

## 2.4 Гидромеханические трансмиссии с использованием объемных гидромашин

### 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. 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.

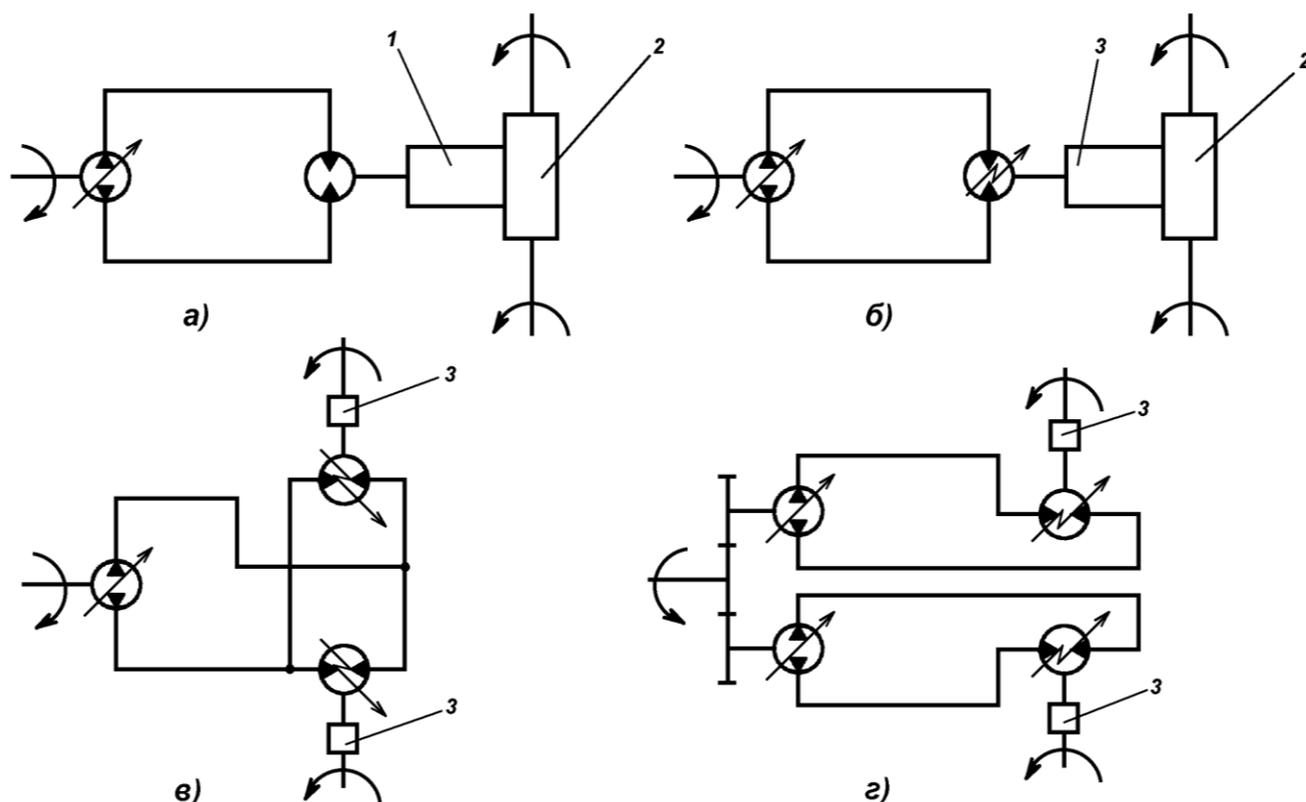


Рисунок 2.27 – Схемы гидромеханических трансмиссий с использованием объемных гидромашин: 1 – ступенчатая механическая коробка передач; 2 – главная передача; 3 – бортовые передачи

### 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.

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).

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		
– минимальная	8,34 (500)	0,83 (50)
Номинальная подача, л/мин	119,87	-
Номинальный расход, л/мин	-	119,87
Давление в гидрوليнии, МПа:	22,05	
– номинальное		
– максимальное	34,3	
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:	- 12	
– минимально допустимая		
– максимальная	+ 80	

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.

