

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Г.С. Горин, А.В. Захаров

**ГИДРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»**

*Лабораторный практикум по конструкции  
сельскохозяйственных тракторов и автомобилей*

В 2-х частях

Часть 1

**Минск 2008**

УДК 629.366.064(07)

ББК 31.56я7

Г 46

Рекомендовано научно-методическим советом агрономического факультета БГАТУ

Протокол № 6 от 18.06.2008 г.

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. *В.С. Лахмаков*;  
канд. техн. наук, зав. лабораторией электрогидравлических систем управления ОИМ НАН Беларуси *Е.Я. Строк*

**Горин, Г.С.**

Г 46      Гидрооборудование тракторов «Беларус» : лаб. практикум. В 2-х ч.  
Ч. 1 / Г.С. Горин, А.В. Захаров. – Минск : БГАТУ, 2008. – 60 с.

ISBN 978-985-519-042-5

**УДК 629.366.064(07)**  
**ББК 31.56я7**

## Введение

В лабораторном практикуме рассмотрены конструкции гидронавесных систем современных тракторов «Беларус» мощностью 100 л.с. и выше. В процессе их разработки сформировались конструкции гидронавесных систем, имеющих автоматику регулирования:

- гидромеханическую – тракторы «Беларус 1022/1221»;
- электрогидравлическую «BOSCH», включая насосную станцию с системой, чувствительной к нагрузке (СЧН) – тракторы «Беларус 2522/2822/3022»;
- электрогидравлическую «BOSCH» без СЧН – тракторы «Беларус 1522/1822/2022».

Процесс совершенствования конструкции названных тракторов еще не завершился. По программе импортозамещения в Республике Беларусь разработаны и поставлены на производство многие наукоемкие компоненты системы «BOSCH». Для освоения производства других наукоемких компонентов потребуются дальнейшие усилия, так как изготовители агрегатов «BOSCH» не раскрывают их содержания. Соответственно в практикуме в полном объеме невозможно осветить их устройство. Применительно к современным тракторам «Беларус» разворачивается концепция фирменного обслуживания сельскохозяйственной техники. В какой-то мере это оправдано, так как полноценное техническое обслуживание, а тем более ремонт систем электрогидравлической автоматики, невозможно осуществить ни в рядовых условиях сельскохозяйственного предприятия, ни на ремонтных предприятиях агропромтехники. В соответствии с учебными программами в части 1 лабораторного практикума рассматриваются:

- технические характеристики и гидросхемы гидронавесных устройств;
- гидронасосы и масляные баки;
- гидрораспределители.

В части 2 планируется рассмотреть:

- гидравлические регуляторы;
- гидронавесные устройства;
- диагностика и регулирование ГНС.

# Лабораторная работа № 1

## «Гидросхемы и технические характеристики<sup>1</sup> гидронавесных систем тракторов «Беларус»»

### Назначение гидравлических навесных систем (ГНС) и тенденции развития

ГНС предназначена для управления навесными, полунавесными, гидрофицированными прицепными сельскохозяйственными машинами и транспортными прицепами, состоит из гидравлического привода и навесного устройства.

Основные показатели, характеризующие энергетические возможности гидросистемы с.-х. трактора – *удельная грузоподъемность навесного оборудования* (в процентном отношении к эксплуатационной массе трактора) и *используемая для его привода удельная мощность* (в процентном отношении к номинальной мощности двигателя).

По таблице 1.1 (составленной по материалам журнала «DLZ» за 2001 г., охватывающим свыше 500 моделей тракторов, продаваемых на европейском рынке), можно оценить *удельную грузоподъемность* (по сравнению с весом трактора) навесных систем с учетом мощностного диапазона тракторов. Даже на многих маломощных тракторах (до 25 кВт) этот показатель достиг эксплуатационной массы трактора, на самых многочисленных (41 - 110 кВт) грузоподъемность большинства моделей превышает названную массу, а в диапазоне 111–150 кВт она выше в 1,2–1,5 раза. Только у тракторов мощностью выше 150 кВт удельная грузоподъемность несколько ниже (100–120%).

Стандартом ИСО 730-1 в гидросистемах тракторов мощностью до 48 кВт предусмотрен *отбор на паре выводов* расход до 30 л/мин. На тракторах мощностью до 92 кВт отбираемый расход должен составлять 50 л/мин, выше 92 кВт – более 80 л/мин.

Расход в гидросистемах с.-х. тракторов регулируется двумя способами: дроссельным (с шестеренным насосом) при расходе до 80 л/мин и объемным (с аксиально-поршневым насосом с регулятором подачи) при большем расходе. Поэтому каждую рабочую секцию распределителя гидросистемы оснащают регулятором, ограничивающим максимальный расход, передаваемый потребителю.

Гидросистемы с максимальным расходом свыше 100 л/мин в основном являются системами, чувствительными к нагрузке (СЧН). Ими оснащаются практически все модели тракторов мощностью свыше 100 кВт.

---

<sup>1</sup> Технические характеристики гидронавесных систем тракторов «Беларус» приведены в приложении 1

Таблица 1.1 – Основные показатели, характеризующие энергетические возможности гидросистемы с.-х. трактора

Показатели	Мощность трактора, кВт			
	41–75	76–110	111–150	Свыше 150
<i>Рабочие параметры:</i>				
удельная грузоподъемность, %	80–140	100–150	100–150	100–120
удельная мощность, %	20–40	30–40	30–40	20–30
максимальное давление, МПа	17–18	18–21	18–21	20–21
максимальный расход, л/мин	40–70	50–120	100–120	100–175
<i>Функциональные свойства:</i>				
регулирование расхода	Дроссельное или объемное		Объемное	
автоматическое регулирование навески	Гидромеханическое или электронное		Электронное	
ограничение расхода для внешних потребителей	Дроссельное или объемное		Объемное	
привод рулевого управления	Объемно-гидравлический (ОГРУ)			
<i>Насос</i>	Шестеренный или аксиально-поршневой		Аксиально-поршневой	

### ГНС с гидромеханическим регулятором трактора «Беларус 1022/1221/1221В»

Основными агрегатами гидравлической системы являются (рисунок 1.1): гидравлический насос (1), распределитель (4), цилиндр (26), силовой (позиционный) регулятор (14), масляный бак (2) с фильтром (6), смеситель (37), присоединительная арматура и органы управления.

**Масляный бак с фильтром** является резервуаром для рабочей жидкости гидронавесной системы. На баке установлены распределитель с рукоятками управления, насос с приводом и рукояткой включения. Сверху бак закрыт крышкой, в которую установлен сливной фильтр.

**Заднее навесное устройство** трехточечное служит для присоединения к трактору навесных и полунавесных машин и орудий.

ГНС обеспечивает управление орудиями в следующих режимах: *высотное регулирование; силовое регулирование; позиционное регулирование; смешанное (позиционно-силовое) регулирование.*

