 17 прижимаются к неподвижному распределителю 16. Через овальные пазы и прорези под большим давлением нагнетается рабочая жидкость (масло). Для надежного уплотнения масляных каналов рабочие поверхности приставного дна 17 и распределителя 16 обработаны с высокой точностью. Уплотнение обеспечивается кольцевой проточкой приставного дна 17. Для уменьшения эффекта отжимания соприкасающихся поверхностей друг от друга давлением рабочей жидкости у приставного дна 17 для отвода масла имеются осевые отверстия, кольцевые и радиальные канавки. У распределителя 16 на тыльной (нерабочей) стороне выполнены две кольцевые канавки, которые через пазы крышки корпуса связаны с дренажной системой насоса. Наклонный диск 3 неподвижно закреплен в люльке 2. Вместе с люлькой он может поворачиваться на подшипниках, установленных на цапфах, закрепленных болтами к корпусу насоса.

Рычаги 6 изменения угла наклона люльки серьгами 7 связаны с поршнями 10 двух сервоцилиндров. Пружины 11, установленные между поршнями 10 и крышками 12, служат для возврата поршней в исходное положение. Крышками 12 регулируют положение люльки 2.

При неработающем насосе люлька должна находиться в положении, перпендикулярном оси вала 29 насоса.

Масло в сервоцилиндры нагнетается шестеренным насосом подпитки 13 через распределитель 20, закрепленный болтами над люком в верхней части корпуса насоса.

Масло к распределителю 20 подается по каналам в задней крышке 14 и корпусе 1 через калиброванный дроссель, установленный в плоскости разъема корпуса и распределителя. В гидроцилиндры сервомеханизма масло нагнетается через каналы в корпусе 1 при смещении золотника распределителя вправо или влево через калиброванные дроссели, также установленные в плоскости разъема корпуса и распределителя. В нагнетательной магистрали насоса подпитки 13 в задней крышке 14 установлен предохранительный клапан, через который избыток масла сливается в корпус насоса. Подача масла в плунжерное пространство блока цилиндров осуществляется насосом подпитки по каналам корпуса через обратные клапаны, размещенные в крышке 14.

*Гидрораспределитель системы управления насоса НП-90.*

Конструкция гидрораспределителя показана на рисунке 2.30.

Золотник 6, установленный в расточке корпуса 5, через тягу и дифференцирующий рычаг 7 связан с рычагом 6 (см. рис. 2.29) поворота люльки. В среднем положении золотник удерживается цилиндрической пружиной 3. Воздействие на золотник 6 осуществляется рычагом управления, который установлен снаружи корпуса на валике управления 13. На этот валик внутри корпуса жестко посажена втулка 11 с пальцем 10. На втулку 11 одета спиральная пружина 12; отогнутыми концами она захватывает палец 9 шатуна 8, который соединяет втулку 11 с дифференцирующим рычагом 7. Такая конструкция обеспечивает упругое соединение рычага управления и золотника 6. В крайних положениях золотника рычаг управления может отклоняться, деформируя пружину 12.

Обратная связь золотника 6 распределителя с люлькой осуществляется через дифференцирующий рычаг 7 и тягу. Эта связь необходима для возврата золотника в нейтральное положение после установки люльки на заданный угол.

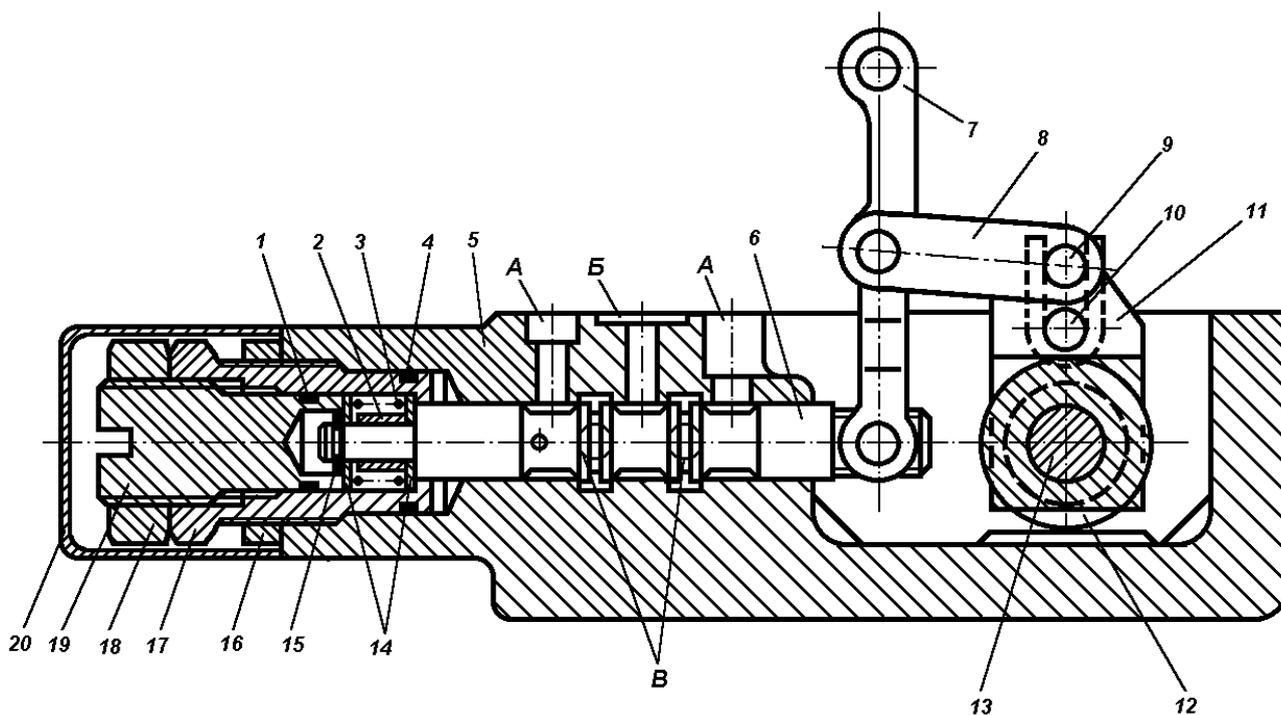


Рисунок 2.30 – Гидрораспределитель системы управления насоса НП-90:

1, 4 – уплотнения; 2 – втулка дистанционная; 3 – цилиндрическая пружина; 5 – корпус; 6 – золотник; 7 – дифференцирующий рычаг; 8 – шатун; 9, 10 – палец; 11 – втулка; 12 – спиральная пружина; 13 – валик управления; 14 – упорная шайба; 15 – разрезная шайба; 16 – стопорная гайка; 17 – регулировочная втулка; 18 – контргайка; 19 – ограничитель хода; 20 – крышка; А – канал соединения со сливной магистралью; Б – канал соединения с подводом давления от насоса подпитки; В – магистраль соединения с сервоцилиндром поворота люльки

Смещение золотника 6 определяется расстоянием между шайбами 14 и длиной втулки 2, а регулируется ограничителем хода 19. Максимальный ход золотника возможен при упоре шайбы 14 в разрезную шайбу 15.

Пружина 3 возвращает золотник в среднее положение при отсутствии поворота валика управления 13. Регулировочной втулкой 17 изменяют среднее положение золотника относительно корпуса 5 при настройке гидрораспределителя.

Уплотняющие бурты золотника имеют кольцевые канавки, служащие для улучшения условий отвода жидкости при ее течении через кромки золотника.

*Работа насоса НП-90 совместно с гидрораспределителем его системы управления.*

Работает насос НП-90 следующим образом. От двигателя комбайна вращение передается на вал 29 (см. рис. 2.29) насоса. Вместе с валом вращается установленный на нем блок цилиндров 8 и связанный с ним насос подпитки 13, который забирает масло из масляного резервуара и нагнетает его через обратный клапан, распределитель 16 и приставное дно 17 в плунжерное пространство блока цилиндров 8. Если люлька 2 установлена перпендикулярно оси вала 29, то плунжеры, вращаясь с блоком цилиндров, не перемещаются в осевом направлении и не перекачивают рабочую жидкость.

Для изменения положения люльки необходимо при помощи соответствующего привода отклонить рычаг управления, установленный на валике 13 (см. рис. 2.30). При повороте валика перемещается шатун 8 и поворачивает дифференцирующий рычаг 7 относительно оси, связывающей его с люлькой, что, в свою очередь, приводит к смещению золотника 6. Масло, нагнетаемое насосом подпитки 13 (см. рис. 2.29), распределителем 20 направляется в один из сервоцилиндров, который поворачивает люльку и устанавливает ее под углом к оси вала 33, поворачивая также связанную с ней ось дифференцирующего рычага 7 (см. рис. 2.30). Другой сервоцилиндр соединяется со сливом. Положение средней оси дифференцирующего рычага 7 определяется углом поворота валика управления 13, поэтому при повороте люльки рычаг 7 поворачивается вокруг средней оси и возвращает золотник 6 в среднее положение. Полости обоих сервоцилиндров герметизируются, что обеспечивает удержание люльки в положении, заданном углом поворота валика управления.

При наклонном положении люльки скользящие по наклонному диску 3 (см. рис. 2.29) подпятники 21 перемещают плунжеры 19 в осевом направлении. При движении плунжера влево происходит всасывание масла через один из обратных клапанов, при движении плунжера вправо масло через другой обратный клапан нагнетается в гидрелинию.

#### *Конструкция гидромотора МП-90.*

Конструкция реверсивного нерегулируемого аксиально-плунжерного гидромотора МП-90 приведена на рис. 2.31.

Аксиально-плунжерный нерегулируемый гидромотор имеет чугунный корпус 19, к которому крепится задняя крышка 12 и клапанная коробка (на рис. 2.31 не показана). Основные узлы

гидромотора имеют аналогичную конструкцию с элементами гидронасоса НП-90.

