



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и  
тепловые процессы»

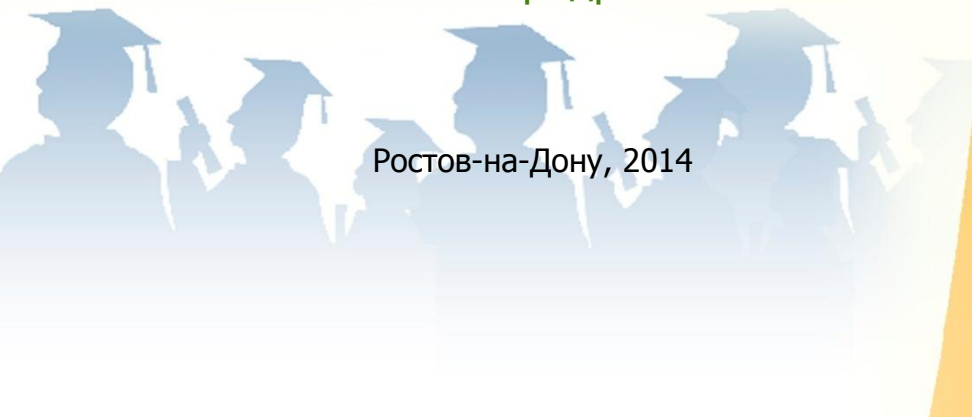
# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

## **к лабораторной работе № 4**

**«Изучение на модели  
устройства и принципа действия  
гидростатической трансмиссии ГСТ-90»**

Автор  
**Р.А. Фридрих**

Ростов-на-Дону, 2014





## Аннотация

Данные методические указания используются при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Объёмные гидромашины и гидропередачи», и предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения технических направлений и специальностей.

## Автор

канд. техн. наук Р.А. Фридрих





## Оглавление

1. Назначение и общее устройство .....	4
2. Работа системы «насос -гидромотор» .....	5
3. Устройство узлов ГСТ-90.....	7
4. Работа гидростатического привода.....	17
Порядок проведения лабораторной работы .....	25

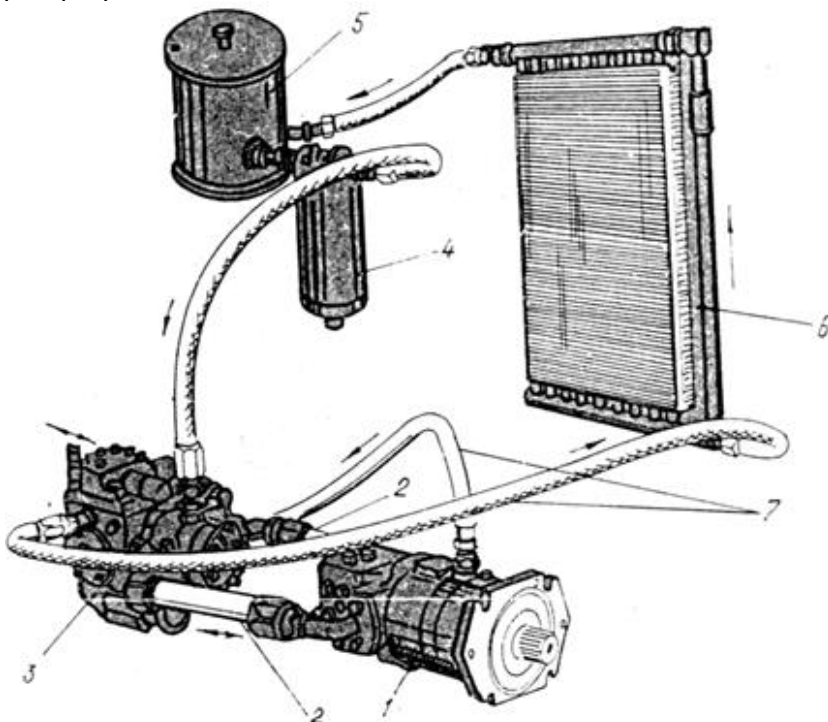


## Лабораторная работа №4

**Цель работы:** на основе макета НП-90 и МП-90 ознакомиться с устройством и принципом действия гидростатической трансмиссии, входящими в неё элементами предохранительной системы, механизмом регулирования, системой подпитки, назначением другими вспомогательных элементов.

## 1. Назначение и общее устройство

Объемный гидростатический привод предназначен для передачи мощности от двигателя самоходной машины к ее ходовой части при бесступенчатом регулировании скорости движения и реверсирования хода.



*Рис. 1. Объемный гидропривод ГСТ-90: 1 аксиально-плунжерный гидромотор; 2 — рукав высокого давления; 3 — аксиально-плунжерный насос; 4 — масляный фильтр; 5 — масляный бак; 6 — масляный радиатор; 7 — дренажные трубопроводы*

Объемный гидропривод ГСТ-90 (рис. 1) включает в себя регулируемый аксиально-плунжерный насос 3 в сборе с шестеренным насосом подпитки и гидрораспределителем, нерегулируемый гидромотор 1 с клапанной коробкой, резервуар для масла 5, мас-

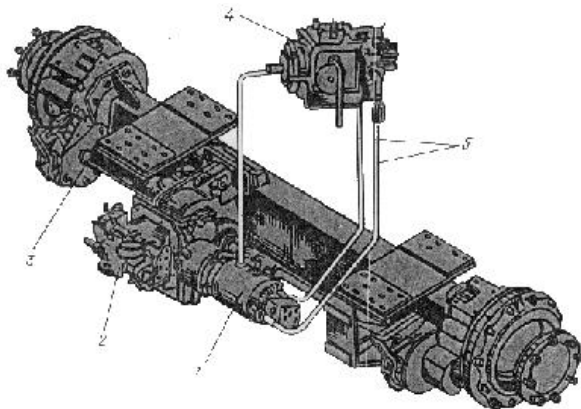


## Лабораторная работа №4

льный радиатор 6, фильтр тонкой очистки 4 с манометром, трубопроводы и рукава 2, 7..

## 2. Работа системы «насос -гидромотор»

Насос преобразует механическую энергию двигателя в гидравлическую, создавая поток рабочей жидкости; гидромотор, наоборот,— гидравлическую энергию рабочей жидкости в механическую.



*Рис. 2. Мост ведущих колёс с гидростатическим приводом: 1 - гидромотор; 2 – коробка диапазонов; 3 – бортовой редуктор; 4 - гидронасос; 5 – гидролиния.*

При работе объемной гидропередачи (рис. 2) рабочая жидкость нагнетается гидронасосом 4 по одной из гидролиний 5 к гидромотору 1, где энергия потока рабочей жидкости преобразуется в механическую энергию, вращающую вал гидромотора. По второй гидролинии 5 жидкость возвращается из гидромотора в насос.

Вал гидромотора 1 соединен с ведущим валом коробки диапазонов 2, которая, получив вращение, передает его через дифференциал на бортовые редукторы и далее колесам комбайна на. Техническая характеристика дана в таблице, размещение узлов ГТС-90 на комбайне показано на рис. 3.