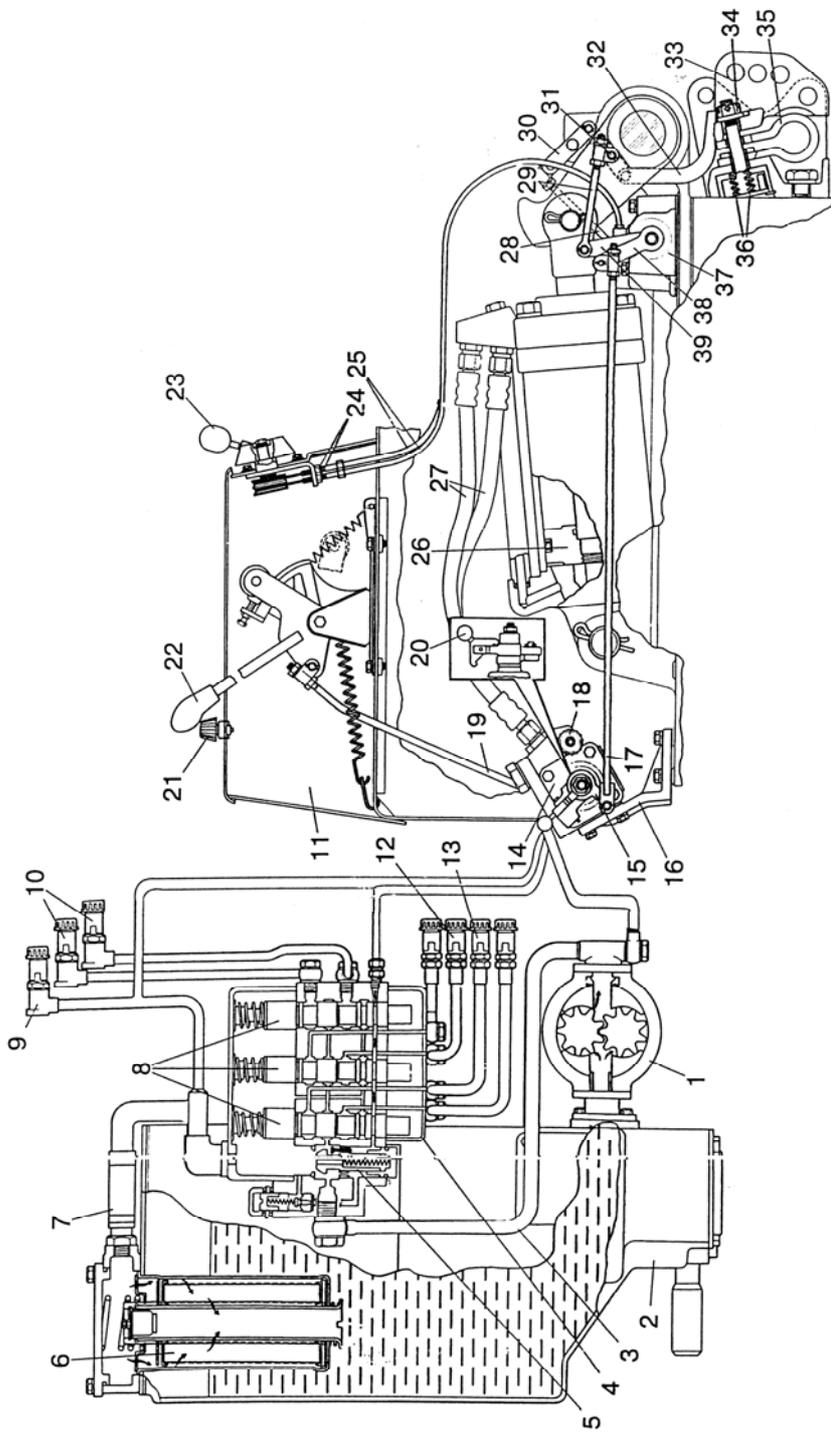


Рисунок 1.1 – Размещение агрегатов гидравлической системы тракторов «Беларус 1025/1221/1221В»:

1 – масляный насос; 2 – масляный бак; 3 – нагнетательный маслопровод к распределителю; 4 – гидрораспределитель; 5 – перепускной (переливной) клапан; 6 – масляный фильтр; 7 – сливной маслопровод; 8 – золотники управления выносными цилиндрами; 9 – вывод сбросного слива; 10 – боковые правые выходы; 11 – пульта управления; 12 – задние левые выходы; 13 – задние правые выходы; 14 – силовой регулятор; 15 – рычаг регулятора; 16 – кронштейн; 17 – тяга регулятора; 18 – маховичок регулятора скорости коррекции; 19 – тяга управления регулятором; 20 – рукоятка включения смесителя сигналов; 21 – упор регулятора; 22 – рукоятка управления регулятором; 23 – управление смесителем сигналов; 24 – болты регулятора длины тросов; 25 – тросы управления смесителем сигналов; 26 – цилиндр автономный; 27 – шланги цилиндра; 28 – тяга силового датчика; 29 – тяга позиционного датчика; 30 – двуплечий рычаг; 31 – позиционный датчик; 32 – поводок серьги центральной тяги механизма навески; 33 – серьга центральной тяги; 34 – регулировочная гайка силового датчика; 35 – пружина силового датчика (сжатия); 36 – пружина силового датчика (растяжения); 37 – смеситель сигналов; 38 – рычаг тяги регулятора; 39 – рычаг позиционного регулятора

**Управление ГНС** осуществляется распределителем и регулятором. Каждая рукоятка распределителя может быть установлена в одно из четырех положений: *«Нейтраль» – среднее положение; «Подъем» – нижнее положение; «Плавающее» - верхнее положение; «Принудительное опускание» - между положениями «Нейтраль» и «Плавающее».*

Управление регулятором осуществляется рукояткой, расположенной справа от сиденья оператора. Рукоятка может занимать следующие положения: *«Транспортное – Нейтраль» – рукоятка (ролик) упирается в край сектора; «Подъем» – крайнее заднее положение; «Зона регулирования» – рукоятка находится в зоне спереди от «Нейтраль»; «Принудительное опускание» – крайнее переднее положение (вместе с сектором).*

### **ГНС с электрогидравлическим регулятором «BOSCH» трактора «Беларус 1522/2022/2522/2822/3022»**

Гидросистема обеспечивает работу навесного устройства и гидрофицированных рабочих органов агрегируемых с трактором сельскохозяйственных машин. Она дает возможность применения высотного, силового, позиционного или смешанного способов регулирования глубины хода рабочих органов сельхозмашин и орудий.

Навесное устройство управляется регулятором с электромагнитным управлением, который обеспечивает силовой, позиционный и смешанный способы регулирования при работе с навесными и полунавесными орудиями. Гидросистема (рисунок 1.2) включает в себя масляный бак 2, установленный на верхней плоскости корпуса сцепления, шестеренный масляный насос 16 с приводом 17, смонтированные с левой стороны корпуса сцепления, золотниково-клапанный регулятор BOSCH 10, гидрораспределитель BOSCH 6 управления выносными гидроцилиндрами и два гидроцилиндра 8 ЗНУ (Ц90х250), сливной масляный фильтр 11, закрепленный на верхней крышке заднего моста. Гидравлические устройства соединены магистралями низкого давления (5, 12, 13, 15), маслопроводами и рукавами высокого давления 4, 7, 9, 14.

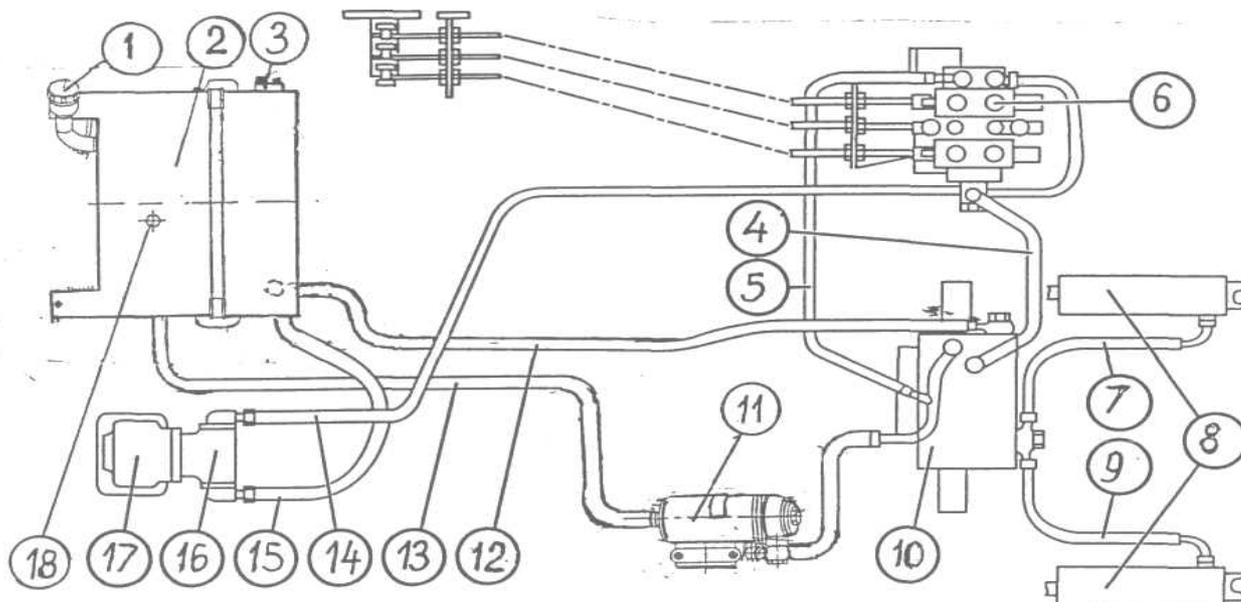


Рисунок 1.2 – Гидравлическая схема трактора Беларус 2022»

1 – пробка маслозаливной горловины; 2 – масляный бак ГНС; 3 – указатель уровня масла; 4 – маслопровод высокого давления; 5 – сливной маслопровод; 6 – распределитель БОШ управления выносными гидроцилиндрами; 7, 9 – рукава высокого давления; 8 – гидроцилиндры ЗНУ; 10 – золотниково-клапанный регулятор БОШ; 11 – сливной масляный фильтр; 12 – маслопровод низкого давления; 13 – сливной маслопровод; 14 – нагнетательный маслопровод; 15 – всасывающий маслопровод; 16 – масляный насос ГНС; 17 – привод масляного насоса; 18 – сапун масляного бака

### Принципиальная схема и расположение агрегатов ГНС

На тракторе «Беларус 2522/2822/3022» установлена электрогидравлическая система управления ЗНУ на базе регулируемого насоса фирмы «Rexroth». Принципиальная и конструктивная схемы представлены на рисунках 1.3–1.5.