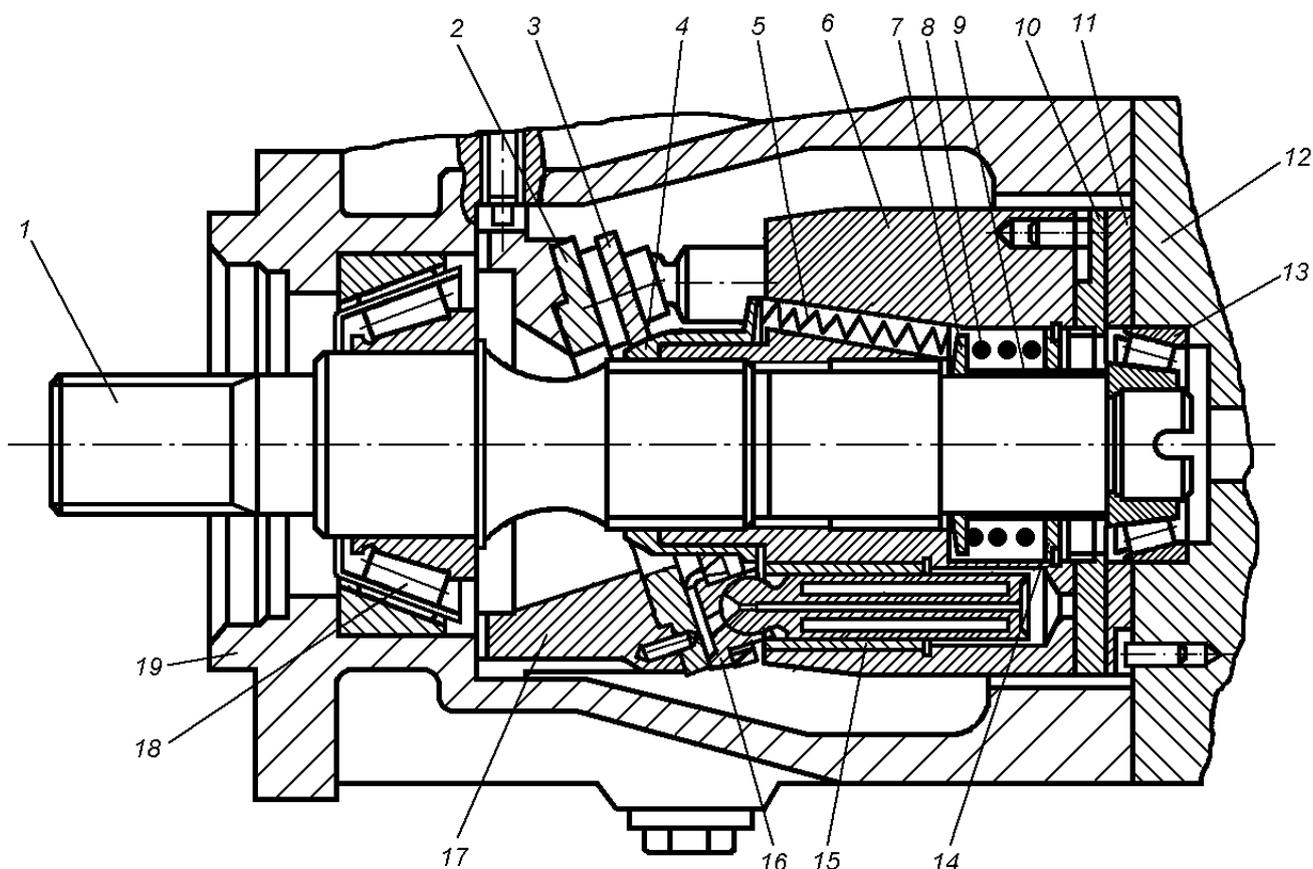


Рисунок 2.31 – Реверсивный нерегулируемый аксиально-поршневой гидромотор МП-90:

1 – вал; 2 – наклонная шайба; 3 – сепаратор; 4 – сферическая втулка; 5 – пружина прижатия подпятников; 6 – блок цилиндров; 7 – шайба; 8 – пружина блока цилиндров; 9 – втулка; 10 – приставное дно; 11 – распределитель; 12 – крышка; 13 – задний подшипник; 14 – упорная шайба; 15 – плунжер; 16 – подпятник; 17 – опора; 18 – передний подшипник; 19 – корпус

Вал 1 гидромотора установлен на двух подшипниках 18 и 13. Через уплотнительное устройство (на рис. 2.31 не показано) вал выходит наружу и шлицевой муфтой соединяется с коробкой диапазонов. В средней части вала на шлицах установлен блок цилиндров 6. К правой стороне блока цилиндров посредством штифта присоединено приставное дно 10, которое, вращаясь вместе с блоком цилиндров, контактирует с распределителем 11, неподвижно закрепленным на крышке 12 гидромотора. Приставное дно 10 и распределитель 11 выполняют три функции: опорного подшипника, распределителя потока рабочей жидкости и уплотнительного устройства. Конструкция этих деталей идентична

деталюм насоса. Бронзовые втулки, запрессованные в девять отверстий блока цилиндров 6, служат направляющими для плунжеров 15. Подпятники 16 плунжеров 15 входят в отверстия сепаратора 3. Пружиной 8 через шайбу 7, пружины 5 и сферическую втулку 4 подпятники прижимаются к наклонной шайбе 2, которая установлена в опоре 17, неподвижно закрепленной в корпусе 19. Пружина 8, кроме того, воздействуя на упорную шайбу 14, прижимает блок цилиндров 6 через приставное дно 10 и распределитель 11 к крышке 12, создавая плотный контакт между блоком цилиндров 6, приставным дном 10 и распределителем 11.

Клапанная коробка (рис. 2.32) крепится болтами к крышке гидромотора. В расточках корпуса клапанной коробки установлены два клапана высокого давления 1, перекидной золотник 10 и переливной клапан 7.

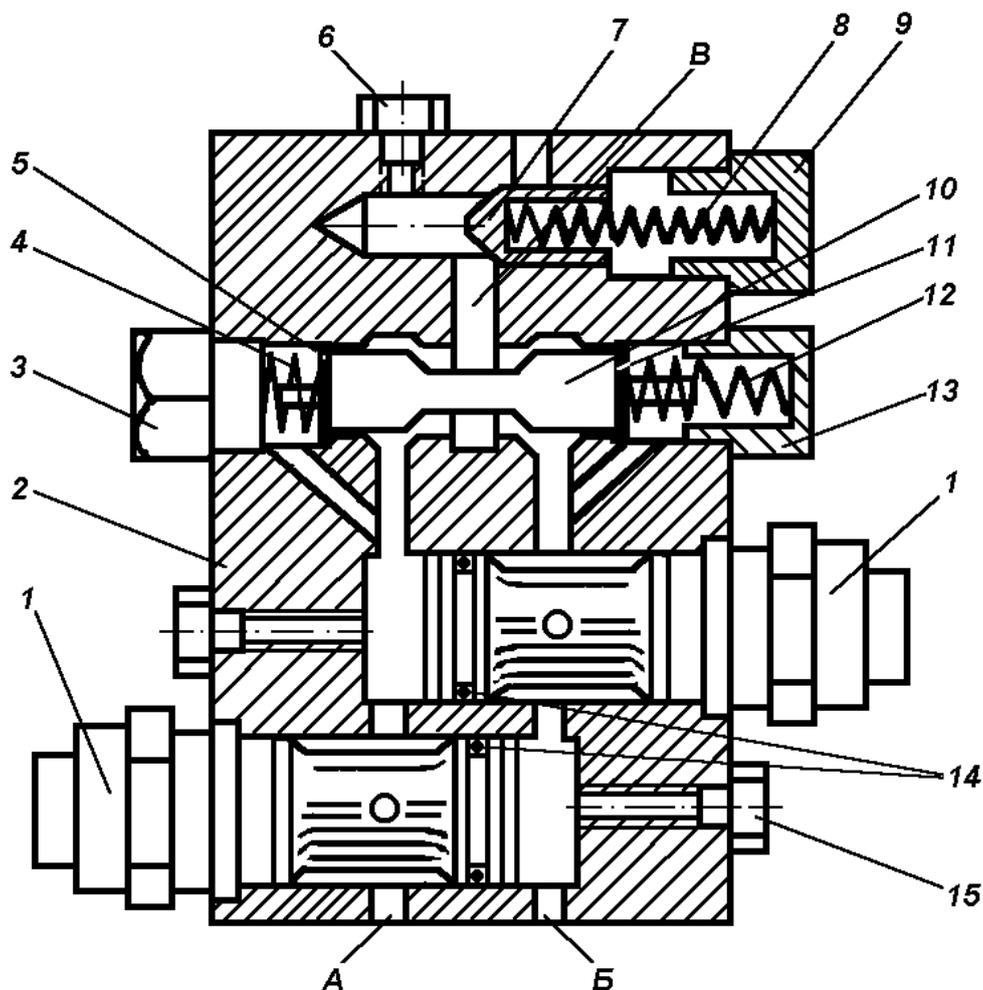


Рисунок 2.32 – Клапанная коробка:

1- клапан высокого давления; 2 – корпус; 3, 13 – крышка перекидного золотника; 4, 8, 12 – пружина; 5, 11 – шайба (уплотнение перекидного золотника); 6 – пробка контроля давления в дренажной магистрали; 7 – переливной клапан; 9 – крышка переливного клапана; 10 – перекидной золотник; 14 – уплотнительное

кольцо; 15 – пробка контроля давления в магистрали высокого давления; А, Б – каналы соединения с основной магистралью; В – канал соединения с магистралью низкого давления

Каналы «А» и «Б» соединяют магистрали высокого давления с двумя клапанами высокого давления 1 и золотником 10. Каналом «В» гидролиния низкого давления через золотник 10 соединяется с переливным клапаном 7.

Клапан высокого давления (рис. 2.33) предохраняет магистраль высокого давления от разрыва при повышении давления сверх допустимого.

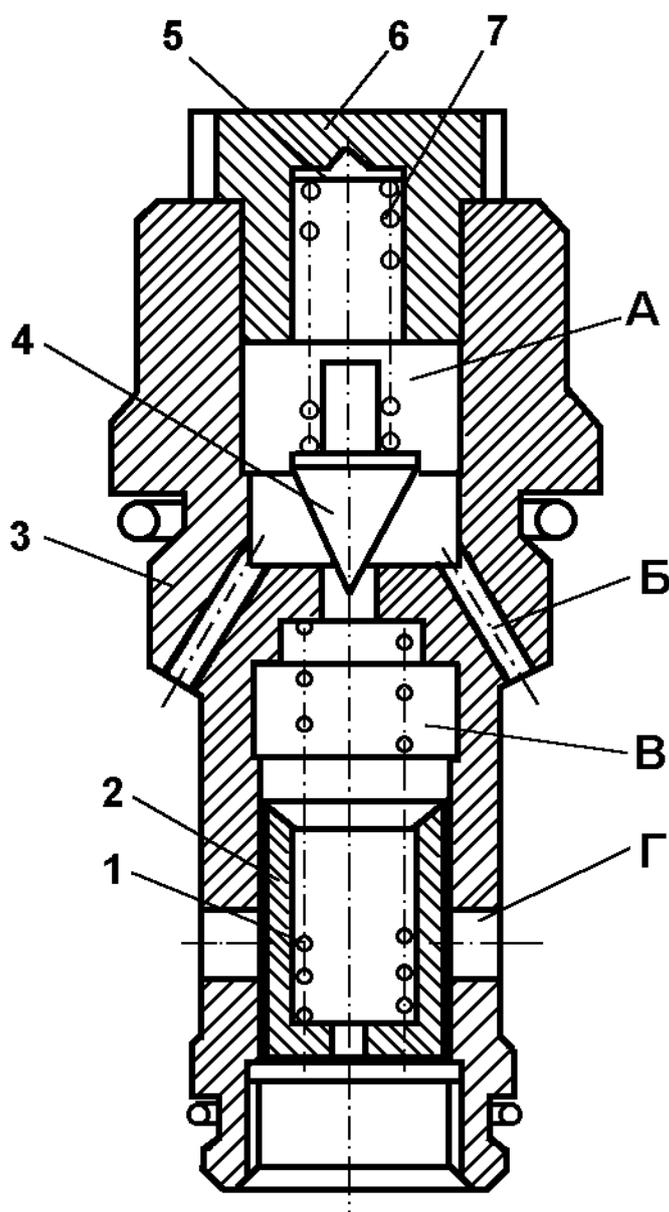


Рисунок 2.33 – Клапан высокого давления:

1, 7 – пружины; 2 – поршень; 3 – корпус; 4 – игла; 5 – регулировочные шайбы; 6 – пробка; А, В – полости; Б, Г – каналы

В расточке корпуса 3 клапана установлен подпружиненный поршень 2 с дроссельным отверстием в центре. Полость «В» и полость «А» клапана соединены отверстием, перекрытым иглой

клапана 4. Предохранительный клапан является клапаном непрямого действия, в котором подъем основного запирающего элемента (поршня 2) обеспечивается предварительным открытием управляющего клапана (игла 4). При повышении давления в магистрали сверх допустимого за счет дроссельного отверстия в поршне повысится давление и в полости «В», что приведет к открытию клапана 4. Масло из полости «В» поступит в полость «А» и через наклонные отверстия «Б» уйдет на слив. Давление в полости «В» снизится. Поршень 2 давлением масла из магистрали сместится вверх, откроет радиальные каналы «Г», через которые масло будет уходить в корпус гидромотора.

Штатная настройка открытия клапана составляет 35 МПа. Давление открытия клапана можно изменять от 10 до 35 МПа введением прокладок (регулирующих шайб 5). Одна прокладка толщиной 0,1 мм изменяет давление на 2 МПа.

Перекидной золотник 10 (см. рис. 2.32) удерживается в нейтральном положении двумя пружинами 4 и 12, которые упираются в шайбы 5 и 11, соприкасающиеся с торцами буртов золотника. Бурты перекрывают отверстия, сообщенные с основными магистралями. К торцам золотника подведены каналы от основных магистралей после клапанов высокого давления. На выходе золотника есть отверстие, подводящее жидкость к переливному клапану 7. Под действием перепада давлений на своих торцах золотник смещается, сжимая одну из пружин (4 или 12) таким образом, что магистраль низкого давления сообщается с входом переливного клапана. При изменении давления в магистралях золотник смещается в другую сторону, обеспечивая сообщение входа переливного клапана с магистралью низкого давления. Если давление в основных магистралях одинаково, то золотник находится в нейтральном положении под воздействием пружин 4 и 12, отсоединяя обе основные магистрали от переливного клапана.

Переливной клапан 7 прямого действия устанавливается на выходе перекидного золотника и прижимается к своему седлу пружиной 8. Выход переливного клапана соединен с полостью

корпуса гидромотора. Открытие клапана происходит при перепаде давлений 1...1,2 МПа.

Клапанная коробка имеет три резьбовых отверстия для подключения манометров при измерении давления в обеих основных магистралях и на выходе переливного клапана. При эксплуатации гидросистемы эти отверстия заглушены пробками 15 и 6 соответственно.

#### 2.4.2.3 Функционирование ГСТ-90 на основных режимах

Функционирование привода на основных режимах (заполнения системы, движения вперед, остановки, движения назад) удобно рассмотреть, используя конструктивную схему передачи ГСТ-90, изображенную на рисунке 2.34. Она соответствует наиболее распространенному режиму: движение вперед. Для рассмотрения других режимов работы (заполнение системы, холостой ход, остановка, движение назад) могут быть также использованы схемы, приведенные на рис. 2.35 и 2.36. Для унификации описаний и упрощения изучения одноименные элементы на указанных схемах имеют одинаковые обозначения, однако количество деталей, участвующих в описании и пронумерованных, отличается. Поэтому расшифровка позиций приводится только к рисунку 2.34.

##### Заполнение системы. Холостой ход

Конструктивная схема привода ГСТ-90 на режимах заполнения системы и холостого хода показана на рис. 2.35.

При включении двигателя комбайна клиноременной передачей приводятся во вращение вал 40 основного насоса 66 с блоком цилиндров 60 и вал вспомогательного насоса 27. Сервоцилиндры 31 и 42 привода изменения положения люльки 38 основного насоса оборудованы пружинами 32, которые при отсутствии управляющего воздействия на гидрораспределитель 52 обеспечивают нейтральное положение люльки.

По каналу 57 масло от насоса 27 поступает в распределитель 52. Поскольку золотник 56 распределителя находится в нейтральном положении, масло не попадает в полости сервоцилиндров 31, 42 и люлька 38 находится в положении, перпендикулярном оси вала 40. При вращении блока цилиндров подпятники 37 плунжеров 36 скользят по опорной пластине люльки 38, не вызывая осевого перемещения



## Обозначения к рис. 2.34:

1 – теплообменник; 2 – манометр (вакуумметр); 3 – магистраль всасывания; 4 – бак; 5 – мерное стекло; 6 – фильтр; 7 – переливной клапан; 8, 21 – основной предохранительный клапан; 9, 10, 20, 22, 24, 26, 41, 55, 57, 61, 65 – каналы подачи масла; 11 – гидромоторный блок МП-90; 12, 29 – запорно-распределительное устройство; 13 – рабочая камера; 14, 60 – блок цилиндров; 15, 36 – плунжер; 16 – наклонная шайба; 17, 40 – валы; 18- датчик температуры; 19 – дренажная магистраль; 23 – перекидной золотник; 25, 64 – основная магистраль; 27 – вспомогательный насос (насос систем управления и подпитки) НШ-10; 28, 63 – обратный клапан; 30 – полость сервоцилиндра; 31, 42 – сервоцилиндр; 32 – пружина сервоцилиндра; 33, 43 – поршень сервоцилиндра; 34 – серьга; 35, 46, 58 – дроссель; 37 – подпятник; 38 – наклонная люлька; 39 – насосный блок НП-90; 44 – рычаг люльки; 45, 53 – тяга; 47 – пружина; 48 – дифференцирующий рычаг; 49 – корпус распределителя; 50 – рычаг; 51 – сливная магистраль; 52 – гидрораспределитель системы управления; 54, 59 – ось; 56 – золотник; 62- предохранительный клапан вспомогательного насоса; 66 – основной аксиально-плунжерный насос.

плунжеров и перекачивания жидкости (ни вытеснения, ни всасывания). При этом подача основного насоса 66 равна нулю. Вал 17 гидромотора вращаться не будет, т. к. по обоим основным гидролиниям 25 и 64 на все плунжеры будет передаваться одинаковое давление.

Поскольку подача насоса 66 отсутствует, и вал 17 гидромотора не вращается, то жидкость, подаваемая вспомогательным насосом 27 заполнит основные магистрали 25 и 64, а также поступит в полости 10 и 20 блока цилиндров 14 гидромотора и каналы 9 и 22 клапанной коробки гидромотора. Так как золотник 23 с обеих сторон испытывает одинаковое давление масла, он не сместится, и каналы 9 и 22 клапанной коробки не соединятся с каналом 24 переливного клапана 7.

После заполнения указанных элементов системы давление на выходе насоса 27 возрастает до давления открытия предохранительного клапана 62. Вспомогательный насос начинает подавать жидкость через указанный клапан в корпус основного насоса, а затем через дренажную магистраль 19 в корпус гидромотора. Избыток жидкости после заполнения корпусов основных гидромашин поступает по сливной магистрали 51 через теплообменник 1 в бак 4. Таким образом вспомогательный насос

обеспечивает циркуляцию рабочей жидкости через предохранительный клапан 62, теплообменник 1 (для охлаждения) и фильтр, заполнение основных 25 и 64, дренажной 19 и сливной 51 магистралей и прокачку корпусов гидромашин.

### Движение вперед

Конструктивная схема привода ГСТ-90 на режиме движения вперед показана на рисунке 2.34.

Для обеспечения движения вперед после включения передачи в коробке диапазонов необходимо плавно перемещать вперед рычаг управления ГСТ на рулевой колонке в кабине комбайна. Через систему рычагов и тяг движение рычага управления ГСТ передается на рычаг 50 управления гидрораспределителем 52. Рычаг 50 через пружину 47 и тягу 54 поворачивает на оси 59 дифференцирующий рычаг 48, который смещает золотник 56 вправо (по схеме).

Переместившись, золотник 56 своей проточкой соединит канал 57 от насоса подпитки с каналом 41 подачи масла в нижний сервоцилиндр 31, одновременно откроет канал 55 верхнего сервоцилиндра 42, соединив его через корпус распределителя с системой дренажа насоса. Масло из системы подпитки по каналу 41 через распределитель 52 поступает в нижний сервоцилиндр 31, перемещает влево его поршень 33, который через серьгу 34 поворачивает люльку 38. Второй серьгой люлька смещает поршень 43 верхнего сервоцилиндра 42 вправо, вытесняя масло по каналу 55 в дренажную систему насоса и сжимая пружину. Каналы 41 и 55 имеют дроссельные отверстия 35 и 46, которые ограничивают скорость движения масла в сервоцилиндры и из них, обеспечивая плавный поворот люльки 38. Канал 57 подачи рабочей жидкости также снабжен дроссельным отверстием 58. Если рычаг 50 будет перемещаться дальше после того, как золотник 56 дойдет до упора, начнет деформироваться пружина 47, давая возможность рычагу 50 поворачиваться, но с большим усилием.