## Лабораторная работа №4

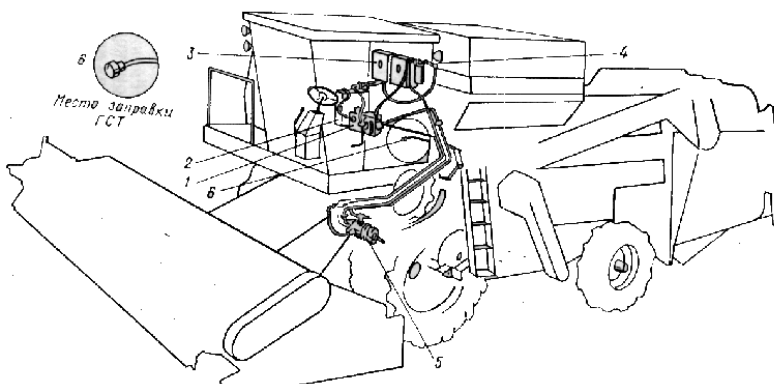


Рис. 3. Пример размещения ГСТ90 (на Дон-1500): 1 – аксиально - плунжерный насос НП-90; 2-масляный радиатор; 3 –бак; 4-фильтр; 5-аксиально-плунжерный мотор МП-90; 6–заправочная муфта.

## Основные параметры гидропривода ГСТ-90

Параметры	Насос	Гидромотор
Рабочий объем, см	89	89
Частота вращения, с 1 (об/мин)	43,16(2590)	
максимальная	8,34(500)	0,83 (50)
минимальная		
Номинальная подача, л/мин	119,87	
Номинальный расход, л/мин		119,87
Давление: номинальное, МПа	22,05	
максимальное, МПа	34,3	
Гидромеханический КПД		0,92
Масса без рабочей жидкости, кг	78	48
Номинальная потребляемая мощность, кВт(л. с.)	53,86 (73,25)	
Номинальная эффективная мощность, кВт(л. с.)		42,14(57,35)
Номинальный крутящий момент		273,8
Рабочая жидкость: марка	А (ТУ38.101.179-71); МГ30У; МГЕ-46В (ТУ 38.461.285 - 80)	
Температура, °С		
минимально допустимая	-12	
максимальная	+80	



### 3. Устройство узлов ГСТ-90

#### 3.1. Реверсивный аксиально-плунжерный насос НП-90

Насос НП-90 называется реверсивным и регулируемым потому, что его конструкция позволяет изменять направление потока рабочей жидкости с целью изменения направления вращения вала гидромотора и изменять объем подаваемой жидкости для регулирования частоты вращения гидромотора. За один оборот вала насос перекачивает  $89 \text{ см}^3$  рабочей жидкости.

Детали насоса смонтированы в чугунном корпусе 16 (рис. 29, а), к которому болтами прикреплены задняя крышка и фланец 9; для точного совмещения крышки и фланца с корпусом они установлены на штифтах. С наружной стороны на корпусе закреплен гидрораспределитель 40 (рис. 29, б), на задней крышке — насос подпитки 30 (рис. 29,а).

Вал насоса 11 вращается на двух роликовых подшипниках 13, 29. Н торце вала имеется паз, в который вставлен хвостовик вала привода насоса подпитки. Передний шлицевой конец вала 1 выходит из корпуса через уплотнительное устройство 12, установленное в расточке фланца 9. В средней части вала на шлицах устанавливается блок цилиндров 25.

Блок цилиндров 4 (рис. 30) имеет шлицевую ступицу, которой он устанавливается на - шлицы вала гидронасоса. В теле блока цилиндров выполнено девять отверстий, равномерно распределённых по окружности. С одной стороны отверстия выполнены цилиндрическими, и в них запрессованы бронзовые втулки 6, с другой они имеют форму овального паза и совмещаются с овальными пазами приставного дна 8. В отверстия блока цилиндров вставляются плунжеры 2, которые вращаются вместе с блоком цилиндров и совершают возвратно-поступательное движение вдоль своей оси при работе насоса

Плунжер полый. С одной стороны имеет сферический конец, которым он шарнирно соединен с бронзовым подпятником 1. Центральное отверстия в плунжере и подпятнике служат для подвода масла, обеспечивающего смазку высоконагруженной поверхности подпятника и опорной пластины. 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.



## Лабораторная работа №4

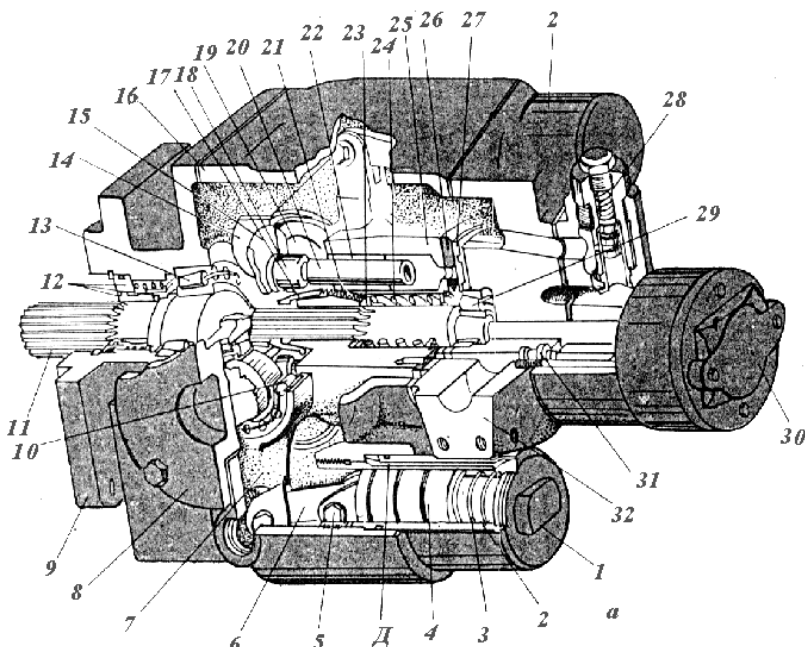
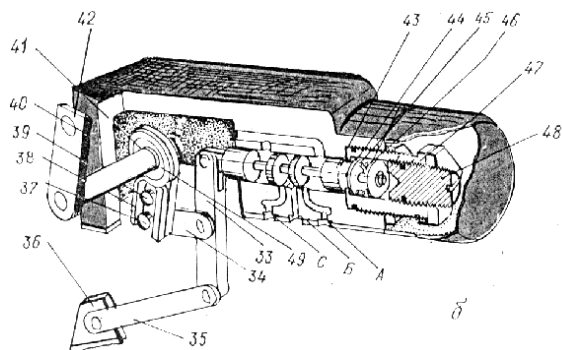


Рис. 4. Насос НП-90: а) насос; б) распределитель. А, Б, С, Д- каналы; 1 – регулировочная гайка; 2 – сервоцилиндр; 3, 24, 38, 45– пружины; 4 – поршень; 5 – ось; 6 – серьга; 7, 33, 36, 42 – рычаги; 8 – цапфа; 9 – фланец; 10, 13, 29 –подшипники; 11 – вал; 12 – уплотнительное устройство; 14 - люлька; 15 – опора; 16 – корпус; 17 - сферическая втулка; 18 – подпятник; 19 – сепаратор; 20 – плунжер; 21 - пружина; 22 – втулка; 23, 44, 46 – шайба; 25 – блок цилиндров; 26 - приставное дно; 27 – распределитель; 28 – предохранительный клапан; 32 – крышка; 34, 35 – тяги; 37, 39 – палец; 40 – гидро-распределитель; 41 – ось; 43 – золотник; 47 – футорка; 48- винт.