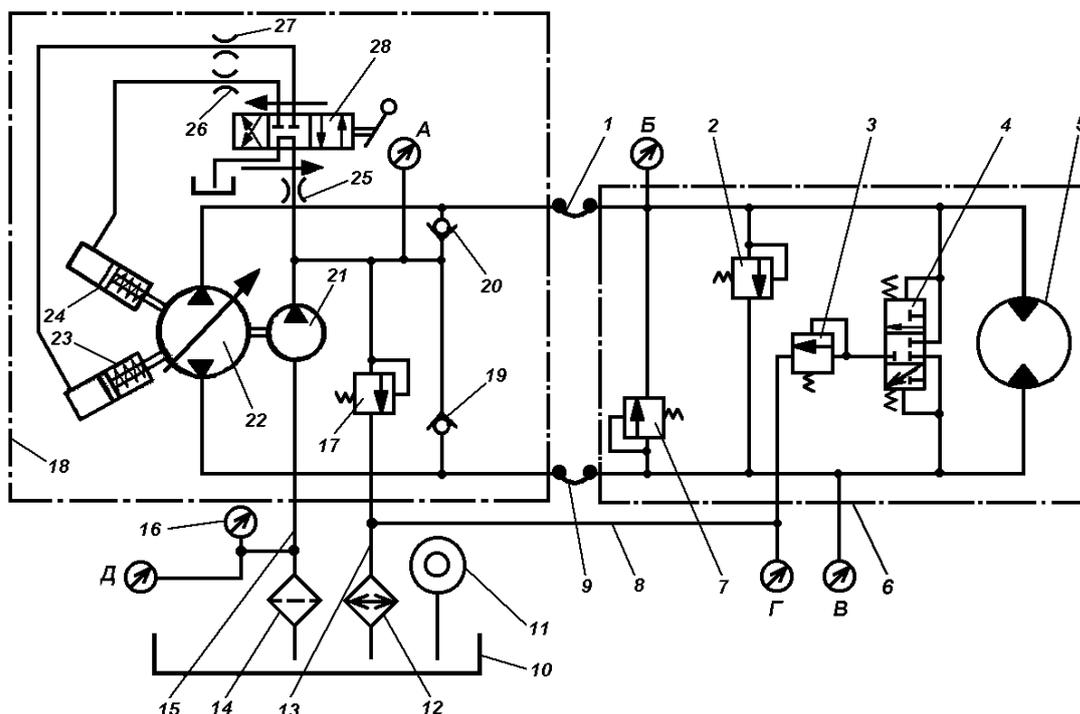


Рисунок 2.28 – Принципиальная гидравлическая схема привода ГСТ-90 с подключенными контрольными манометрами:

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

#### 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.

#### 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 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 обеим 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.

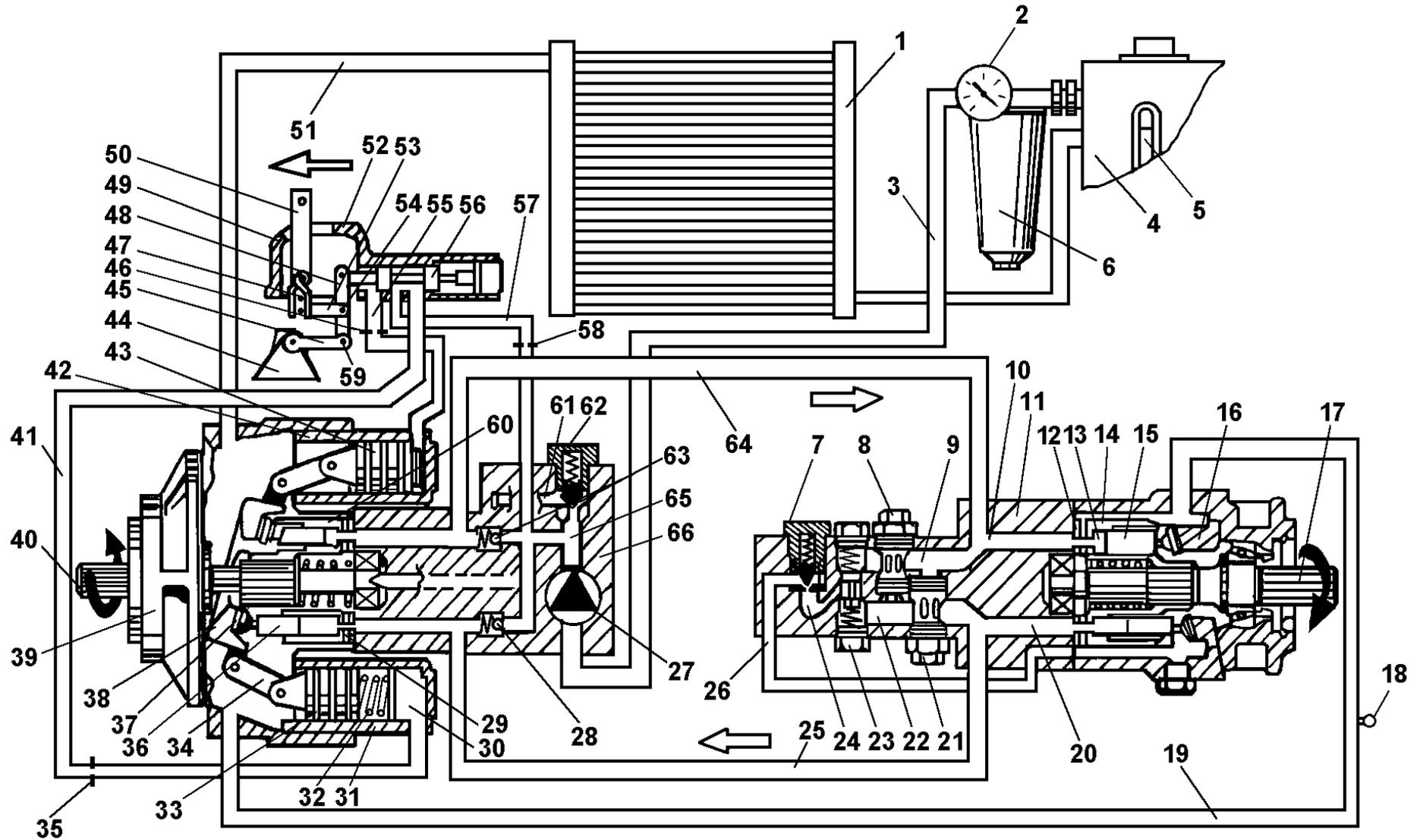


Рисунок 2.34 – Конструктивная схема привода ГСТ-90 (движение вперед):

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

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.