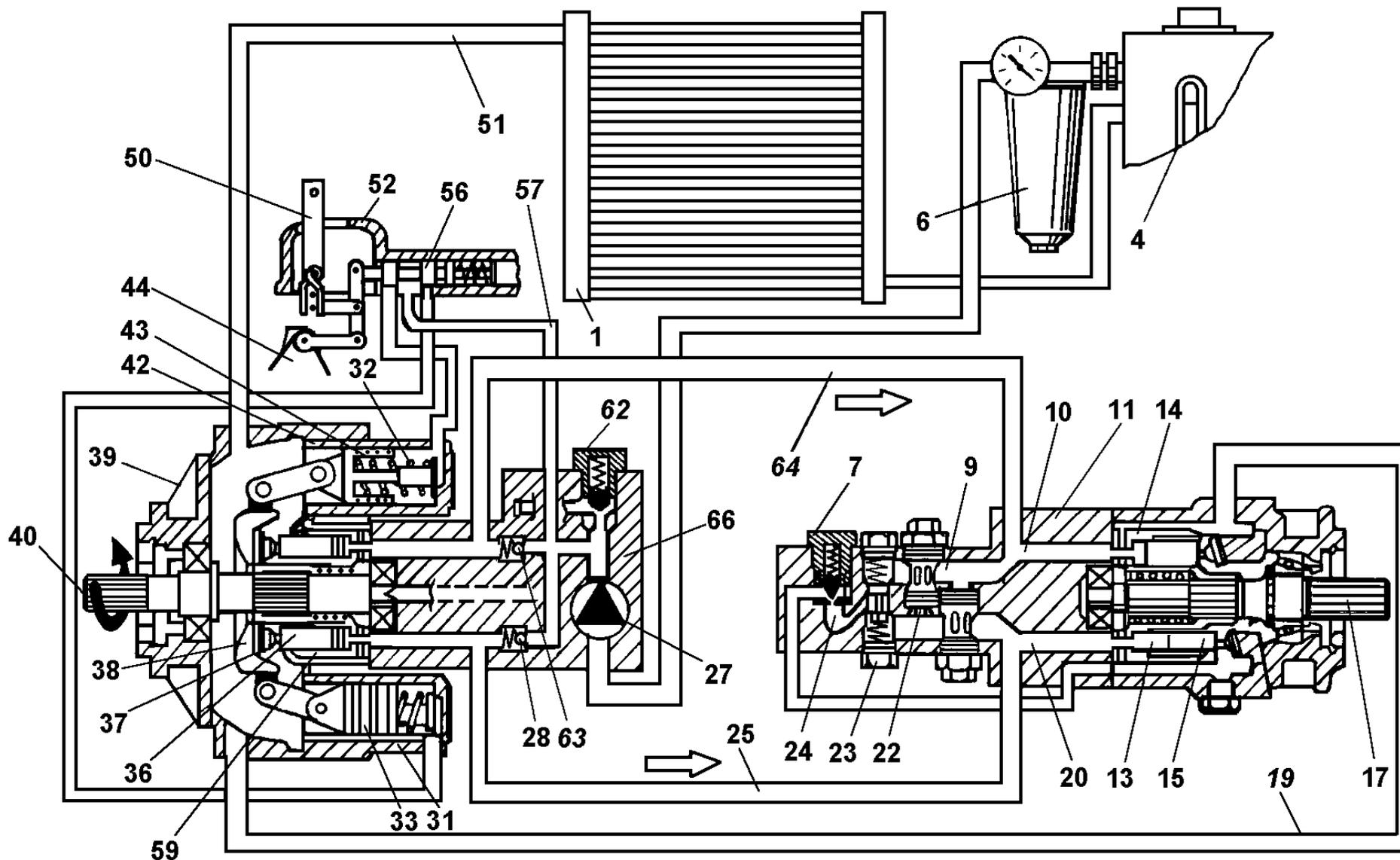


Рисунок 2.35 – Конструктивная схема привода ГСТ-90 на режимах заполнения системы и холостого хода (обозначения см. рис. 2.34)

Для возврата золотника 56 в нейтральное положение после поворота люльки на угол, заданный положением рычага на рулевой колонке, люлька 38 и золотник 57 распределителя имеют механизм обратной связи. Он состоит из рычага 44 люльки, тяги 45 и дифференцирующего рычага 48.

Работает механизм следующим образом. При остановке рычага 50 масло продолжает поступать в рабочую полость 30 сервоцилиндра 31, поворачивая люльку 38, которая, в свою очередь, рычагом 44 смещает вправо тягу 45 и поворачивает рычаг 48 относительно оси 53 против часовой стрелки (по схеме). Верхнее плечо рычага 48 передвинет золотник 56 влево до нейтрального положения, пояски золотника перекроют каналы 55, 57 сервоцилиндров, и люлька будет удерживаться под установленным углом к оси вала 40 насоса.

Вращение вала 40 насоса и блока цилиндров 60 в направлении, показанном стрелкой, заставляет подпятники 37 плунжеров 36 скользить по отклоненной опоре люльки 38, вследствие чего плунжеры перемещаются в отверстиях блока вдоль своих осей. Плунжеры, которые перемещаются (совместно с блоком цилиндров) от нижней точки опоры к верхней, смещаются вправо, уменьшая объем рабочих камер, а плунжеры, перемещающиеся от верхней точки к нижней – влево, увеличивая объем. В камеры увеличивающегося объема через обратный клапан 28 и запорно-распределительное устройство 29 нагнетается масло из системы подпитки и блока цилиндров 14 мотора. При уменьшении объема камер рабочая жидкость из них вытесняется через запорно-распределительное устройство 29 в линию 64 высокого давления. Давление масла, которое создается перемещением плунжеров 36, значительно больше, чем в системе подпитки, поэтому обратный клапан 63 закрывается, разобщая магистрали подпитки и высокого давления.

По линии высокого давления 64 масло нагнетается в мотор, преобразующий гидравлическую энергию жидкости в механическую на своем выходном валу, соединенном с коробкой диапазонов комбайна.

При вращении мотор преодолевает нагрузку на своем выходном валу, поэтому давление жидкости в основной магистрали 64

(высоконапорной на данном режиме движения) на входе в мотор повышается.

По каналу 10 рабочая жидкость под высоким давлением через запорно-распределительное устройство 12 поступает к блоку цилиндров 14, а по каналу 9 – к предохранительному клапану 8 высокого давления и к золотнику 23. На торцах перекидного золотника 23 возникает перепад давления, под действием которого золотник смещается и соединяет магистраль низкого давления (низконапорную) 25 с переливным клапаном 7. Запорно-распределительное устройство 12 соединяет канал 10 с верхней (по схеме) половиной рабочих камер 13 блока цилиндров 14 мотора. Рабочая жидкость, подаваемая под высоким давлением в рабочие полости 13, выталкивает плунжеры 15 из отверстий блока 14 цилиндров. Упираясь подпятниками в неподвижную наклонную шайбу 16, плунжеры скользят по наклонной шайбе, приводя во вращение блок цилиндров 14, установленный на валу 17 мотора.

Нижняя половина плунжеров 15 при вращении блока цилиндров 14 скользит по наклонной шайбе 16 и смещается влево, вытесняя масло из рабочих камер в канал 20, из которого часть масла по линии 25 подается к всасывающим камерам основного насоса, а часть по каналу 22 через смещенный золотник 23 – по каналу 24 к открытому переливному клапану 7 и по каналу 26 сливается в дренажную систему мотора. По линии 19 рабочая жидкость поступает в корпус насоса, а оттуда по линии 51 через теплообменник 1 – в масляный резервуар 4.

Насос 27 подпитки постоянно подает масло через обратный клапан 28 в линию 25 низкого давления для восполнения внутренних утечек и отвода тепла от деталей насоса и мотора. Излишнее масло через золотник 23 и переливной клапан 7 идет на слив, описанным ранее путем. Переливной клапан 7 отрегулирован на давление 1,5 МПа, что на 0,2 МПа меньше, чем рабочее давление предохранительного клапана 62 гидронасоса подпитки. При работе системы «насос-мотор» излишки масла будут сливаться только через переливной клапан 7.

Частота вращения вала 17 мотора зависит от объемной подачи масла насосом, которая определяется положением люльки 38: нулевая подача – при положении люльки перпендикулярно оси вала

насоса; максимальная подача  $89,0 \text{ см}^3$  за один оборот вала насоса – при положении льюльки под углом  $18^\circ$  к вертикали.

Приблизленно подачу насоса и частоту вращения мотора можно считать пропорциональными перемещению рычага управления распределителем. Таким образом гидropередача обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости движения комбайна в пределах каждого из диапазонов коробки.

Давление в низконапорной магистрали будет определяться характеристикой переливного клапана 7, который настроен на открытие при давлении  $1,0...1,2 \text{ МПа}$ . Давление открытия предохранительного клапана 62 вспомогательного насоса составляет  $1,3...1,5 \text{ МПа}$ . Таким образом вспомогательный насос 27 путем подпитки в низконапорную магистраль обеспечивает компенсацию утечек в насосе и моторе.

Крутящий момент на валу мотора зависит от нагрузки на гидропривод и, в свою очередь, определяет величину высокого давления в основной магистрали. Если последнее достигает  $35 \text{ МПа}$ , то открывается предохранительный клапан высокого давления 8. При этом часть масла из канала 9 через клапан 8, каналы 22 и 24, золотник 23 и переливной клапан 7 описанным ранее путем отводится в бак 4.

Жидкость, циркулирующая в основном контуре гидropередачи, отводит тепло от качающих узлов гидромашин и уносит с собой продукты их износа. Кроме того, жидкость подвергается многократному дросселированию, что ведет к выпадению из нее смолистых веществ, нагреву и изменению смазывающих свойств. Для обеспечения работоспособности передачи необходимо непрерывно очищать и охлаждать жидкость, циркулирующую в основном контуре. Эти задачи решает вспомогательный насос 27, непрерывно прокачивая часть своей подачи масла через магистраль низкого давления в основной контур и сбрасывая соответствующее количество отработанной жидкости из основного контура через переливной клапан 7 в корпус насоса 66 и далее через теплообменник 1 в бак 4.

Обратные клапаны 28 и 63 шарикового типа установлены в корпусе основного насоса и настроены на открытие при перепаде давлений  $0,013 \text{ МПа}$ .

Для гидропередатч ГСТ-90 характерна высокая степень унификации узлов и деталей различных типоразмеров и между насосом и мотором.

#### Остановка

Остановка комбайна производится перемещением рычага управления, расположенного на рулевой колонке, в нейтральное положение. При этом поворачивается рычаг 50 (рис. 2.29) и золотник 56 смещается в положение, соединяющее полость верхнего сервоцилиндра 42 с каналом 57 подачи жидкости под давлением от системы подпитки, а полость нижнего сервоцилиндра – с дренажной магистралью. Сервоцилиндры совместно с пружинами 32 поворачивают люльку 38 в положение, перпендикулярное оси вала 40 основного насоса 66. При таком положении люльки плунжеры 36 насоса не будут перемещаться в осевом направлении и подача масла в гидромотор прекратится, а его вал 17 остановится. Привод переходит в режим холостого хода (рис. 4.2). Золотник 55 в распределителе под действием рычага 44 люльки и центрирующей пружины (на схеме не показана) займет нейтральное положение. В линиях 25 и 64 установится давление подпитки, золотник 23 перекроет вход в канал 24, подводящий масло к переливному клапану 7 и масло из системы подпитки через предохранительный клапан 62 будет сливаться во внутреннюю полость насоса.

#### Движение назад

Конструктивная схема передачи ГСТ-90 на режиме движения назад показана на рисунке 2.36.