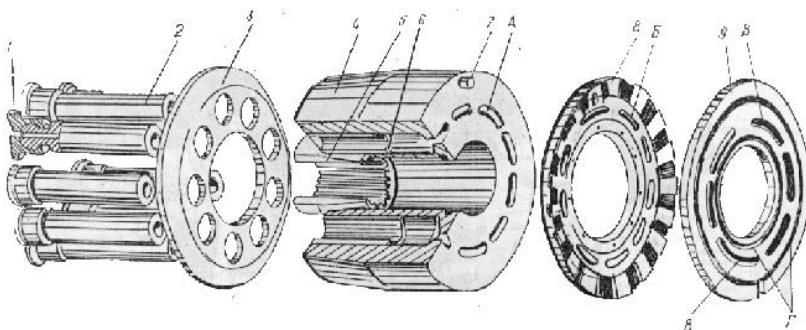


а) насос; б) распределитель. А, Б, С, Д- каналы; 1 – регулировочная гайка; 2 – сервоцилиндр; 3, 24, 38, 45– пружины; 4 – поршень; 5 – ось; 6 – серьга; 7, 33, 36, 42 – рычаги; 8 – цапфа; 9 – фланец; 10, 13, 29 –подшипники; 11 – вал; 12 – уплотнительное устройство; 14 - люлька; 15 – опора; 16 – корпус; 17 - сферическая втулка; 18 – подпятник; 19 – сепаратор; 20 – плунжер; 21 - пружина; 22 – втулка; 23, 44, 46 – шайба; 25 – блок цилиндров; 26 - приставное дно; 27 – распределитель; 28 – предохранительный клапан; 32 – крышка; 34, 35 – тяги; 37, 39 – палец; 40 – гидро-распределитель; 41 – ось; 43 – золотник; 47 – футорка; 48- винт.





## Лабораторная работа №4



*Рис. 5. Блок цилиндров: А, Б, В — пазы; Г — кольцевые канавки; 1 — подпятники; 2 — плунжер; 3 — сепаратор; 4 — блок цилиндров; 5, 7 — штифты; 6 — втулка; 8 — приставное дно; 9 — распределитель*

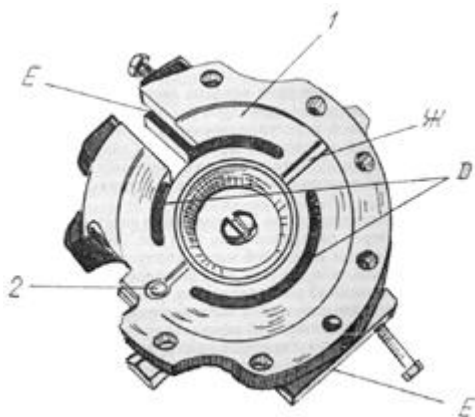
Подпятники 1 всех плунжеров вставляются в отверстия сепаратора 3. Во внутреннюю расточку сепаратора входит сферическая втулка 17 (рис. 4, а). Другой стороной сферическая втулка упирается в шесть пружин 21, которые свободно проходят через отверстия блока цилиндров 25.

Пружина 24, установленная в центральной расточке блока цилиндров, с правой стороны опирается через шайбу в стопорное кольцо блока цилиндров, с левой стороны — в шайбу 23. Через пружины 21, сферическую втулку 17 и сепаратор 19 пружина 24 прижимает подпятники 18 к опоре 15 люльки 14, а блок цилиндров 25 через приставное дно 26 и распределитель 27 к крышке 32. Приставное дно 26 и распределитель 27 выполняют функцию упорного подшипника и уплотнительного устройства каналов для прохода масла от вращающегося блока цилиндров 25 к неподвижной крышке 32. Приставное дно 8 (рис. 5) посредством штифта 7 соединяется с блоком цилиндров 4 и вращается вместе с ним. Овальные пазы цилиндров А и приставного дна Б совпадают. Распределитель 9 с прорезями В штифтом (рис. 6) неподвижно связан с крышкой 1 корпуса, а прорези (рис. 5) распределителя 9 (равное количество с левой и с правой сторон) совмещаются с дугообразными пазами Д (рис. 6) крышки 1 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 Д через каналы Е связаны с гидролиниями высокого давления.



## Лабораторная работа №4

При работе насоса вращающиеся блок цилиндров 4 (рис. 5) и приставное дно 8 прижимаются к неподвижному распределителю 9. Через овальные пазы А, Б и прорези В под большим давлением нагнетается рабочая жидкость (масло). Для надежного уплотнения масляных каналов рабочие поверхности приставного дна 8 и распределителя 9 обработаны с высокой точностью. Уплотнение



*Рис. 6. Крышка корпуса: Д. Е, Ж — пазы; 1 — крышка; 2 — штифт*

обеспечивается кольцевой полоской приставного дна 8. Для уменьшения эффекта отжимания соприкасающихся поверхностей друг от друга давлением рабочей жидкости, у приставного дна 8 для отвода масла имеются осевые отверстия, кольцевые и радиальные канавки. У распределителя 9 на тыльной (не рабочей) стороне проточены две кольцевые канавки Г, которые

через пазы Ж (рис. 6) крышки корпуса связаны с дренажной системой насоса.

Опора 15 (рис. 4) неподвижно закреплена в люльке 14. Вместе с люлькой она может поворачиваться на подшипниках 10, установленных на цапфах 8, закрепленных болтами к корпусу насоса. Рычаги 7 изменения угла наклона люльки серьгами 6 связаны с поршнями 4 двух сервоцилиндров 2.

Пружины 3, установленные между поршнями 4 и регулировочными гайками 1, служат для возврата поршней в исходное положение. Гайками 1 регулируют положение люльки 15. При неработающем насосе люлька должна фиксироваться в положении, перпендикулярном оси вала 11 насоса.

Масло в сервоцилиндры 2 нагнетается шестеренным насосом подпитки 30 через распределитель 40 (рис 5, 6), закрепленный болтами над люком в части корпуса насоса.

Рычаг 36 люльки через тягу 35 и дифференцирующий рычаг 33 связан с золотником 43 распределителя, установленном в расточке корпуса. В среднем положении золотник удерживается пружиной 45. Управление золотником 43 осуществляется рычагом



## Лабораторная работа №4

42 который установлен снаружи корпуса на оси 41. На ту же ось внутри корпуса жестко посажена втулка 49 с пальцем 39. На втулку 49 одета спиральная пружина; отогнутыми концами 38 она захватывает палец 37 тяги 34, которая соединяет рычаг 42 управления с дифференцирующим рычагом 33. Такая конструкция обеспечивает упругое соединение рычага 42 и золотника 43. В край них положениях золотника рычаг 42 может отклоняться, деформируя пружину 38.