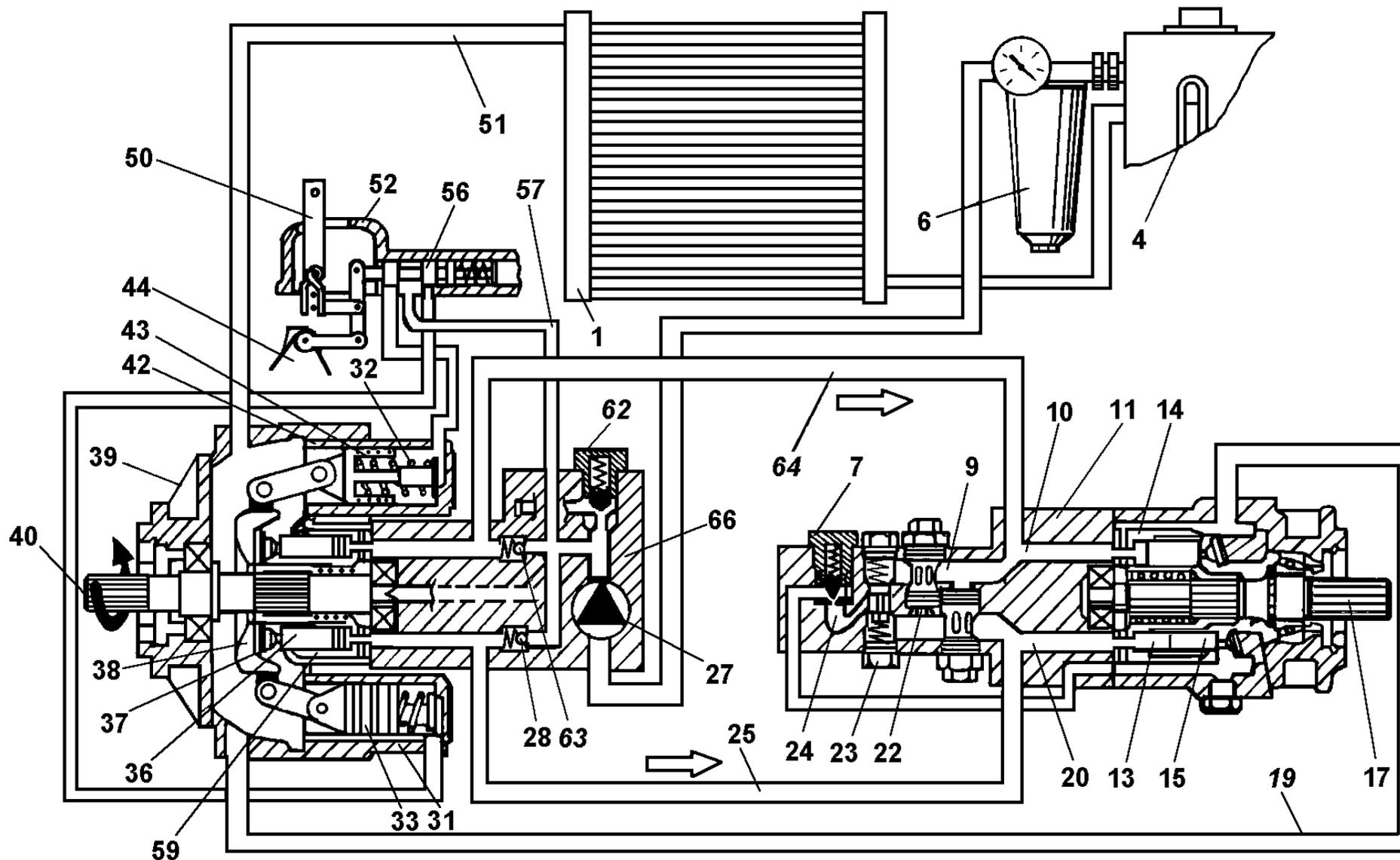


Рисунок 2.35 – Конструктивная схема привода ГТС-90 на режимах заполнения системы и холостого хода (обозначения см. рис. 2.34)

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 см<sup>3</sup> за один оборот вала насоса – при положении люльки под углом 18° к вертикали.

Приблизительно подачу насоса и частоту вращения мотора можно считать пропорциональными перемещению рычага управления распределителем. Таким образом гидропередача 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 МПа. Давление открытия предохранительного клапана 62 вспомогательного насоса составляет 1,3...1,5 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 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 гидропередачи, 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 МПа.

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