Перепад давления на перекидном золотнике 23 изменяется, он перемещается в другое крайнее положение и снова соединяет магистраль низкого давления с переливным клапаном 7. Вспомогательный насос 27 осуществляет подпитку через другой обратный клапан.

Для движения комбайна назад нужно рычаг управления ГСТ на рулевой колонке отвести вправо и плавно перемещать на себя. Золотник распределителя при этом смещается влево, и масло

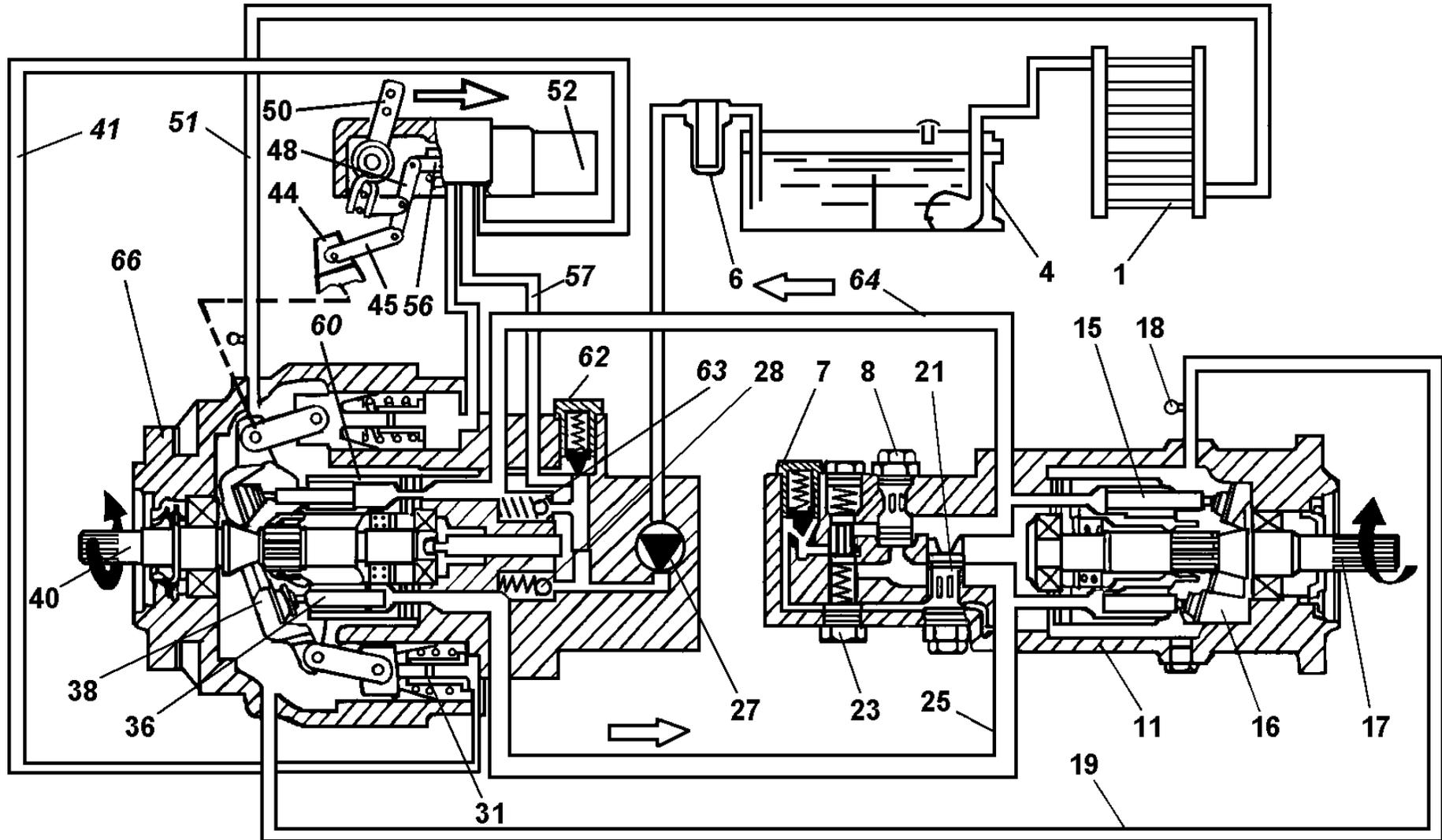


Рисунок 2.36 – Конструктивная схема передачи ГСТ-90 (движение назад) (обозначения см. рис. 2.34)

поступает в верхний сервоцилиндр, смещая его поршень. Люлька 38 поворачивается в противоположную сторону от ее положения при движении вперед (максимальный угол поворота люльки для движения назад 9°).

Вращение блока цилиндров 60 приводит к смещению плунжеров 36 в осевом направлении, но при том же направлении вращения вала 40, как и для движения вперед, плунжеры, которые перемещаются по опоре сверху вниз будут смещаться вправо, вытесняя масло, а плунжеры, перемещающиеся снизу вверх – влево, всасывая масло.

Направление вращения основного насоса неизменно. Реверсирование подачи осуществляется поворотом люльки 38 из нейтрального положения в сторону, противоположную ее положению при движении вперед, что изменяет направление вращения выходного вала 17 мотора. При этом магистраль высокого давления становится магистралью низкого давления и наоборот.

Нагнетаемое плунжерами масло по линии 25 подается в мотор. Обратный клапан 28 насоса закрывается, а золотник 23 мотора 5 смещается вверх (по схеме), соединяя линию 64 с переливным клапаном 7, через который избыток масла, нагнетаемого насосом подпитки 27, сливается в дренажную систему. Масло, нагнетаемое основным насосом 66, вытесняет плунжеры 15, связанные запорно-распределительным устройством с линией высокого давления 25, из блока цилиндров мотора. Скользя по наклонной шайбе 16 своими подпятниками, плунжеры за счет касательной составляющей выталкивающей силы вращают блок, но направление вращения будет обратным по отношению к вращению, соответствующему движению комбайна вперед. Комбайн будет двигаться назад на любой из передач коробки диапазонов (см. рис. 2.37).

#### 2.4.2.4 Эксплуатация и техническое обслуживание ГСТ-90

##### Общие положения

Особенностью конструкции аксиально-поршневых гидромашин является наличие большого количества пар скольжения (приставное дно блока цилиндров и распределитель, подпятник и наклонный диск, поршень и цилиндр и т.д.), имеющих важное значение в их функционировании. Пары скольжения смазываются

рабочей жидкостью, поэтому ее количество и состояние значительно влияет на работоспособность гидросистемы. Рабочей жидкостью могут служить только специальные гидравлические масла, обладающие необходимыми смазывающими свойствами и включающие особые присадки, повышающие срок службы масла в условиях многократного дросселирования высоким давлением, то есть препятствующие старению масла. Последнее связано с выделением из жидкости смолистых веществ, осаждающихся на деталях гидромашин и засоряющих каналы устройств управления.

Присутствие в рабочей жидкости воды резко снижает смазывающие свойства, приводит к коррозии металлических деталей. Наличие в масле воздуха снижает объемный КПД гидромашин, увеличивает шум гидропередачи, ухудшает несущую способность масляной пленки и вызывает кавитационные явления.

Большую опасность для аксиально-поршневых гидромашин представляют механические примеси в рабочей жидкости. Важным является не только показатель относительного массового содержания примесей, но и их состав, определяемый распределением количества частиц различных размеров, содержащихся в определенном объеме рабочей жидкости. Это распределение характеризует класс чистоты масла. Механические примеси состоят из металлических и неметаллических частиц, среди которых встречаются частицы большой твердости. Попадая в зазоры пар скольжения, они внедряются в мягкие стенки латунных деталей, что приводит к абразивному износу пар скольжения.

Опыт эксплуатации гидроприводов показывает, что наибольшее число отказов связано с выходом из строя пар скольжения из-за абразивного износа. Это приводит к росту утечек до значений, превышающих подачу вспомогательного насоса. Механические примеси, попадая в каналы и на рабочие кромки регулирующей, управляющей и предохранительной гидроаппаратуры, могут привести к отказам этих элементов и всего гидропривода.

Следует учитывать, что фильтр тонкой очистки не гарантирует отсутствие в рабочей жидкости частиц, превышающих размером номинальную тонкость фильтрации. Решающую роль играет контроль чистоты рабочей жидкости, выполнение всех требований по ее заправке, эксплуатации и техническому обслуживанию гидроаппаратов. Особенностью гидротрансмиссий является наличие фильтра на входе вспомогательного насоса, что ухудшает

условия всасывания. Засорение фильтроэлемента приводит к увеличению гидравлического сопротивления фильтра и снижению давления на входе вспомогательного насоса, что связано с опасностью возникновения кавитации, снижения и срыва подачи вспомогательного насоса. Поэтому в процессе эксплуатации необходимо следить за вакуумметром, измеряющего разрежение на входе вспомогательного насоса. В случае недопустимо большого его значения необходимо заменить фильтроэлемент.

#### Основные правила эксплуатации

Надежность и безотказность гидропривода в значительной мере зависит от того, как грамотно и четко будут выполняться правила эксплуатации. Главные из них следующие:

- применять в ГСТ масла следующих марок: А (ТУ 38.Ю1.179-71), МГ-3ОУ или МГЕ-46В (ТУ 38.461.285-80), запрещается использовать другие масла или смесь названных масел;

- верхний температурный предел, обеспечивающий работоспособность элементов гидропривода, составляет  $+80^{\circ}\text{C}$ ;

- нижний температурный предел эксплуатации гидротрансмиссии определяется маркой используемого масла: для масла А допускается работа при температуре не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ , а для других – не ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ .

- постоянно следить за чистотой узлов и масла;

- при разборке агрегатов исключить попадание грязи внутрь узлов;

- разбирать узлы гидропривода в условиях хозяйства только для устранения мелких неисправностей: отказов механизма управления, подтекания масла, подтягивания резьбовых соединений, замены фильтра; другие ремонтные операции выполнять в специализированной мастерской;

- при перегрузке ГСТ переключать коробку диапазонов на пониженную передачу (срабатывание предохранительного клапана высокого давления определяется по характерному шуму высокого тона);

- категорически запрещается пуск двигателя комбайна с буксира: это приведет к разрыву рукавов высокого давления, быстрому износу деталей и поломкам ГСТ.

#### Техника безопасности при работе с ГСТ

При эксплуатации, а также ремонтных работах и техническом обслуживании гидрообъемного привода необходимо соблюдать

следующие требования:

- рукава высокого давления и маслопроводы должны быть закрыты экранами, исключающими попадание масла при повреждении трубопроводов на обслуживающий персонал; нельзя прикасаться к трубопроводам, агрегатам и масляному радиатору, т. к. во время работы они имеют температуру 70 ... 80<sup>o</sup>C;

- запрещается подтягивать соединения на маслопроводах при работающем двигателе;

- запрещается эксплуатация гидропривода с самопроизвольным включением золотника распределителя насоса из нейтрального положения в рабочее.