Обратная связь золотника распределителя 43 с люлькой 36 осуществляется через дифференцирующий рычаг 33 и тягу 35 связь необходима для возврата золотника в нейтральном положении после установки люльки на заданный угол.

Масло к распределителю подается по каналам в корпусе через калиброванный дроссель Б. В гидроцилиндры сервомеханизма масло нагнетается через А и С при смещении золотника вправо и влево. В нагнетательной магистрали насоса подпитки 30 (рис. 29, а) установлен предохранительный клапан 28, через который избыток масла сливается в корпус насоса. Подача масла в плунжерное пространство блока цилиндров осуществляется насосом подпитки по каналам корпуса через обратные клапаны 31.

Работает насос НП-90 следующим образом. От двигателя комбайна вращение передается на вал 11 (рис. 4,а) насоса. Вместе с валом 11 вращается установленный на нем блок цилиндров 25 и связанный с валом 11 насос подпитки 30, который забирает масло из масляного резервуара и нагнетает его через обратный клапан 31, распределитель 27 и приставное дно 26 в плунжерное пространство блока цилиндров 25. Если люлька 14 установлена перпендикулярно оси вала 11, то плунжеры вращаясь с блоком цилиндров, не перемещаются в осевом направлении и не перекачивают рабочую ЖИДКОСТЬ. Для изменения положения люльки 14 масло, нагнетаемое насосом подпитки 30, распределителем 40 (рис. 29, б) направляется в сервоцилиндры 2, которые поворачивают люльку, устанавливая ее под углом к оси вала 11. При таком положении люльки скользящие по ее опоре 15 подпятники 18 перемещают плунжеры 20 в осевом направлении. При движении плунжера влево происходит всасывание масла через один из клапанов 31, при движении плунжера вправо масло через другой клапан 31 нагнетается в гидролинию.

### 3.2. Гидромотор МП-90.

Аксиально-плунжерный нерегулируемый гидромотор (рис. 7) имеет чугунный корпус 1, к которому крепится задняя крышка 11 и клапанная коробка 12. Основные узлы гидромотора имеют ана-



## Лабораторная работа №4

логичную конструкцию с узлами гидронасоса НП-90. Вал 23 гидромотора установлен на двух подшипниках 2, 10.

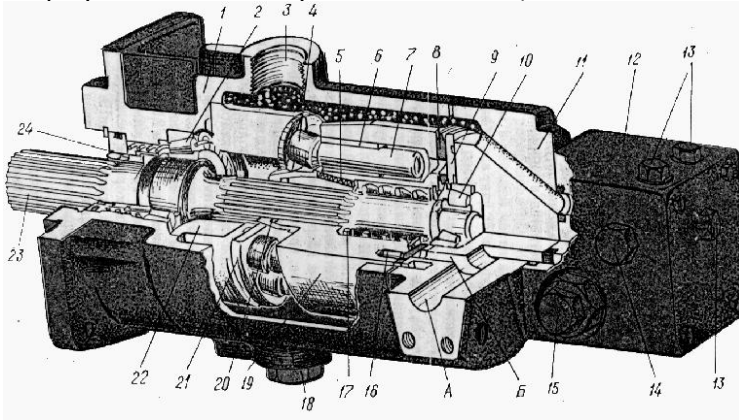


Рис. 7. Гидромотор МП-90: 1 – корпус; 2, 10 – подшипники; 3 – место установки температурного датчика; 4 – подпятники; 5, 17 – пружины; 6 – втулка; 7 – плунжер; 8 – приставное дно; 9 – распределитель; 11 – задняя крышка; 12 – клапанная коробка; 13 – пробки; 14 – золотник; 15 – клапана высокого давления; 16 – штифт; 18 – пробка; 19 – блок цилиндров; 20 – сферическая втулка; 21 – сепаратор; 22 – наклонная шайба; 23 – вал гидромотора; 24 – уплотнительное устройство.

Через уплотнительное устройство 24 вал выходит наружу и шлицевой муфтой соединяется с коробкой диапазонов. В средней части вала на шлицах установлен блок цилиндров 19. К правой стороне блока цилиндров посредством штифта 16 присоединено приставное дно 8, которое, вращаясь вместе с блоком цилиндров, контактирует с распределителем 9, неподвижно закрепленным на крышке 11 гидромотора. Приставное дно 8 и распределитель 9 выполняют три функции: опорного подшипника, распределителя потока рабочей жидкости и уплотнительного устройства. Конструкция этих деталей идентична деталям насоса. Бронзовые втулки 6, запрессованные в девять отверстий блока цилиндров 19, служат направляющими для плунжеров 7. Подпятники 4 плунжеров 7 входят в отверстия сепаратора 21; пружиной 17 через пружины 5 и сферическую втулку 20 прижимаются к наклонной шайбе 22, которая закреплена в корпусе неподвижно. Пружина 17, кроме того, прижимает блок цилиндров 19 через приставное дно 8 и распределитель 9 к крышке 11, создавая плотный контакт между блоком цилиндров 19, приставным дном 8 и распределителем 9 и крышкой 11.



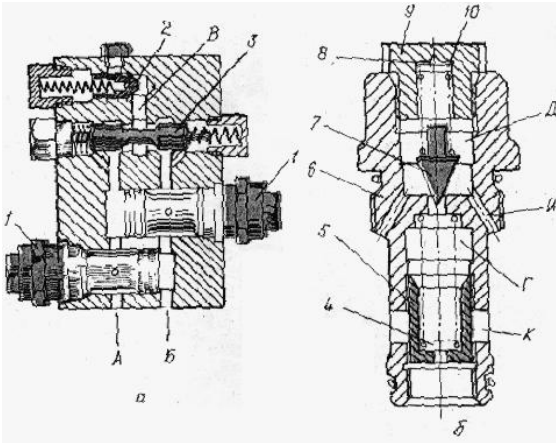
## Лабораторная работа №4

Клапанная коробка 12 крепится болтами к крышке 11. В расточках (корпуса клапанной коробки установлены два клапана высокого давления 15, золотник 14 и переливной клапан. В корпус ввернуты три пробки 13, которые закрывают каналы для подсоединения манометров при регулировке клапанов.

Каналы А и Б (рис. 8, а) соединяют магистрали высокого давления с двумя клапанами высокого давления 1 и золотником 3. Каналом В гидролиния низкого давления через золотник 3 соединяется с переливным клапаном 2. Клапан высокого давления (рис. 8, б) предохраняет магистраль высокого давления от разрыва при повышении давления сверх допустимого. В расточке корпуса б клапана установлен подпружиненный поршень 5 с дроссельным отверстием в центре. Полость Г и полость Д клапана соединены отверстием, перекрытым иглой клапана 7. При повышении давления в магистрали сверх допустимого за счет дроссельного отверстия в поршне повысится давление и в полости Г, что приведет к открытию клапана 7. Масло из полости Г поступит в полость Д и через наклонные отверстия И уйдет на слив, давление в полости Г снизится. Плунжер 5 давлением масла из магистрали сместится вверх, откроет радиальные отверстия К, через которые масло будет уходить в корпус гидромотора. Регулировка давления в полости производится шайбами 8, устанавливаемыми между пружиной 10 и пробкой 9. Одна прокладка толщиной 0,1 мм изменяет давление на 2 МПа.