Навесное устройство управляется регулятором с электромагнитным управлением, который обеспечивает силовой, позиционный и смешанный способы регулирования при работе с навесными и полунавесными орудиями.

Гидросистема (рисунки 4 и 5) включает в себя масляный бак 1, установленный с правой стороны коробки передач, насос переменной производительности 2, привод насоса 3, обеспечивающий 2100 об/мин насоса при номинальных оборотах двигателя, регулятор 4 (EHR-23LS), распределитель 5 (SB-23LS) и два гидроцилиндра 6 задней навески (Ц110x250).

Магистрали низкого давления (всасывающие и сливные) 7, 8, 9, 17 выполнены шлангами, а магистрали нагнетательные 10, 12, 13 - армированными рукавами высокого давления (РВД).

Насос гидросистемы переменной производительности аксиально-поршневой с героторным насосом подпитки обеспечивает работу заднего и переднего НУ.

# Трактор Беларус 2522

Схема ЗНУ  
электронно-гидравлическая

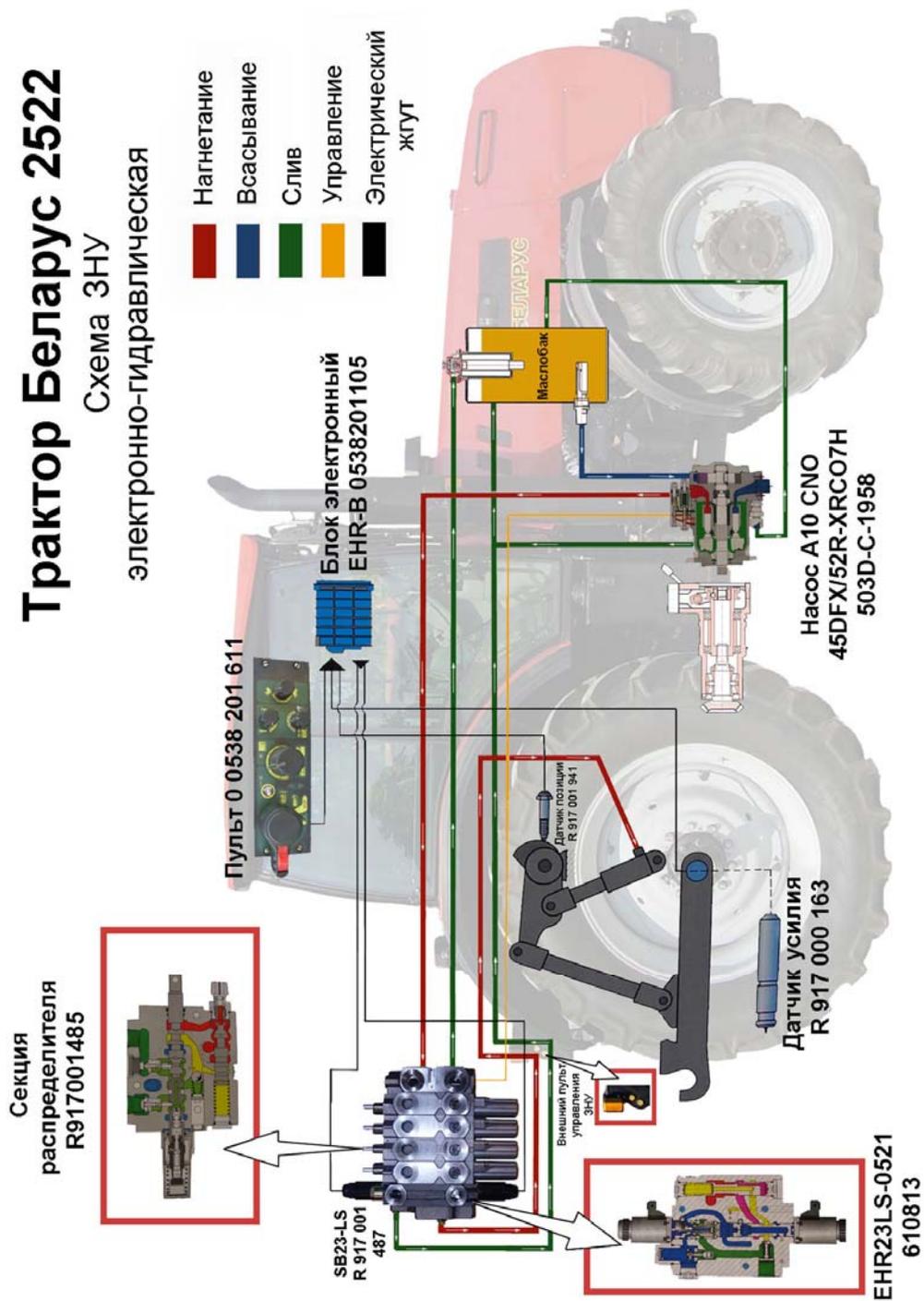


Рисунок 1.3 – Схема электрогидравлическая трактора БЕЛАРУС 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ (конструктивная)

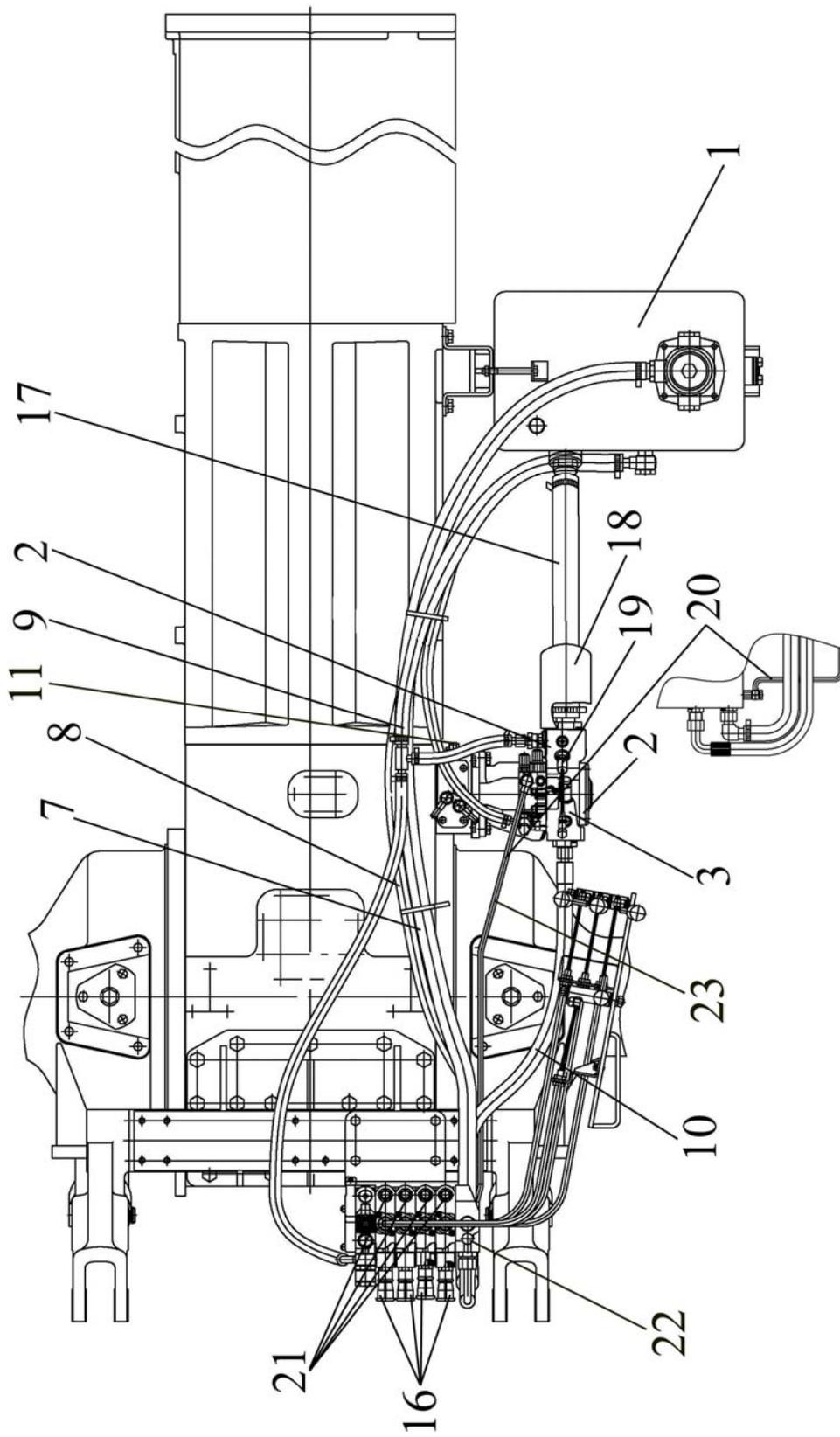


Рисунок 1.4 – Размещение агрегатов гидросистемы тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022ДВ» (вид сверху):