#### Техническое обслуживание ГСТ

Система технического обслуживания ГСТ-90 предусматривает следующее:

- ЕТО – ежедневное техническое обслуживание через 8...10 часов работы;

- ТО-1 – техническое обслуживание № 1 через 60 моточасов;

- ТО-2 – техническое обслуживание № 2 через 240 моточасов.

При ЕТО проводят следующие работы:

- очистку узлов ГСТ от пыли и грязи;

- проверку и устранение подтекания масла (подтяжка соединений разрешается только при неработающей гидротрансмиссии);

- проверку и доливку до уровня масла в бак;

- проверку состояния масляного фильтра по показанию штатного манометра (вакуумметра) – оно не должно превышать 0,025 МПа на прогревом до рабочей температуре 75<sup>o</sup>C масле;

- замену фильтрующего элемента через 10 часов с начала работы комбайна (вторая замена – через 60 ч., третья – 100, четвертая – 200, далее через 500 моточасов.

Фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки также заменяется в зависимости от показаний штатного манометра (вакуумметра). При нормальной работе и температуре жидкости 50<sup>o</sup>C разрежение на входе вспомогательного насоса должно быть 0,0098...0,0147 МПа. В случае запуска гидропривода при низкой температуре разрежение может достичь 0,049 МПа. Фильтрующий элемент необходимо заменять при разрежении 0,025 МПа, если температура рабочей жидкости около 50<sup>o</sup>C.

Сапун масляного бака и поверхность теплообменника надо регулярно очищать от загрязнений.

*При ТО-1* выполняют следующие операции:

- все операции ЕТО;
- промывку сапуна масляного бака;
- проверку и регулировку механизма управления скоростью движения (длина тяги механизма управления скоростью должна быть такой, чтобы при вертикальном положении рычага управления на рулевой колонке рычаг насоса тоже был в вертикальном положении);
- замену фильтрующего элемента.

*При ТО-2* проводят следующие работы:

- операции ЕТО;
- операции ТО-1;
- замену масла в ГСТ при каждом втором ТО-2 (480–500 моточасов).

#### *Замена масла*

При смене масла необходимо:

- слить отработавшее масло из секции бака через сливной штуцер;
- промыть фильтр грубой очистки секции масляного бака;
- промыть секцию масляного бака;
- с помощью заправочной установки залить новое масло в секцию бака до середины маслоуказателя.

*Смешивание разных масел не допускается.*

Для промывки масляного бака необходимо:

- отвернуть пробку крышки заливной горловины;
- залить в бак чистое дизельное топливо до нижнего уровня заливной горловины;
- слить дизельное топливо через сливной штуцер, отвернув его на 3...5 оборотов;
- вывернуть сливной штуцер, очистить магнит от металлических частиц и промыть штуцер в дизельном топливе;
- завернуть сливной штуцер и пробку сливной горловины.

#### *Контроль технического состояния ГСТ*

Давление масла в системах гидрообъемного привода достаточно полно характеризует его техническое состояние.

При диагностировании перед пуском гидропривода необходимо установить манометры для измерения давления на выходе вспомогательного насоса, в основных магистралях и на входе переливного клапана гидромотора. Для подключения манометров необходимо отвернуть пробки, вкрученные в отверстия корпуса

основного гидромотора и клапанной коробки соответственно. Фильтр тонкой очистки оборудован штатным вакуумметром для измерения давления на входе вспомогательного насоса.

Контроль давления масла необходимо проводить в следующих точках ГСТ-90 (см. рис. 2.28):

- давление в системе подпитки и регулирования (манометр «А»);
- давление в магистралях высокого давления «насос-гидромотор» (манометры «Б» и «В»);
- давление в дренажной линии (манометр «Г»);
- разрежение во всасывающем трубопроводе насоса подпитки (штатный вакуумметр или манометр «Д»).

При диагностировании необходимо установить манометры для измерения давления на выходе вспомогательного насоса, в основных магистралях и на входе переливного клапана гидромотора. Для подключения манометров необходимо отвернуть пробки, вкрученные в контрольные отверстия корпуса основного гидромотора и клапанной коробки соответственно. Фильтр тонкой очистки оборудован штатным вакуумметром для измерения давления на входе вспомогательного насоса.

Перед проведением замеров нужно запустить двигатель и прогреть масло в гидрообъемном приводе до температуры 50°C. Надежно затормозив комбайн, установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 1500...2000 об/мин и провести замеры давления при нейтральном положении рычага управления гидрообъемным приводом. Манометр «А» должен показывать давление 1,5...1,8 МПа в системе подпитки и регулирования. Манометр «Г» показывает давление дренажа, оно должно быть 0,25 МПа. Разрежение во всасывающей магистрали системы подпитки измеряемое вакуумметром «Д» или штатным, не должно превышать 0,025 МПа. Давление в обеих основных гидролиниях «насос-гидромотор» (манометры «Б» и «В») должно быть одинаковым и равным давлению подпитки (манометр «А»).

Для проверки работы ГСТ-90 под нагрузкой рычаг управления гидрообъемной передачей перемещаем поочередно в положение «Вперед» и «Назад» до начала трогания комбайна. При этом давление подпитки (манометр «А») должно уменьшиться до 1,4...1,5 МПа, т. к. при рабочем режиме гидропривода масло сливается в дренажную систему через переливной клапан гидромотора, а он отрегулирован на давление 1,4...1,5 МПа. При

значительных отклонениях рычага управления давление в гидрелинии высокого давления «насос-гидромотор» (манометр «Б» или «В») может повыситься до давления срабатывания клапанов. К уменьшению давления ниже номинального значения 22 МПа приводит неплотное закрытие клапана высокого давления. Это приводит к сливу части масла в дренаж минуя гидромотор и снижению тем самым передаваемой приводом мощности.

#### 2.4.2.5 Основные неисправности ГСТ-90, их причины и способы устранения

##### Общие положения

Аксиально-поршневые машины содержат большую группу деталей, изготовленных по высоким классам точности и чистоты. Ремонт таких деталей возможен только высококвалифицированным персоналом в условиях специализированных предприятий.

В мастерских возможен ремонт и ревизия отдельных элементов гидротрансмиссии: вспомогательного насоса, обратных клапанов, клапанной коробки, гидрораспределителя и уплотнений валов гидромашин. В случае неисправности следует заменить всю гидромашину и отправить ее на ремонт в специализированное предприятие.

При выполнении ремонтных работ главным требованием является обеспечение необходимой чистоты рабочего места, инструментов, промывочных жидкостей и т.д. Попадание инородных предметов, пыли и других загрязнений в агрегаты гидротрансмиссии следует исключить. Открытые места трубопроводов и отдельных узлов необходимо закрывать чистыми пластмассовыми пробками или полиэтиленовой пленкой, закрепив ее свободные концы проволокой или жгутом. Применение тряпок для этих целей недопустимо, так как волокна ткани могут попасть внутрь агрегатов.

##### Основные неисправности, их причины и способы устранения

Основные неисправности гидропривода, их причины и способы устранения приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Основные неисправности гидропривода ГСТ-90, их причины и способы устранения

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

Неисправность	Причина	Способ устранения
Гидротрансмиссия не работает ни в одном направлении	Недостаток масла в гидротрансмиссии (давление подпитки низкое или отсутствует)	Обнаружить места утечек и затянуть соединения или стыки. Долить масло в бак до необходимого уровня

Продолжение таблицы 2.6

Неисправность	Причина	Способ устранения
Гидротрансмиссия не работает ни в одном направлении	Поврежден механизм управления поворотным рычагом насоса	Проверить соединения рычагов и тяг от рычага управления на рулевой колонке до поворотного рычага насоса и восстановить поврежденный участок. Не разрешается двигать поворотный рычаг к тяге для их соединения
	Нарушено соединение валов	Проверить муфты, соединяющие вал насоса с двигателем и вал гидромотора с коробкой диапазонов. Устранить неисправность муфт
	Засорился фильтр очистки (большой вакуум за фильтром и низкое давление подпитки)	Заменить фильтроэлемент
	Поломано соединение вала вспомогательного насоса с валом основного насоса или разрушен вал вспомогательного насоса (отсутствует давление подпитки при нейтральном положении люльки основного насоса)	Заменить вспомогательный насос
	Постоянное открытие предохранительного клапана вспомогательного насоса (низкое или нулевое давление подпитки)	Промыть клапан в бензине и установить на место. При повреждении запирающего элемента или седла, клапан заменить

Гидротрансмиссия не работает ни в одном направлении	Повреждены детали качающего узла насоса или гидромотора (низкое или нулевое давление подпитки; давление подпитки может сильно колебаться или падать до нуля при достижении максимального давления в гидротрансмиссии; максимальное давление в гидротрансмиссии невозможно достичь ни в одной из основных гидролиний; наличие частиц латуни в фильтроэлементе; шум насоса или мотора	Замерить отдельно утечки гидромотора и гидронасоса, чтобы определить, какая из машин повреждена. Вначале проверить утечки гидромотора по методике, приведенной далее, и, если они повышены, заменить мотор. Если утечки гидромотора не превышают допустимых значений, то неисправен основной насос и его следует заменить
---	---	---

Продолжение таблицы 2.6

Неисправность	Причина	Способ устранения
Гидротрансмиссия не работает ни в одном направлении	Нарушено соединение рычажной системы гидрораспределителя (давление управления нормальное, но основной насос не регулируется, поворотный рычаг движется свободно)	Отсоединить поворотный рычаг гидрораспределителя от внешней управляющей тяги. Перемещать рукой в оба направления поворотный рычаг. Если перемещение осуществляется свободно, без сопротивления, то гидрораспределитель необходимо снять с насоса и подвергнуть ревизии его детали и соединения
	Засорен дроссель гидрораспределителя (давление управления нормальное, но насос не регулируется)	Вывинтить винты, крепящие корпус гидрораспределителя к насосу, и проверить дроссель
Гидротрансмиссия не работает в одном из направлений	Поврежден механизм управления поворотным рычагом насоса	Проверить и отрегулировать механизм управления поворотным рычагом насоса
	Неисправен предохранительный клапан гидротрансмиссии (давление в одной из основных магистралей не поднимается до максимального или отсутствует)	Поменять местами предохранительные клапаны. Если работоспособность гидротрансмиссии восстановлена в том направлении, в котором до этого она не работала, то один из предохранительных клапанов неисправен и его необходимо заменить. После замены клапана необходимо повторить проверку работоспособности гидротрансмиссии