Гидромотор преобразует энергию потока рабочей жидкости 1 в механическую энергию вращения вала гидромотора. Рабочая жидкость от насоса нагнетается по гидролинии, поступает по каналам А и Б (рис. 7) крышки 11 гидромотора к распределителю 9 и через пазы распределителя и приставного дна 8 в плунжерные полости блока цилиндров 19. давлением масла плунжер выталкивается из блока цилиндров.

В кожухе рулевой колонки 16 (рис. 9, 6) установлен механизм 15 управления гидростатическим приводом ходовой части комбайна. Ходом комбайна



управляют рычагом 9.

Рычаг 9 (рис. 9, а) осью 5 шарнирно связан с валом 6, пружина 4 удерживает его в левом положении. Вал 6 поворачивается во втулке, установленной в корпусе 13; между торцом вала и корпусом установлено фрикционное кольцо 2. На шлицевую часть вала 6 одет рычаг 10; пружина 14, установленная в расточке рычага 10, упираясь в шайбу, закрепленную к торцу вала болтом, прижимает вал 6 через фрикционное кольцо 2 к корпусу 13, что обеспечивает надежную фиксацию рычага 9 в заданном положении. Выступ 1 корпуса 13 не позволяет перевести рычага 9 из положения движения комбайна вперед в положение движения назад без поворота его вправо от нейтрального положения.





## Лабораторная работа №4

Рычаг 10 вилкой 11 соединен с тросом 12 двухстороннего действия, который связывает рычаг управления 9 с рычагом 42 (рис. 4, б) перемещения золотника распределителя 40 сервомеханизма управления положением люльки 14 (рис. 4, а) насоса.

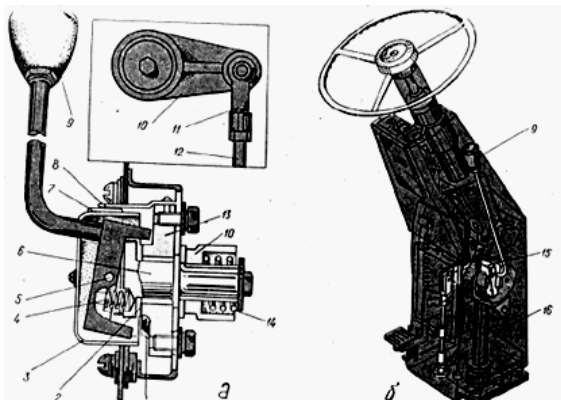


Рис. 9 механизм управления гидростатическим приводом: а) механизм управления; б) рулевая колонка; 1 – выступ корпуса; 2 – фрикционное кольцо; 3 – крышка; 4, 14 – пружины; 5 – ось; 6 – вал; 7 – линейка; 8 – стрелка; 9, 10 – рычаги; 11 – вилка; 12 – тяга; 13 – корпус

## 3.4. Механизм привода насоса НП-90

Аксиально-плунжерный насос 4 (рис. 10) приводится во вращение четырехручьевым шкивом, установленным на переднем конце коленчатого вала двигателя. Шкив 1 привода насоса жестко установлен на контрприводном валу 5. К ступице шкива 1 болтами крепится вентилятор 6, который создаст воздушный поток через радиатор охлаждения масла в ГСТ. Контрприводной вал 5 установлен в корпусе 2 на двух шариковых подшипниках и соединен с валом насоса шлицевой втулкой 3. Корпус 2 жестко закреплен на раме молотилки комбайна. К кронштейну корпуса 2 крепится насос 4.

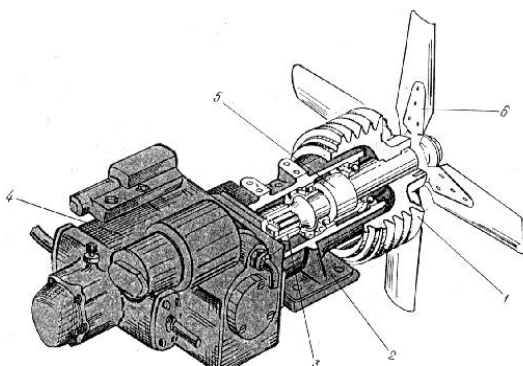


Рис. 10 Механизм привода насоса: 1 – шкив; 2 – корпус; 3 – шлицевая втулка; 4 – насос; 5 – вал; 6 – крыльчатка



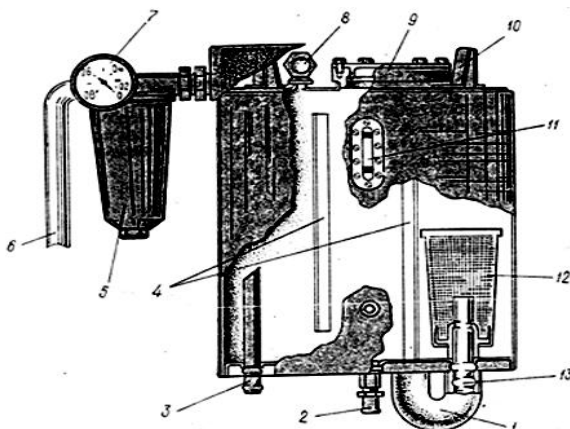
## Лабораторная работа №4

## 3.5. Масляный резервуар. Фильтр. Радиатор.

Масляный резервуар установлен на передней стенке бункера и предназначен для хранения запаса масла, необходимого для работы ГСТ. Объем резервуара 25 л. Внутренняя полость резервуара (рис. 11) разделена двумя перегородками 4 на сливную и всасывающую полости. Перегородки уменьшают колебание масла и его вспенивание. Масло сливается в резервуар через патрубок 3, а забирается из резервуара через сетчатый воздухоотделитель 12, патрубок 13, рукав 1 и фильтр 5.

Сетчатый воздухоотделитель задерживает пузырьки воздуха при заборе масла. Резервуар снабжен также сливным ventилем 2 с шариковым запорным клапаном, указателем уровня 11 и сапуном 8. Люк 9, герметично закрытый крышкой, служит для доступа

внутрь резервуара при ремонтах и обслуживании. К кронштейнам 10 крепится предохранительная сетка, которая закрывает резервуар, т. е. рабочая жидкость внутри его может иметь температуру 75—80 °С и выше. Рядом с масляным резервуаром на кронштейне бункера закреплен фильтр 5 для очистки масла. В его корпусе установлен фильтрующий элемент,



*Рис. 11. Масляный резервуар: 1,6- рукав: 2- сливной ventиль: 3, 13- патрубки: 4 - перегородка: 5-фильтр; 7-манометр; 8- сапун; 9-люк; 10 -кронштейн: 11 - уровнемер; 12- воздухоотделитель*

выполненный из нетканого материала, задерживающий частицы размером 10 мкм и больше. О степени загрязнения фильтрующего элемента судят по показаниям 7, установленного на корпусе фильтра.