1 – масляный бак; 2 – насос А10СN045; 3 – привод насоса; 7, 8, 9 – рукава низкого давления; 10 – рукав высокого давления; 11 – валик включения насоса; 16 – муфты быстроразъемные; 17 – всасывающий рукав; 18 – фильтр; 19 – датчик засоренности; 20 – магистраль LS; 21 – регуляторы расхода; 22 – крышка нагнетательная; 23 – магистраль управления. LS

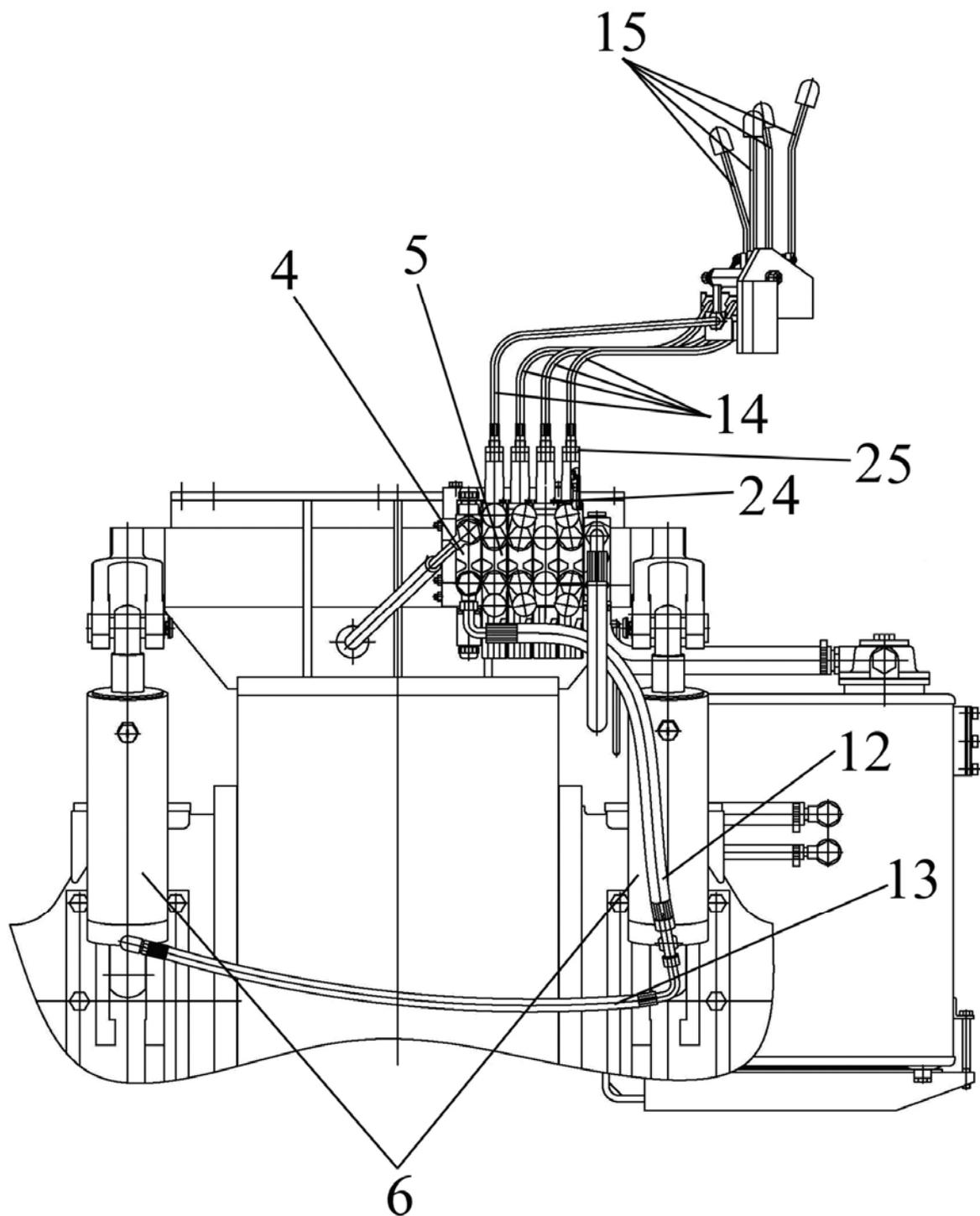


Рисунок 1.5 – Размещение агрегатов гидросистемы тракторов «Беларус 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ» (вид сзади):  
 4 – Регулятор EHR-23LS; 5 – Распределитель SB-23LS; 6 – Гидроцилиндры Ц110х250; 12, 13 – рукава высокого давления; 14 – Тросы с адаптерами; 15 – Рычаги управления распределителем, 24 – болты крепления адаптеров, 25 – контргайка

Привод гидронасоса отключаемый, независимый от муфты сцепления, установлен с правой стороны корпуса заднего моста. Привод обеспечивает 2100 об/мин насоса при номинальных оборотах дизеля, а включение шариковой муфтой позволяет осуществлять «включение - отключение» насоса при работающем на минимальных оборотах дизеле. Включение насоса производится поворотом валика 11 гаечным ключом до упора против часовой стрелки (по ходу трактора).

**ВНИМАНИЕ!** Отключение насоса допускается в аварийных ситуациях (например при разрыве РВД).

Распределитель и регулятор фирмы «BOSCH» объединены в один узел. Распределитель четырехсекционный<sup>2</sup>, четырехпозиционный<sup>3</sup>. Золотники всех секций распределителя имеют фиксацию в позициях «нейтраль» и «плавающая». Золотник, правой по ходу трактора секции, кроме того, имеет фиксацию в позиции «подъем» и снабжен автоматом возврата из позиции «подъем» в позицию «нейтраль». Все секции имеют регуляторы расхода (маховичок со стороны управления золотником), позволяющие поддерживать заданные потоки на выводах независимо от нагрузки.

Выходные отверстия трех секций распределителя используются для задних выводов гидросистемы и снабжены быстроразъемными муфтами 16. Третья от напорной крышки секция распределителя, как правило, используется для управления передним навесным устройством (ПНУ).

Управление золотниками распределителя осуществляется рычагами 15 посредством тросов с адаптерами 14.

### **Гидравлическая схема**

В опытных образцах трактора «Беларус 2522/2822/3022» использован аксиально-поршневой регулируемый насос 4 мод. A10VCO фирмы Rexroth, ФРГ (максимальный рабочий объем 45 см<sup>3</sup>). Встроенный шестеренный насос подает рабочую жидкость на вход качающего узла регулируемого насоса через фильтр тонкой очистки.

Подачей насоса управляет секционный распределитель мод. ZMS 23LS фирмы Bosch.

Функциональные особенности гидросхемы (рисунок 1.6) управления навесным и рабочим оборудованием трактора состоят в следующем. При нейтральном положении золотников распределителя секций 11, 12, 13 и выключенных магнитах секций канал X управления регулятором 5 аксиально-поршневого насоса 3 соединен со сливом. Поэтому нагнетаемая насосами 2 и 3 жидкость перемещает верхний золотник регулятора вправо, открывая дос-

---

<sup>2</sup> распределитель имеет четыре рукоятки и четыре золотника для подачи масла по четырем линиям;

<sup>3</sup> распределитель имеет четыре положения рукоятки

туп в поршень управления положением наклонной шайбы. В результате угол ее наклона уменьшается и производительность насоса сокращается до минимума, причем давление (1,5 МПа) определяется усилием пружины верхнего золотника регулятора.

При перемещении, например, золотника в одно из рабочих положений канал управления  $X$  соединяется с рабочей гидролинией потребителя. В результате в пружинной полости верхнего золотника регулятора 5 возникает давление и золотник перемещается влево. Полость поршня управления положением шайбы соединяется со сливом, смещаясь вправо, и угол наклона последней увеличивается, повышая производительность насоса. Его подача будет определяться проходным сечением на золотнике распределителя, так как перепад давления здесь поддерживается постоянным.

В крайней правой фиксируемой позиции золотника, обеспечивающей «плавающее» положение рабочего органа агрегируемой машины, канал управления  $X$  также соединяется со сливом, создавая тем самым условия для работы насоса 3 на минимальной подаче.