Неисправен один из обратных клапанов (невозможно поднять давление в одной из магистралей до максимального, давление подпитки может превысить нормальное)	Извлечь из задней крышки насоса обратные клапаны и проверить наличие запирающих элементов и дефектов в седле. Если отсутствует запирающий элемент, то клапан подлежит замене. В случае эрозии или пластической деформации седла заменяют оба обратных клапана
Золотник гидрораспределителя заземлен или нарушена его регулировка (люлька насоса не выводится в нейтральное положение)	Провести регулировку и настройку гидрораспределителя. При отсутствии положительного результата заменить гидрораспределитель
Перекидной золотник заземлен (невозможно поднять давление в одной из магистралей гидротрансмиссии до максимального значения)	Отсоединить и заменить клапанную коробку

Продолжение таблицы 2.6

Неисправность	Причина	Способ устранения
Трудно или невозможно установить люльку насоса в нейтральное положение	Неисправен механизм управления поворотным рычагом	Отсоединить управляющую тягу от поворотного рычага. Если после этого люлька возвращается в нейтральное положение, то следует устранить заедание или другой дефект в механизме управления
	Нарушена регулировка гидрораспределителя	Провести регулировку и настройку гидрораспределителя. При отсутствии положительного результата заменить гидрораспределитель
	Нарушена регулировка сервоцилиндров	Снять насос и вернуть на завод для регулировки сервоцилиндров
	Низкий уровень масла в баке (низкое давление подпитки)	Дозаправить гидропривод маслом
	Загрязнен теплообменник	Очистить охлаждающую поверхность теплообменника
	Утечка жидкости через перепускной клапан теплообменника	Отремонтировать или заменить перепускной клапан

<p>Перегрев гидропривода (температура корпуса гидромотора выше 80° С)</p>	<p>Засорен фильтр или всасывающий трубопровод (большой вакуум после фильтра, низкое давление подпитки)</p>	<p>Заменить фильтроэлемент. Прочистить или заменить всасывающий трубопровод</p>
	<p>Чрезмерные утечки (невозможно достичь максимальное давление в одной или двух магистралях гидротрансмиссии; давление подпитки ниже нормального; могут наблюдаться колебания и падение до нуля давления подпитки при высоком давлении в гидросистеме; падение быстродействия и мощности гидропривода)</p>	<p>Проверить предохранительные клапаны на наличие частичного открытия за счет неправильной сборки или попадания посторонних частиц. Провести проверку согласно пункту «Гидротрансмиссия не работает ни в одном направлении». Заменить насос, гидромотор или обе гидромашины</p>
	<p>Неправильно подключены дренажные трубопроводы гидропривода</p>	<p>Проверить правильность монтажа и устранить ошибки</p>
	<p>Продолжительная работа при давлении перепуска через предохранительные клапаны</p>	<p>Уточнить правильность выбора режимов нагружения</p>

Окончание таблицы 2.6

Неисправность	Причина	Способ устранения
<p>Повышенный шум в агрегатах гидропривода</p>	<p>Наличие воздуха в гидросистеме (большое пенообразование в баке, низкое или колеблющееся давление подпитки, плохая управляемость гидропривода)</p>	<p>Проверить уровень масла в баке. Проверить герметичность соединений на всасывающей линии, через которые может попадать воздух в гидросистему. Проверить уровень жидкости в баке</p>
	<p>Недостаточная изолированность трубопроводов</p>	<p>Обеспечить отсутствие касания трубопроводами металлических поверхностей и возбуждения их колебаний</p>
<p>Пониженная динамичность гидропривода</p>	<p>Наличие воздуха в гидросистеме</p>	<p>Смотри рекомендации пункта «Повышенный шум в агрегатах гидропривода»</p>

Пониженная динамичность гидропривода	Засорен дроссель гидрораспределителя насоса	Отсоединить корпус гидрораспределителя от насоса и проверить отверстие в дроссельной шайбе. Если отверстие в дроссельной шайбе чистое, снять вспомогательный насос, вывернуть пробку замера давления подпитки и продуть сжатым воздухом каналы между вспомогательным насосом и гидрораспределителем
	Чрезмерные утечки (невозможно достичь максимальное давление в одной или двух магистралях гидропривода; давление подпитки ниже нормального; могут наблюдаться колебания и падение до нуля давления подпитки при высоком давлении в гидросистеме; падение быстродействия и мощности гидропривода)	Проверить предохранительные клапаны на наличие частичного открытия за счет неправильной сборки или попадания посторонних частиц. Провести проверку согласно пункту «Гидропривод не работает ни в одном направлении». Заменить насос, гидромотор или обе гидромашины

### Замер утечек гидромотора

Замер утечек гидромотора определяется в следующей последовательности:

- снять крышку переливного клапана в клапанной коробке гидромотора, вынуть пружину клапана и прижать запирающий элемент к седлу с помощью упора, помещаемого на место пружины;

- отсоединить дренажный шланг гидромотора от корпуса насоса и заглушить пробкой;

- подключить к дренажному шлангу гидромотора расходомер с пределом измерения, превышающим подачу вспомогательного насоса; сливную линию расходомера подсоединить к баку;

- включить двигатель и сообщить насосу максимальную частоту вращения при нейтральном положении люльки;

- медленно отклонить поворотный рычаг насоса и установить максимальное давление в гидросистеме;
- замерить расход в дренажной линии гидромотора;
- если расход превышает половину подачи вспомогательного насоса, то гидромотор неисправен и его необходимо заменить (при расчете подачи вспомогательного насоса рекомендуется принять его объемный КПД равным 0,92);
- если гидромотор исправен, то неисправен основной гидронасос и его следует заменить.

#### Снятие агрегатов с комбайна

Перед снятием насоса или гидромотора с комбайна необходимо:

- выключить гидропривод;
- отсоединить управляющую тягу от поворотного рычага насоса;
- отвернуть сапун или ослабить крепление крышки бака;
- под гидромашину установить сосуд для сбора вытекающего масла;
- отсоединить трубопроводы;
- вывесить гидромашину за петли или корпус;
- отвернуть винты, крепящие передние крышки к фланцам;
- вывести гидромашину из фланцев;
- погрузить снятую гидромашину на транспортировочное средство.

#### Ремонт агрегатов гидропривода

Уплотнения валов насоса и гидромотора унифицированы. Рекомендуется комплектно заменять все детали торцового уплотнения. При повторном использовании уплотнений вала его разборку следует производить с особой осторожностью. Плоскогубцами с острыми губками сжимают и вынимают стопорное кольцо. Затем извлекают алюминиевый корпус уплотнения. Он удерживается резиновым кольцом, расположенным с внешней стороны. Корпус уплотнения вынимают вместе с прижимом, который удерживается внутренним резиновым кольцом. Упорное латунное кольцо удерживается на валу резиновым кольцом. Его осторожно вынимают вдоль вала. Сборку проводят в обратной

последовательности. Резиновые кольца заменяют. После сборки надо убедиться в правильном расположении стопорного кольца в канавке корпуса. При замене уплотнения следует проявлять особую осторожность, чтобы не повредить уплотняющие поверхности прижима и упорного кольца. Допустимое отклонение плоскостности этих поверхностей не должно превышать 1...2 мкм.

Чтобы отсоединить вспомогательный насос от основного, необходимо вывернуть четыре винта, расположенные вдоль длинных сторон крышки вспомогательного насоса. Прокладки вспомогательного насоса подлежат обязательной замене. Вывернув из корпуса насоса пробку, можно подвергнуть ревизии пружину, запирающий элемент и шайбы предохранительного клапана. Не следует менять набор шайб, так как это ведет к нарушению регулировки клапана.

При демонтаже обратных клапанов следует применять специальную угловую отвертку. Клапаны в сборе взаимозаменяемы. Рекомендуется заменять пару клапанов. Устанавливать их следует осторожно, чтобы не повредить резьбой уплотняющее кольцо. Обратные клапаны не должны выступать над поверхностью задней крышки.

При монтаже вспомогательного насоса необходимо правильно установить прокладки, чтобы избежать перекрытия сливного отверстия предохранительного клапана. Поворотом вала вспомогательного насоса необходимо добиться совпадения шипа с пазом вала основного насоса. Затем следует установить насос на заднюю крышку и закрепить его винтами.

При монтаже гидрораспределителя необходимо вывернуть девять крепежных винтов и отвести гидрораспределитель от корпуса основного насоса. Стык уплотнен резиновыми кольцами круглого сечения и прокладкой.

Следует учесть, что отсоединение гидрораспределителя приводит к открытию большой полости в корпусе основного насоса. При разборке и сборке рычажной системы гидрораспределителя существует опасность попадания деталей в корпус насоса. Удаление их может потребовать полной разборки насоса.

Затем следует отклонить гидрораспределитель до положения, при котором открывается доступ к зашплинтованному пальцу. Отсоединив этот палец, снимают шайбу и соединительный палец.

Рекомендуется вставить проволоку в отверстие пальца под шплинт, чтобы обеспечить извлечение пальца при случайном падении его в корпус насоса.

Перед установкой гидрораспределителя необходимо поставить новую прокладку, дроссельную шайбу и резиновые кольца в корпус. Соединительный палец вставляют в управляющие рычаги и суммирующий рычаг обратной связи таким образом, чтобы его головка располагалась со стороны центра насоса.

Повернув гидрораспределитель к корпусу насоса, следует убедиться, что дроссельная шайба и резиновые кольца находятся на месте, а затем присоединить гидрораспределитель крепежными винтами к корпусу насоса.

Предохранительные клапаны гидросистемы имеют патронную конструкцию и взаимозаменяемы. Их можно в сборе вывернуть из клапанной коробки. Клапаны настроены при изготовлении. Давление открытия соответствует маркировке на торце клапана.

Чтобы отремонтировать перекидной золотник, необходимо вывернуть шестигранные пробки, извлечь пружины и шайбы из клапанной коробки. Эти детали взаимозаменяемы и могут использоваться с обеих сторон клапанной коробки. Золотник точно пригнан к отверстию в клапанной коробке и может быть заменен только вместе с ней. При сборке золотник вставляют в отверстие, затем устанавливают с двух сторон шайбы и пружины, а затем заворачивают пробки.

При ремонте переливного клапана вывинчивают шестигранную пробку, извлекают пружину и запирающий элемент, а также шайбы, расположенные с внутренней стороны пробки. Эти шайбы заменяют только в том случае, когда устанавливают новые детали клапана и производят его перенастройку.

Клапанную коробку можно заменить в сборе. Для этого необходимо вывернуть шесть крепежных винтов и снять коробку с задней крышки гидромотора. Три отверстия на рабочей поверхности клапанной коробки уплотнены круглыми резиновыми кольцами, а два отверстия – дополнительно прямоугольными в сечении фиксирующими прокладками.

*Запуск гидропривода в эксплуатацию*

При запуске новой или отремонтированной гидротрансмиссии рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Проверить правильность затяжки резьбовых соединений.