Масляный радиатор 6 (рис. 1) необходим для охлаждения рабочей жидкости. В радиатор рабочая жидкость поступает по системе дренажных трубопроводов 7 из внутренних полостей насоса 3 и мотора 1. Пройдя радиатор, рабочая жидкость поступает в





резервуар 5

#### 4. Работа гидростатического привода

Объемная гидростатическая передача ГСТ-90 с замкнутой циркуляцией масла состоит из четырех систем: главной, подпитки, регулирования и слива (дренажа).

Главная система (рис. 12) предназначена для передачи мощности от входного вала 28 насоса 1 к выходному валу 18 мотора 20. В нее входят блоки цилиндров с плунжерами 26, 14, линия высокого давления 11, 22, предохранительные клапаны 12.

Система подпитки обеспечивает компенсацию утечек в насосе и моторе 20, непрерывную циркуляцию масла через масляный радиатор 15 и фильтр 10, а также подачу масла по каналу 6 в систему регулирования. Система подпитки включает насос подпитки 24, два обратных клапана 9 подачи масла в главную систему, предохранительный клапан 7 насоса подпитки, золотник 23 гидромотора и переливной клапан 8.

Система регулирования предназначена для регулирования подачи масла в гидромотор путем изменения угла наклона люльки 27. В нее входят насос подпитки 24, золотниковый распределитель 5 и два сервоцилиндра 25.

Система слива (дренажа) служит для сбора и отвода рабочей жидкости, заполняющей свободное пространство внутренних полостей насоса и гидромотора вследствие утечки масла в зазоры сопрягаемых деталей и сброса его предохранительным 7 и переливным 8 клапанами в дренажную магистраль 21.

Система слива состоит из внутренних полостей насоса и гидромотора, дренажных трубопроводов 16, 21 масляного радиатора 15 и масляного бака 13.

Процесс работы привода рассмотрим на различных режимах.

Заполнение системы. Холостой ход. От двигателя комбайна клиноременной передачей вращается вал 11 насоса (рис. 13) с блоком цилиндров 8 и валом насоса подпитки 6. Рычаг 9 (рис. 9, 6) управления распределителем сервомеханизма находится при этом в нейтральном положении. Насос подпитки 6 забирает масло из резервуара 20 (рис. 13) через фильтр 19 и нагнетает его в аксиально-плунжерный насос. По каналу 17 масло поступает в распределитель 15. Поскольку золотник распределителя находится в нейтральном положении, масло не может попасть в сервоцилиндры 13, люлька 10 находится в положении, перпендикулярном оси вала 11. При вращении блока цилиндров под пятники плунжеров будут скользить по опорной пластине люльки 10, не вызывая осе-



## Лабораторная работа №4

вого перемещения плунжеров, следовательно не будет перекачивания жидкости (ни вытеснения, ни всасывания).

Масло, нагнетаемое насосом подпитки 6 через обратные клапаны 7, заполнит плунжерные полости 12 блока цилиндров насоса, а по гидролиниям высокого давления 22 поступит в полости 3 блока цилиндров гидромотора и каналы 4 клапанной коробки гидромотора. Так как золотник 5 гидромотора с обеих сторон испытывает одинаковое давление масла, он не будет смещаться, и каналы 4 клапанной коробки не соединятся с переливным клапаном 21. После того, как все полости и каналы заполнятся маслом, давление до предельного ограниченного клапаном 23 (1,7 МПа) 0н откроется и по каналу 24 масло будет уходить в дренажную систему насоса, а по трубопроводу 16, через масляный радиатор 18 в резервуар 20. Вал 1 гидромотора вращаться не будет, т. к. по обеим гидролиниям 22 на все плунжеры будет передаваться одинаковое давление

Движение вперед. После включения передачи в коробке диапазонов необходимо плавно перемещать вперед рычаг 9 (рис. 9, б) на рулевой колонке в кабине комбайна. Через систему рычагов и тяг движение рычага 9 передается на рычаг 33 (рис. 14) управления распределителем 32 ГСТ. Рычаг 33 через пружину и тягу 30 поворачивают на оси 29 дифференцирующий рычаг 31, который смещает золотник 37 вправо. Переместившись вправо, золотник 37 своей выточкой соединит канал 38 от насоса подпитки с каналом 25 подачи масла в нижний сервоцилиндр 20.

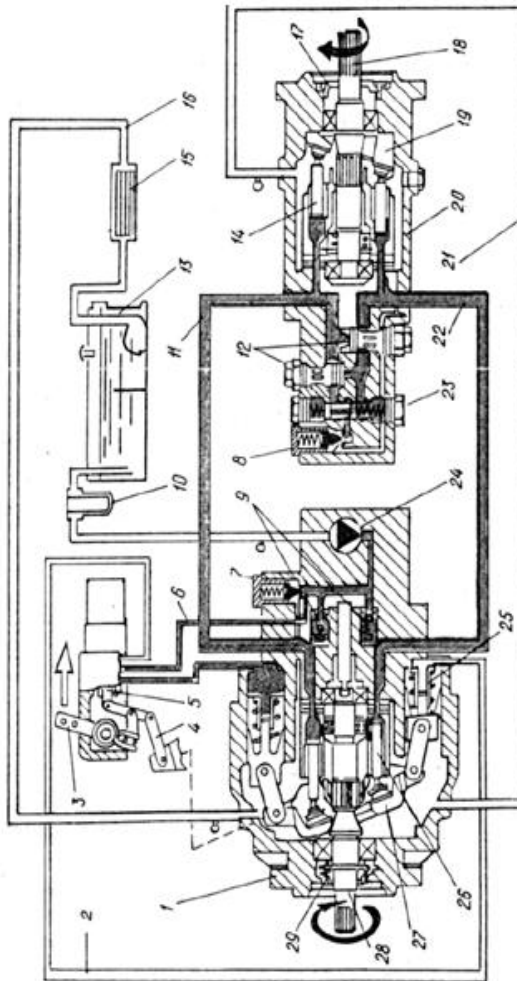


Рис. 12. Принципиальная схема гидропривода ходовой части: 1 - насос; 2, 6, 11, 16, 21, 22 - гидролинии; 3 - рычаг управления; 4 - тяга; 5, 23 - золотники; 7 - предохранительный клапан; 8 - переливной клапан; 9 - обратные клапана; 10 - фильтр; 12 - предохранительные клапаны высокого давления; 13 - масляный резервуар; 14, 26 - плунжеры; 15 - масляный радиатор; 17, 29 - уплотнительное устройство; 18, 28 - валы; 19 - наклонная шайба; 20 - гидромотор; 24 - насос подпитки; 25 - сервоцилиндр; 27 - люлька.