В случае одновременного включения двух и более потребителей система передачи сигнала давления наибольшей нагрузки, передает сигнал по каналу  $X$  к регулятору 5 насоса 3 и он выходит на подачу, обеспечивающую в напорной гидролинии давление, равное суммарному от наибольшей нагрузки и усилия пружины верхнего золотника регулятора 5 насоса 3. Если не принять соответствующие меры, то на проходном сечении золотника менее нагруженного потребителя возникнет перепад давления, превышающий заданный пружинной регулятора, и поток рабочей жидкости в первую очередь начнет поступать к менее нагруженному потребителю. Для исключения этого явления в напорной гидролинии  $P$  каждой секции устанавливают редукционный клапан 16, уменьшающий перепад давления на золотнике менее нагруженного потребителя. Если подача насосов 2 и 3 при одновременно работающих потребителях больше их суммарного расхода, то на всех золотниках поддерживается одинаковый перепад давления, а расход определяется только размером проходного сечения распределительной секции. С целью сокращения утечек из запертой полости гидроцилиндра при транспортных переездах трактора в рабочих гидролиниях установлены управляемые обратные клапаны 20.

Для секций, предназначенных для систем автоматического регулирования положением навесного оборудования, этот клапан является штатным, предотвращающим частое срабатывание системы позиционного регулирования.

Для секций распределителя SB-23LS, обеспечивающих работу агрегируемых машин, эти клапаны устанавливают по заказу. В распределительной секции SB23LS такие клапаны открываются посредством воздействия основного золотника.

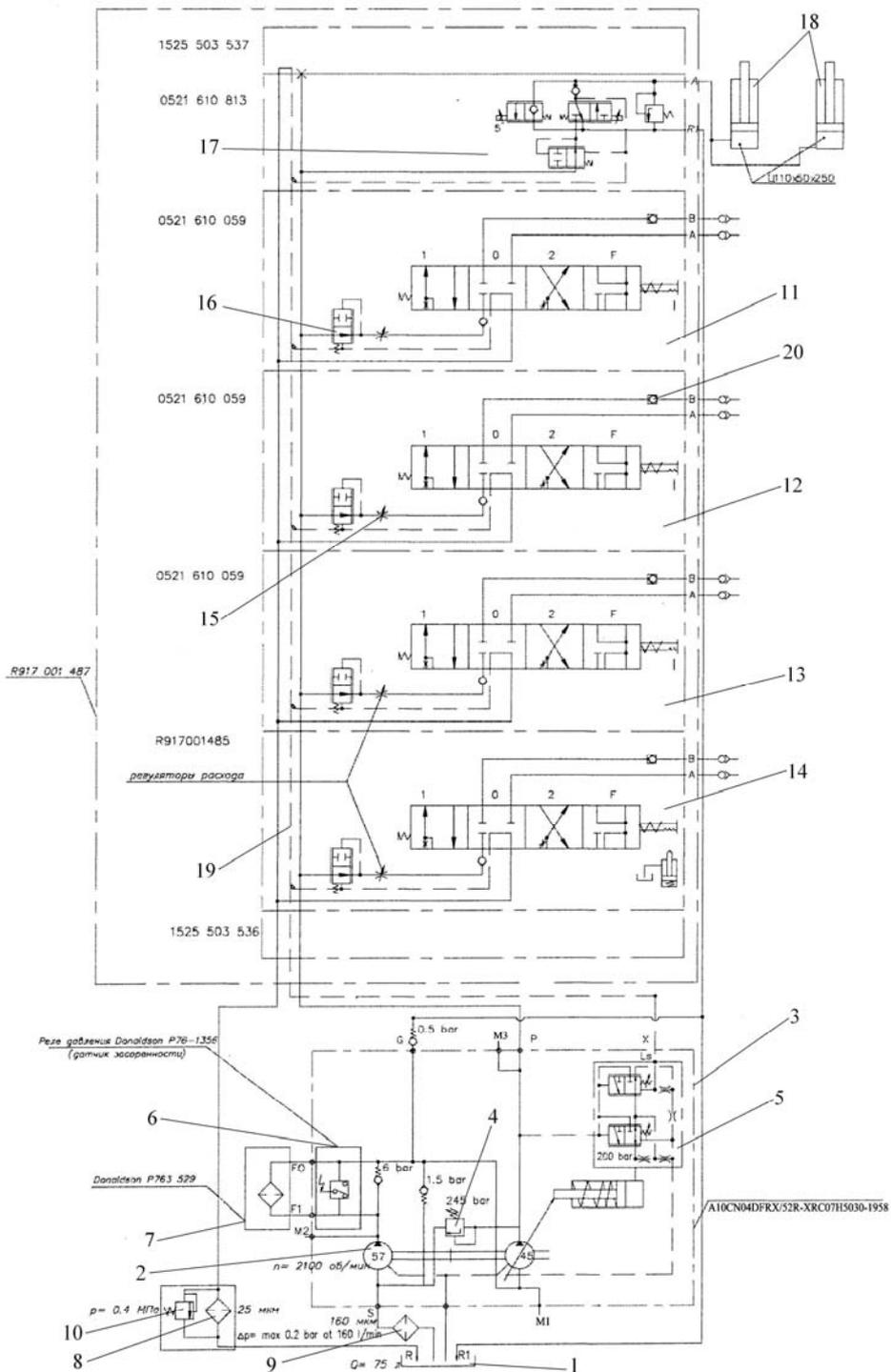


Рисунок 1.6 – Схема принципиальная гидравлическая трактора БЕЛАРУС-2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ:

*Агрегаты насосной станции:* 1 – масляный бак  $Q=75$  л; 2 – насос подпитки с рабочим объемом  $57$  см<sup>3</sup>/об; 3 – насос аксиально-поршневой А 10 CN04DFRX/152 регулируемый с максимальным рабочим объемом  $45$  см<sup>3</sup>/об; 4 – клапан редукционный  $p_w=245$  бар; 5 – регулятор аксиально-поршневого гидронасоса; 6 – реле давления (датчик засоренности фильтра); 7, 8 и 9 – фильтры; 10 - предохранительный клапан. *Агрегаты гидравлического распределителя SB-23LS:* 11, 12, 13 – секции выносных гидроцилиндров (3 шт); 14 – секция подъемника; 15 – регуляторы расхода (дрессели); 16 – клапаны редукционные. *Другие агрегаты:* 17 – регулятор HER 23LS; 18 - гидроцилиндр подъемника; 19 – канал управления; 20 – обратный клапан.

*Обозначения на схеме:* p – магистраль нагнетания; G – магистраль слива; X – магистраль управления; M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> – отверстия (порты) для подключения манометра; F<sub>1</sub>, FQ, Др - R<sub>1</sub> и R<sub>2</sub>

*Положения золотника:* 1 – подъем; 0 – нейтраль; 2 – принудительное опускание; F – плавающее

По сравнению с модификациями, обеспечивающими герметичность рабочей гидролинии в нейтральной позиции только за счет золотника, утечки рабочей жидкости при установке обратных клапанов сокращаются не менее чем в 4 раза.

Гидросистема оснащена дополнительными дросселем 15 ограничителя максимального расхода.

Гидравлическая система трактора «Беларус 2022» отличается от «Беларус 2522» (рисунок 1.7) тем, что отсутствует регулятор HER 23LS и XRW7H и аксиально-поршневой насос.