2. Используя заправочную станцию с фильтром тонкостью фильтрации 10 мкм, залить рабочую жидкость через верхние отверстия в корпусах основного насоса и гидромотора. Подсоединить дренажные трубопроводы.

3. Ослабить резьбовое соединение всасывающего трубопровода у входа вспомогательного насоса.

4. Заполнить бак маслом. При появлении масла из ослабленного соединения всасывающего трубопровода, соединение надо затянуть и продолжить заполнение бака.

5. Отсоединить поворотный рычаг гидрораспределителя насоса от тяги механизма управления. Люлька насоса должна находиться в нейтральном положении.

6. Несколько раз прокрутить двигатель стартером (примерно по 15 с.) до достижения давления на выходе насоса подпитки 0,2 МПа.

7. Запустить двигатель и в течение 5 минут оставить работать на холостом ходу. При запуске манометр на выходе насоса подпитки может фиксировать колебания давления. Во время работы двигателя на холостом ходу давление на выходе насоса подпитки должно составлять 1,17...1,47 МПа.

8. Увеличить частоту вращения двигателя до 1000 об/мин (контролируя ее по штатному тахометру). При этом давление на входе в основной насос должно находиться в пределах 1,17...1,47 МПа. В случае уменьшения давления ниже 0,69 МПа необходимо выключить двигатель и устранить неисправность.

9. Выключить двигатель и присоединить к поворотному рычагу гидрораспределителя механизм его привода.

10. Проверить уровень масла в баке и при необходимости долить масло.

11. Запустить двигатель и установить частоту вращения в пределах 1500...2000 об/мин. При этом давление подпитки должно составлять 1,47...1,63 МПа.

12. Медленно переместить рычаг управления ГСТ в обе стороны от нейтрального положения. При этом давление в системе подпитки должно понизиться до 0,98...1,27 МПа. Продолжительность операции около 5 мин.

13. Создать максимальную нагрузку на гидромоторе при минимально допустимой частоте вращения насоса. Если давление в системе подпитки составит 0,98...1,27 МПа, то вспомогательный насос обеспечит компенсацию утечек на всех режимах работы.

14. Установить максимальную частоту вращения насоса при нейтральном положении люльки. Разрежение на входе вспомогательного насоса не должно превышать 0,035 МПа.

15. Выключить двигатель, отсоединить манометры и заглушить отверстия пробками. Проверить уровень масла в баке и закрыть заливную горловину. Гидропривод готов к работе.

### ***2.4.3 Трансмиссия комбайна ДОН-1500***

Кинематическая схема трансмиссии комбайнов «Дон-1200», «Дон-1500» и «Дон-680» представлена на рисунке 2.37.

Мост ведущих колес включает в себя балку 12, бортовые редукторы 13 и коробку диапазонов 2 с дифференциалом 11. Вращение от последнего передается на бортовые редукторы с помощью валов 14, соединенных с выходными валами дифференциала и входными валами редукторов посредством втулок 15. Каждый вал состоит из двух половин, связанных между собой соединительными муфтами. Такая конструкция упрощает демонтаж коробки диапазонов и бортовых редукторов.

На балке 12 предусмотрены кронштейны для крепления, буксирные кронштейны и опорные площадки для домкратов.

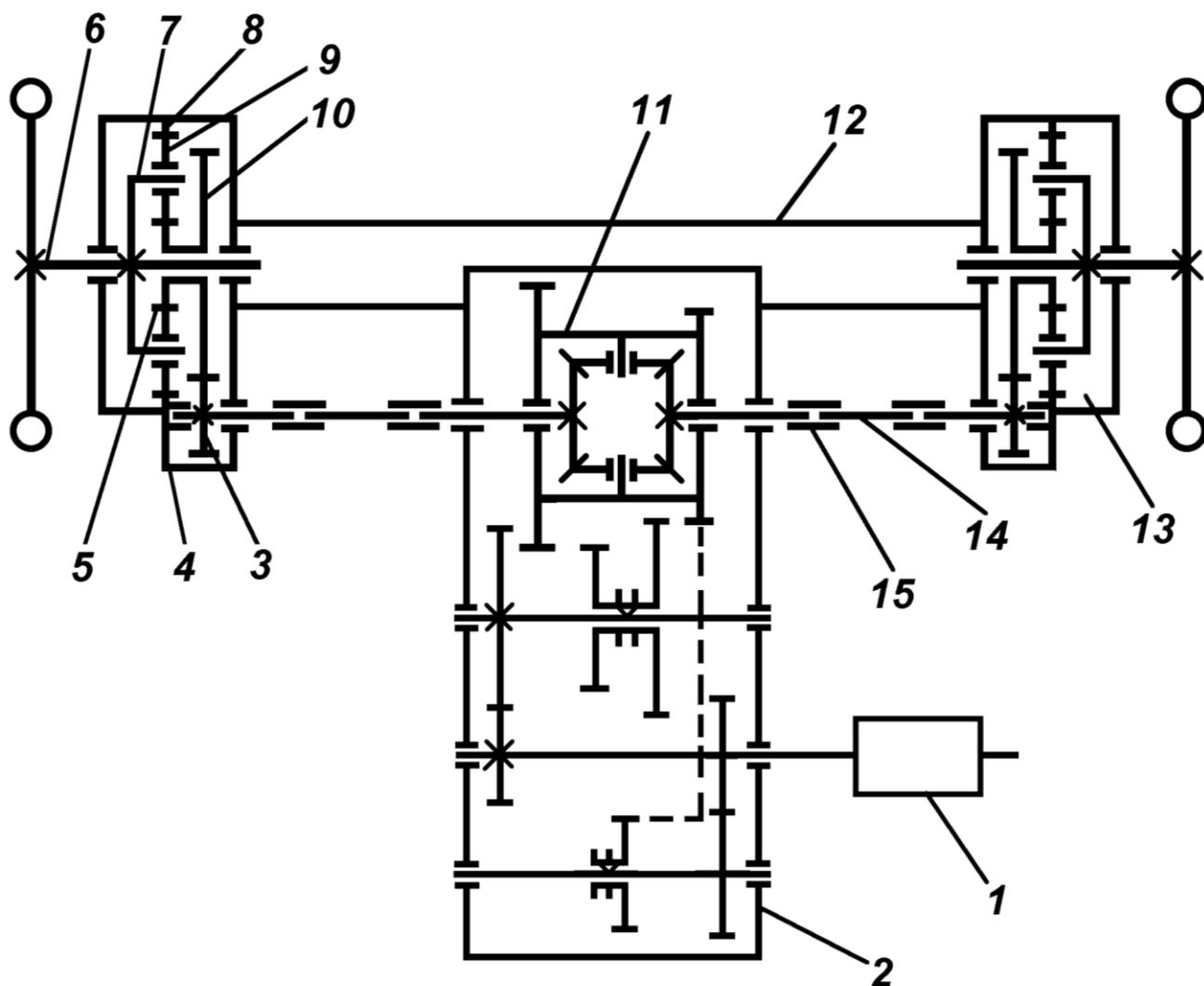


Рисунок 2.37 – Кинематическая схема трансмиссии комбайнов «Дон-1200», «Дон-1500» и «Дон-680»:

1 – гидравлический привод ГСТ-90; 2 – коробка диапазонов; 3 – ведущая шестерня цилиндрической передачи; 4 – корпус бортового редуктора; 5 – солнечное зубчатое колесо; 6 – ось ведущего колеса; 7 – водило; 8 – коронно-зубчатое колесо; 9 – сателлит; 10 – ведомая шестерня цилиндрической передачи; 11 – дифференциал; 12 – поперечная балка моста; 13 – конечная передача (бортовой редуктор); 14 – вал; 15 – втулка

На входных валах бортовых редукторов установлены дисковые тормоза (на схеме не показаны), используемые как при работе комбайна, так и на стоянке.

Вращение на коробку диапазонов 2 передается при помощи гидрообъемного привода ГСТ-90 поз. 1.

Бортовые редукторы закреплены на фланцах балки и предназначены для увеличения крутящего момента, передаваемого на ведущие колеса комбайна, и содержат две ступени:

цилиндрическую первую и планетарную вторую. Каждый из редукторов 13 включает корпус 4, входной вал с ведущей шестерней 3 цилиндрической передачи, ведомую шестерню 10 цилиндрической передачи; водило 7 с сателлитами 8; коронно-зубчатое колесо 8 и ось 6 ведущего колеса, вращающуюся в двух конических подшипниках.

При вращении входного вала редуктора ведущая шестерня 3 через ведомую шестерню 10 приводит в движение солнечное зубчатое колесо 5, находящееся на оси 6 и входящее в зацепление с тремя сателлитами 9. Последние обкатываются по коронно-зубчатому колесу 8, увлекая за собой водило 7 и соединенную с ним шлицами ось 6.

Бортовые редукторы могут устанавливаться в двух положениях, что позволяет изменять высоту расположения оси ведущего колеса относительно балки 12. Это дает возможность сохранить высоту комбайна при монтаже различных по диаметру колес. Для перестановки редукторов на их корпусах предусмотрены две группы отверстий, а также два резьбовых отверстия, закрытых пробками.

### **Контрольные вопросы**

*1. Каковы основные требования к гидравлическим приводам сцеплений грузовых автомобилей?*

*2. Как устроен и работает гидравлический привод сцепления с пневматическим усилителем автомобилей семейства КамАЗ?*

*3. Как устроен и работает механический привод сцепления с гидравлическим усилителем тракторов ДТ-75МВ, ДТ-175С, Т-4А и Т-70С?*

*4. В чем состоит принцип переключения передач без разрыва потока мощности, достоинства и недостатки коробок передач, реализующих этот принцип?*

*5. Каковы конструктивные особенности коробок передач тракторов МТЗ-80А/82А, МТЗ-100/102, ЛТЗ-155, Т-150, Т-150К, К-701?*

*6. Какие операции и с какой периодичностью выполняются при техническом обслуживании коробок передач с переключением без разрыва потока мощности?*

*7. Как диагностируется техническое состояние коробки передач трактора Т-150К?*

8. Каковы особенности диагностирования технического состояния коробки передач трактора Т-150?

9. Как диагностируется техническое состояние коробки передач трактора К-701?

10. Каковы особенности конструкции трансмиссии трактора ДТ-175С?

11. Какие основные системы и агрегаты содержит гидрообъемный привод ГСТ-90?

12. Как работает ГСТ-90 на основных режимах: заполнение системы(холостой ход), движение вперед, движение назад, остановка?

13. Каковы основные правила эксплуатации, виды, периодичность и операции технического обслуживания ГСТ-90?

14. Как выполняется контроль технического состояния ГСТ-90?

15. Как осуществляется запуск ГСТ в эксплуатацию?