## Лабораторная работа №4

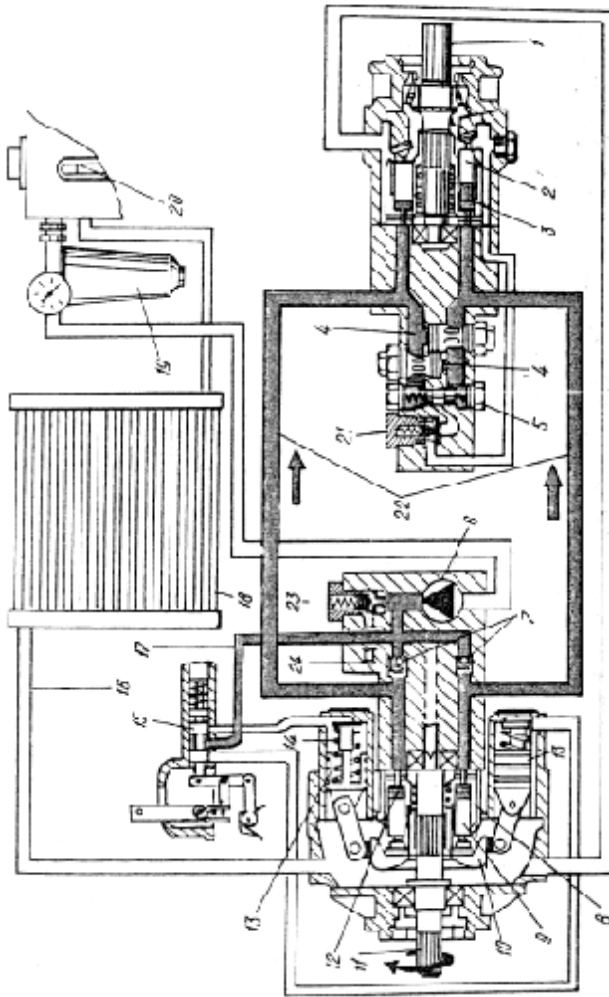


Рис. 13. Схема работы ГСТ на холостом ходу: 1, 11 - валы; 2, 9 - плунжеры; 3, 12 - полости; 4, 17, 24 - каналы; 5 - золотник; 6 - насос подпитки; 7 - обратные клапана; 8 - блок цилиндров; 10 - люлька; 13 - поршни; 14 - пружина; 15 - распределитель; 16, 22 - магистрали; 18 - масляный радиатор; 19 - фильтр; 20 - масляный резервуар; 21 - переливной клапан.



## Лабораторная работа №4

Одновременно он откроет канал 36 верхнего сервоцилиндра, соединив его через корпус распределителя с системой дренажа насоса. Масло из системы подпитки по каналу 38 через распределитель 32 поступает в нижний сервоцилиндр 20, и перемещает влево его поршень, который через серьгу 21 поворачивает люльку. Второй серьгой люлька смещает поршень верхнего сервоцилиндра 26 вправо, вытесняя масло по каналу 36 в дренажную систему насоса и сжимая пружину. Канал 38 имеет дроссельное отверстие, которое ограничивает скорость подачи масла в сервоцилиндры и обеспечивает плавный поворот люльки 23. Если рычаг 33 будет перемещаться дальше после того, как золотник дойдет до упора, начнет деформироваться пружина, давая возможность рычагу 33 поворачиваться, но с большим усилием.

Для возврата золотника 37 в нейтральное положение после поворота люльки на угол, заданный рычагом 9 (рис. 9, 6), люлька 23 (рис. 14) и золотник распределителя имеют механизм обратной связи. Он состоит из рычага 27 люльки, тяги 28 и дифференцирующего рычага 31.

Работа механизма. При остановке рычага 33 масло продолжает поступать в сервоцилиндр 20, поворачивая люльку, а она, в свою очередь, рычагом 27 смещает вправо тягу 28 и поворачивает рычаг 31 относительно оси 35 против часовой стрелки, верхнее плечо рычага 31 передвинет золотник 37 влево до нейтрального положения, пояски золотника перекроют каналы 25, 36 сервоцилиндров, люлька будет удерживаться под установленным углом к оси вала 24 насоса.

Вращение вала 24 насоса и блока цилиндров 39 в направлении, показанном стрелкой, заставляет подпятники 22 плунжеров скользить по отклоненной опоре люльки 23, и плунжеры перемещаться вдоль своих осей. Плунжеры, вращаясь с блоком цилиндров от нижней точки опоры к верхней, смещаются вправо, уменьшая объем рабочих камер. Плунжеры, которые перемещаются по опоре от верхней точки к нижней, смещаются влево, увеличивая объем рабочих камер. В них через обратный клапан 18 и запорно-распределительное устройство 19 нагнетается масло из системы подпитки и блока цилиндров гидромотора. Перемещением плунжеров вправо рабочая жидкость вытесняется через запорно-распределительное устройство 19 в гидролинию 43 высокого давления. Давление масла, которое создается перемещением плунжеров, значительно больше в системе подпитки, поэтому обратный клапан 42 закрывается, разобщая магистраль подпитки и магистраль высокого давления.



## Лабораторная работа №4

По гидролинии высокого давления 43 масло нагнетается в гидромотор, по каналу 2 через запорно-распределительное устройство 3 к блоку цилиндров 5, а по каналу 1 - к предохранительному клапану 11 высокого давления и к золотнику 13, который давлением масла смещается вниз, соединяя канал 12 с переливным клапаном 14. Запорно-распределительное устройство 3 соединяет канал 2 с половиной рабочих камер блока цилиндров 5 гидромотора. Рабочая жидкость, подаваемая под высоким давлением в рабочие полости 4, выталкивает плунжеры 6 из блока цилиндров. Упираясь подпятниками в неподвижную наклонную шайбу 7, плунжеры за счет касательной составляющей  $T$  (рис. 15) выталкивающей силы соскальзывают по наклонной шайбе, приводя во вращение блок цилиндров и вал 8 гидромотора. Другая половина плунжеров при вращении блока цилиндров скользит по наклонной шайбе 7 (рис. 14) и смещается влево, вытесняя масло из рабочих камер в канал 10, из которого часть масла по гидролинии 15 подается к всасывающим камерам насоса, а часть - по каналу 12 через золотник 13 к переливному клапану 14 и сливается в дренажную систему гидромотора.

По линии 9 рабочая жидкость поступает в корпус насоса, а по линии 34 через радиатор 44 - в масляный резервуар 46. Насос 17 подпитки постоянно подает масло через обратный клапан 18 в гидролинию 15 низкого давления для восполнения внутренних утечек и отвода тепла от деталей насоса и гидромотора. Излишнее масло через золотник 13 и переливной клапан 14 идет на слив описанным ранее путем. Переливной клапан 14 отрегулирован на давление 1,5 МПа, что на 0,2 МПа меньше, чем рабочее давление предохранительного клапана 41 гидронасоса подпитки. При работе системы «насос-мотор» излишки масла будут сливаться только через переливной клапан 14.