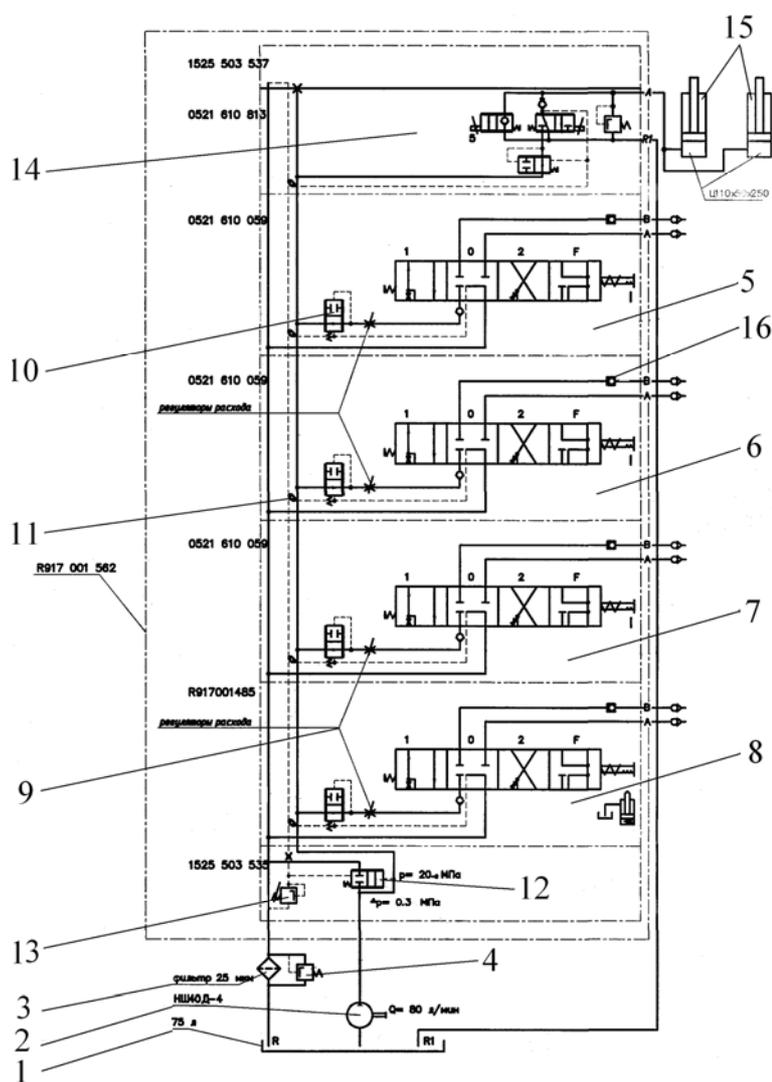


Рисунок 1.7 – Схема гидравлическая принципиальная трактора «Беларус-2022»

Агрегаты насосной станции: 1 – масляный бак  $Q=75$  л; 2 – насос НШНОД  $Q=80$  л/мин; 3 – фильтр; 4 – клапан предохранительный.

Агрегаты гидрораспределителя R 917 001 562: 5, 6, 7 – секции выносных гидроцилиндров; 8 – секция гидроподъемника; 9 – регуляторы расхода; 10 – редукционные клапаны; 11 – клапаны; 12 – дроссель; 13 – редукционный клапан; 14 – регулятор ENK 28 LS; 15 – гидроцилиндры подъемника; 16 – обратные клапаны

## Контрольные вопросы

1. Поясните назначение гидронавесной системы.
2. Дайте классификацию гидронавесных систем в соответствии со стандартом ИСО 730-1. Какими показателями характеризуются энергетические возможности гидросистемы с.-х. тракторов?
3. Какими двумя основными способами регулируется расход в гидросистемах с/х тракторов?
4. Перечислите основные элементы гидравлической навесной системы трактора «Беларус-1221», «Беларус-1523», «Беларус-2522».
5. Поясните общую работу гидронавесной системы и способы регулирования СЧН.

## Лабораторная работа № 2 «Гидронасосы и масляный бак»

### Насосы шестеренные

#### Обозначение гидронасосов

В зависимости от направления вращения ведущего вала насосы бывают левого и правого вращения. В насосах правого вращения рабочая жидкость переносится из полости всасывания в полость нагнетания при вращении ведущей шестерни по часовой стрелке (если смотреть со стороны привода), в насосах левого вращения – против часовой стрелки. Насосы не взаимозаменяемы; они используются для получения давления 25 МПа.

В соответствии с ГОСТ 8754-80 шестеренные насосы имеют маркировку, например: НШ-10-Е-2Л, НШ-50-У-3.

Первые две буквы обозначают, что насос шестеренный, цифры, стоящие рядом с буквами (10, 32, 50), указывают теоретическую подачу рабочей жидкости в см<sup>3</sup> за один оборот вала, следующая за цифрами буква (Е, У) указывает на тип насоса, еще одна цифра (2, 3, 4) указывает исполнение насоса. Последняя буква «Л» указывает на направление вращения, насосы правого вращения не маркируются.

В соответствии с ГОСТ 8754-80 шестеренные насосы по исполнению делятся на три группы и обозначаются цифрами 2, 3 и 4. К группе 2 относятся насосы с номинальным давлением нагнетания 14 МПа и рабочими объемами за один оборот 10, 32, 50 и 100 см<sup>3</sup>, к группе 3 соответственно 16 МПа и 4; 6,3; 10; 25; 32; 40; 50; 71; 100; 160 и 250 см<sup>3</sup>, к группе 4 – 20 МПа и 4; 6,3; 10; 25; 32; 40; 50; 71; 100; 160 и 250 см<sup>3</sup>.

#### Расчет параметров и показателей гидронасоса

Основными показателями гидронасоса являются: рабочий объем –  $q_0$ , давление –  $p$ , частота вращения –  $n$ , крутящий момент –  $M_{кр}$  и КПД –  $\eta$  (объемный –  $\eta_0$  и механический –  $\eta_m$ ).

Рабочий объем  $q_0$  показывает, какое количество рабочей жидкости проходит через насос за один оборот вала

$$q_0 = \frac{10^3 Q_T}{n}, \text{ см}^3/\text{об.}$$

Полный КПД насоса

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_i,$$

где  $\eta_0$  – объемный КПД насоса учитывает потери утечки:

$$\eta_0 = \frac{Q_{\delta}}{Q_{\dot{o}}}$$

Механический КПД насоса учитывает потери на трение

$$\eta_i = \frac{N_n}{N_{\dot{o}}} = \frac{N_n - N_i}{N_n},$$

где  $Q_{\phi}$  – фактическая производительность насоса, л/мин;

$Q_{\tau}$  – теоретическая производительность, л/мин;

$n$  – частота вращения входного вала, об/мин;

$N_n = \frac{Q_{\phi} \cdot p}{60}$  – полезная мощность насоса, кВт;

$N_{\dot{o}} = \frac{Q_{\dot{o}} \cdot \delta}{60}$  – теоретическая мощность гидр-го потока насоса, кВт;

$N_n = M_n \omega_n$  – мощность, затрачиваемая на привод насоса;

$N_m$  – мощность, затрачиваемая на преодоление механических потерь.

$p$  – давление в гидросистеме, МПа.

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{N_n}{\omega}, \text{ Н}\cdot\text{м};$$

или

$$M_{кр} = \frac{q_0 \Delta p n}{60},$$

где  $\Delta p = p_i - p_n$ ;  $p_i$  и  $p_n$  – давления соответственно на выходе – нагнетания и на входе - всасывание.

Напор насоса, м – высота, на которую насос может закачать рабочую жидкость

$$H = \frac{p}{\rho \cdot g},$$

где  $H$  – напор, м;

$\rho$  – плотность жидкой среды, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

### Устройство насосов типа НШ-К

Насосы НШ-К получили широкое применение в гидросистемах тракторов, сельхозмашин, мелиоративных и дорожных машин, подъемно-транспортных установках.

Насос состоит из корпуса 1 (рисунок 2.1) закрытого крышкой 3, выполненных из алюминиевого сплава. В корпусе размещен качающий узел, состоящий из ведомой 4 и ведущей 5 шестерен (легированная сталь), двух обойм – подшипниковой 7 и поджимной 6, изготовленных из алюминиевого сплава АМО-7-3, двух бронзовых платиков-уплотнителей 9. Обоймы 6 и 7 выполнены в виде полуцилиндров с гнездами для цапф шестерен.

Для уплотнения внешних утечек ведущий вал уплотняется двумя самоподжимными манжетами-сальниками 12, а крышка насоса – резиновым уплотнительным кольцом.

*Радиальное уплотнение* выполнено следующим образом. Подшипниковая обойма 7 опирается на цапфы шестерен и огибает наружную поверхность их зубьев.

Давление рабочей жидкости в зоне нагнетательного отверстия постоянно поджимает через манжету 10 обойму 6 к наружной поверхности зубьев шестерен. По мере износа шестерен и обоймы давление жидкости перемещает обойму в сторону шестерен, сохраняя этим нормальный зазор между поверхностями зубьев и обоймы.

*Уплотнение по торцам зубьев* выполняется, двумя платиками 9, помещенными в подшипниковый 7 и поджимной 6 обоймах. На стороне платиков, обращенной к крыльям обойм, выполнены четыре расточки. В три крайние вставлены резиновые манжеты малого диаметра, в среднюю манжета – 10 большего диаметра с центральным отверстием. Камеры манжет 10 через индивидуальные сверления, в платиках 9 сообщены с зоной нагнетания насоса. В расточки платиков кроме малых манжет устанавливаются стальные защитные шайбы.

Под давлением рабочей жидкости в камерах манжет платики прижимаются к торцам шестерен и обеспечивают уплотнение. На стороне платиков 9, примыкающих к торцам шестерен выполнены расточки диаметром 6 мм, которые предназначены для отвода жидкости из запертого объема впадин между зубьями в зону нагнетания. Соответственно уменьшается изнашивание насоса и повышается его КПД. Для уменьшения деформаций элементов поджимной обоймы 6 от усилий, действующих со стороны поджимных манжет 10 используются противоположно направленные усилия. Они получают в результате подвода жидкости из полости нагнетания по центральному отверстию в манжете 10 в специальные камеры, расположенные в корпусе 1 и крышке 3 насоса, уплотненные с помощью кольцевых манжет и защитных колец.

Подтекающая рабочая жидкость из под крышки насоса отводится по двум продольным пазам, выполненным на наружной поверхности поджимной обоймы 6, и далее – по зазору между корпусом, и фасками обойм и по прямоугольному пазу на подшипниковой обойме в полость всасывания А. По

указанному пазу, кроме того, перетекает, масло от днища корпуса и разгружаются от давления самоподжимные манжеты 12 ведущего вала. Чтобы предотвратить качающий узел от проворота в отверстие корпуса насоса для выхода шлицевого конца вала ведущей шестерни с внутренней стороны запрессована центрирующая втулка 8.

При сборке насоса необходимо соблюдать следующий порядок. Вначале пластики 9 вставляются в пазы поджимной обоймы. Затем укладываются в соответствующие выточки обе шестерни, но так, чтобы шлицованный конец, ведущего вала был обращен в сторону торца обоймы с широкой фаской. Сверху накладывается подшипниковая обойма 7 так, чтобы торцы с широкими фасками совпадали и сжимали их до соприкосновения цапф шестерен с подшипниками обоймы.

Качающий узел вставляют шлицованным концом вала вперед к доннику корпуса. После этого вставляют резиновое кольцо в канавку корпуса насоса, закрывают крышкой и зажимаются болтами.

### Работа гидравлического насоса НШ-32А-3 или НШ-32М-3

В конструкции насоса (рисунок 2.1) предусмотрен автоматический выбор зазоров по торцам и зубьям шестерен.

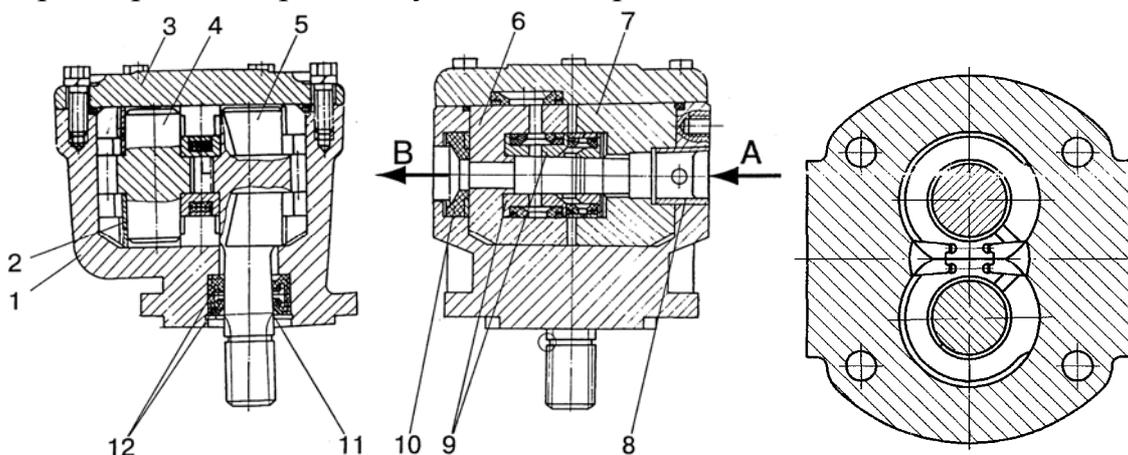


Рисунок 2.1 – Гидравлический насос:

«А» - всасывающее отверстие; «В» - нагнетательное отверстие; 1 – корпус; 2 – подшипник; 3 – крышка; 4 – ведомая шестерня; 5 – ведущая шестерня; 6 – поджимная обойма; 7 – подшипниковая обойма; 8 – центрирующая втулка; 9 – пластики; 10 – поджимная манжета; 11 - стопорное кольцо; 12 – манжета

Два пластика 9, установленные в подшипниковой 7 и поджимной 6 обоймах в зоне высокого давления, прижимаются к торцам шестерен 4 и 5. Давление масла в зоне отверстия «В» через манжету 10 постоянно прижимает обойму 6 к вершинам зубьев шестерен. Центрирующая втулка 8 исключает поворот подшипниковой обоймы 7 относительно корпуса 1.

Насос получает вращение от привода вала отбора мощности через промежуточную шестерню. Включать насос надо при минимальных оборотах дизеля переводом рукоятки включения вверх.

### Привод шестеренного масляного насоса гидросистемы

Масляный насос гидросистемы – шестеренный, правого вращения. Привод насоса – отключаемый, независимый от муфты сцепления, установлен с левой стороны корпуса сцепления (рисунок 2.2).

Привод состоит из корпуса 1, шестерни 2, установленной на шлицах вала 3, вращающегося в 2-х шарикоподшипниках. Шарики 4, помещенные в отверстие вала 3, замыкают или размыкают вал со шлицевыми втулками 5, 7 посредством обоймы 6, управляемойвилкой через четырехгранник валика 8.

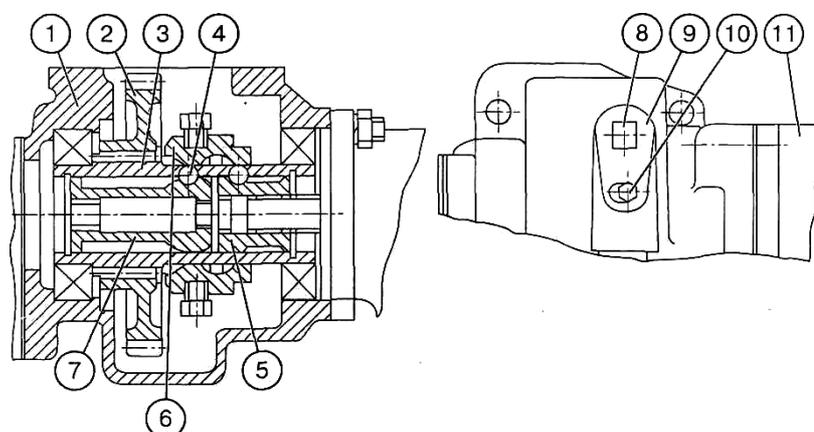


Рисунок 2.2 – Привод шестеренного масляного насоса гидросистемы

1 – корпус привода; 2 – шестерня привода; 3 – вал; 4 – шарики; 5 – втулка вала насоса; 6 – обойма; 7 – втулка; 8 – валик переключения; 9 – пластина стопорная; 10 – болт; 11 – насос

Шестерня 2 находится в постоянном зацеплении с шестерней привода ВОМ. В выключенном положении (см. схему включения) обойма 6 сдвинута в крайнее правое положение, шарики 4 под действием центробежных сил выходят из зацепления с втулкой 5 и вал 3 с шестерней 2 свободно вращается в подшипниках. Во включенном состоянии (обойма сдвинута в крайнее левое положение) шарики 4 конусом обоймы 6 заводятся в лунки втулки 5 и вращение от шестерни 2 через вал 3 и шлицевую втулку 5 передается на вал насоса. В приводе предусмотрена установка второго насоса (НШ10/16), приводимого от шлицевой втулки 7.

Привод обеспечивает 1980 об/мин вала насоса 11 при номинальных оборотах дизеля, а шариковая муфта 3, 4, 5, 6, 7 позволяет включать и отключать насос при работающем дизеле на минимальных оборотах холостого хода. Чтобы включить (выключить) насос:

а) ослабьте болт 10 на 1,5...2,0 оборота;

- б) гаечным ключом поверните за четырехгранник валик переключения 8 по (против) часовой стрелки до упора;
- в) затяните болт 10.

## **Насосы переменной производительности**

### **Насосный блок СЧН**

Принципиальная схема гидросистемы чувствительной к нагрузке, показанная на рисунке 2.3, представляет собой объединенную гидросистему трактора, запитываемую одним плунжерным насосом переменного расхода и конструктивно исполненную в виде отдельных гидравлических блоков, функционально связанных между собой гидравлическими магистралями. Система чувствительная к нагрузке (СЧН) с компенсацией давления и расхода является наиболее экономичной и современной, что и предопределяет ее выбор для энергонасыщенного трактора.

Объединенная гидросистема позволяет работать различным системам трактора независимых друг от друга с гидравлической запиткой от одного насоса с регулируемым расходом. Такими системами в частности являются автоматическая система регулирования положением навесного орудия, система управления бортовыми, выносными гидроцилиндрами. Одновременность работы необходима системам автоматического регулирования положением навесного орудия и управления выносными цилиндрами.