Частота вращения вала гидромотора 8 зависит от объемной подачи масла насосом, которая определяется положением люльки 2 - 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.

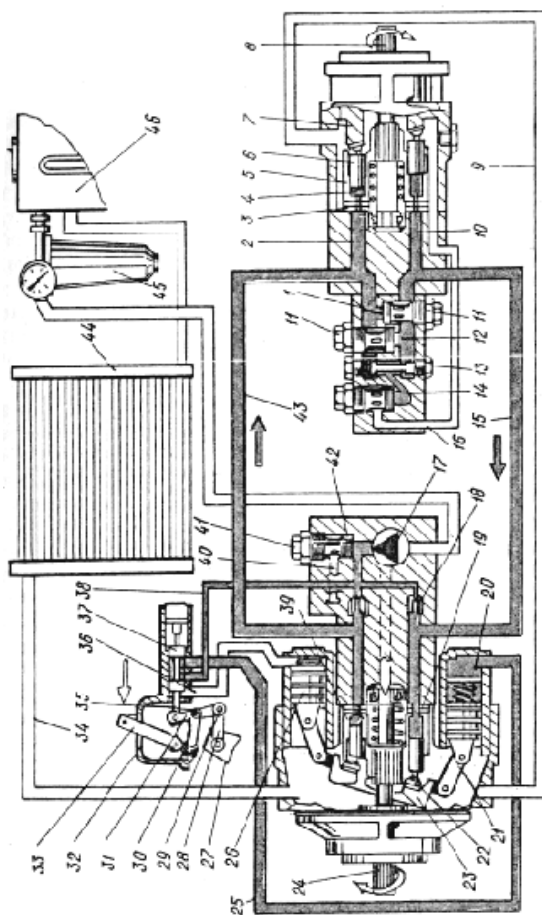


Рис. 14. Принципиальная схема гидропривода ходовой части: 1, 2, 10, 12, 16, 25, 36, 40 – каналы подачи масла; 3, 19 – запарно-распределительное устройство; 4 – рабочая камера; 5, 39 – блок цилиндров; 6- плунжер; 7 – наклонная шайба; 8, 24 –валы; 9, 15 34, 43 – гидролинии; 11 - клапаны высокого давления; 13 золотник; 14 – переливной клапан; 17 - насос подпитки; 18; 42 - обратные клапана; 20, 26 – сервоцилиндры; 21- серга; 22 –подтятник; 23- люлька; 27, 31, 33 – рычаги; 28,30 –тяги; 29,35 –ось; 32 –корпус распределителя; и37 –золотник; 41- предохранительный клапан; 44 - масляный радиатор; 45 - фильтр; 46- масляный резервуар

Крутящий момент на валу гидромотора зависит от нагрузки на гидропривод. При превышении крутящего момента на валу гидромотора больше  $450 \text{ Н*м}$ , давление в гидролинии высоко-





## Лабораторная работа №4

го давления достигнет 35 МПа. Это приведет к срабатыванию предохранительного клапана высокого давления 11 и часть масла из канала 1 через предохранительный клапан 11, канал 12, золотник 13 и переливной клапан 14 описанным ранее путем уйдет в бак.

Остановка комбайна производится перемещением рычага 9 (рис. 9, 6) на себя до упора. Это приведет к повороту рычага 3 (рис. 12) и смещению золотника 5 в положение, при котором с каналом 6 систем подпитки соединится полость верхнего сервоцилиндра; он повернет люльку 27 в положение, перпендикулярное оси вала 28 насоса 1, плунжеры 26 не будут перемещаться в осевом направлении и подача масла в гидромотор 20 прекратится, а его вал 18 остановится. Золотник 5 в распределителе под действием рычага люльки и центрирующей пружины займет нейтральное положение. В гидролиниях 11 и 22 установится давление подпитки, золотник перекроет каналы, подводящие масло к переливному клапану и масло из системы подпитки через предохранительный клапан 7 будет сливаться во внутреннюю полость насоса.

Движение назад. Для движения комбайна назад нужно рычаг 9 (рис. 9, 6) отвести вправо и плавно перемещать на себя. Золотник 5 (рис. 12) распределителя сместится влево, и масло будет подаваться в верхний сервоцилиндр. Люлька 27 повернется в противоположную сторону от ее положения при движении вперед (максимальный угол поворота люльки для движения назад 9°). Вращение блока цилиндров приведет к смещению плунжеров в осевом направлении, но при том же направлении вращения вала как и для движения вперед, плунжеры, которые перемещаются по опоре сверху вниз будут смещаться вправо, вытесняя масло. Плунжеры, которые перемещаются по опоре снизу вверх, будут смещаться влево, всасывая масло.

Нагнетаемое плунжерами масло по гидролинии 22 будет подаваться в гидромотор 20. Нижний обратный клапан 9 насоса закроется, а золотник 23 гидромотора 20 сместится вверх, соединив гидролинию 11 с переливным клапаном 8, через который избыток масла, нагнетаемого насосом подпитки 24, будет сливаться в дренажную систему.





## Лабораторная работа №4

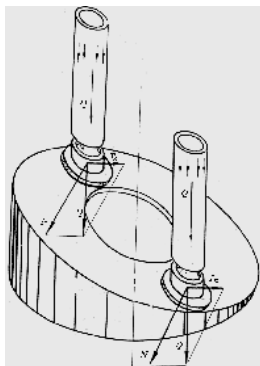


Рис. 15 Схема работы гидромотора

распределительной системой с гидролинией высокого давления 22. Скользя по наклонной шайбе 19 своими подпятниками, плунжеры за счет касательной составляющей  $T$  (рис. 15) выталкивающей силы будут вращать блок цилиндров, но направление вращения будет обратное вращению при движении комбайна вперед. Комбайн будет двигаться назад на любой из передач коробки диапазонов.

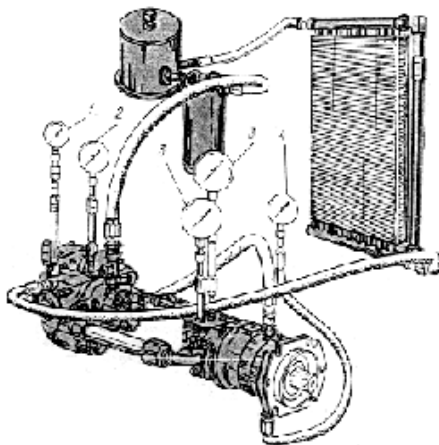


Рис. 16. Контроль технического состояния ГСТ 90 1 - манометр до 4 МПа; 2 - манометр до 0,06 МПа; 3 - манометр до 60 МПа; 4 - манометр до 0,6 МПа;

### Порядок проведения лабораторной работы

1. С помощью макета и имеющейся литературы изучить конструкцию рассматриваемой гидropередачи, область применения.
2. Изобразить принципиальную схему ГСТ, описать принцип действия и выполнить эскиз отдельного элемента (по указанию преподавателя).
3. В заключительной части подробно классифицировать все рассматриваемые ОГМ (основной гидронасос, гидронасос подпитки, гидромотор, сервоцилиндры).