Исходя из этих функциональных условий выбирается производительность основного насоса. Для запитки двух выносных гидроцилиндров Ø110 мм соответственно требуется расход порядка 100 л/мин. Работа объединенной гидросистемы обеспечивается *насосным блоком*, состоящим из плунжерного насоса высокого давления А10СN045DFRX/52R объемом 45 см<sup>3</sup>/об и центробежного насоса подпитки объемом 57 см<sup>3</sup>/об.

Мин/макс. число оборотов насоса	- 1000-3000 мин <sup>-1</sup>
Максимальное давление	- 200 бар
Минимальное давление	- 12 бар
Температура рабочей жидкости	- 20 - 90° С
Холодный старт	- 35° С

Клапанный блок, отслеживающий изменение давления и расхода SP-12 или MP-18.

На рисунке 2.3 показана конструкция насоса, а на рисунке 2.4 гидравлическая схема насосного блока. Основной плунжерный насос общим валом связан с центробежным насосом подпитки, обеспечивающим избыточное давление в гидросистеме.

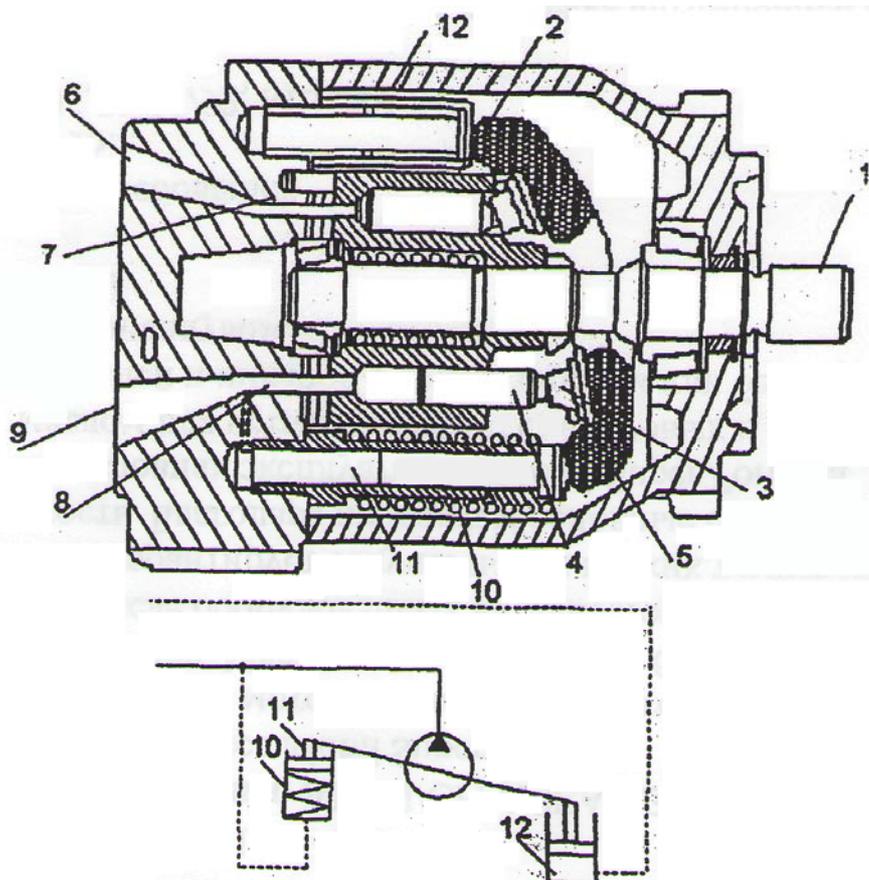


Рисунок 2.3 – Регулируемый аксиально-поршневой насос:

1 – приводной вал; 2 – блок цилиндров; 3 – опорные башмаки; 4 – плунжеры; 5 – наклонная шайба; 6 – всасывающее отверстие; 7, 8 – отверстия в распределителе; 9 – выходное (напорное) отверстие; 10 – возвратная пружина; 11 – направляющая; 12 – плунжер управления подачи

К особенностям насоса относятся:

- наличие сквозного вала для привода тандемируемого насоса;
- конструктивное исполнение механизма возврата (поджима) наклонной шайбы;
- модульное исполнение регулятора подачи, создающего предпосылки для использования регуляторов различных модификаций (в том числе с электроуправлением и различными типами регулирования).

В образцах трактора «Беларус-2522» использован аксиально-поршневой регулируемый насос мод. A10VCN фирмы Rexroth, ФРГ (максимальный рабочий объем 45 см). Встроенный шестеренный насос подает рабочую жидкость на вход качающего узла регулируемого насоса через фильтр тонкой очистки.

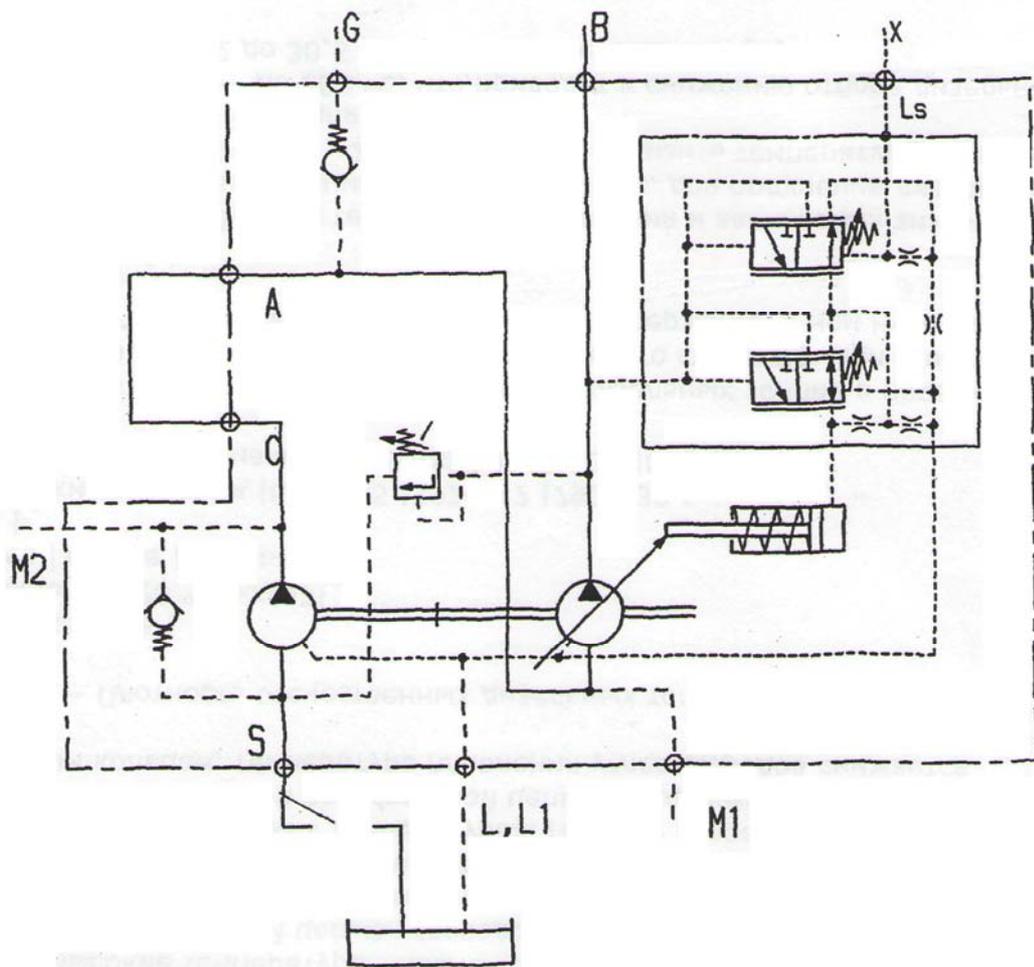


Рисунок 2.4 – Принципиальная схема насосного блока

$B$  – гидролиния высокого давления;  $S$  – гидролиния всасывания насоса подпитки;  $A/C$  – гидролиния фильтра  $L$ ,  $L_1$  – гидролиния слива;  $X$  – гидролиния управления расхода и давления регулируемого плунжерного насоса;  $G$  – гидролиния смазки трансмиссии;  $M_1$ ,  $M_2$  – гидролинии манометров

Подачей насоса управляет секционный распределитель мод. ZMS 23LS фирмы Bosch.

В последние годы широкое распространение получила *независимая от нагрузки система управления типа LS (Load Sensing System)*, обеспечивающая постоянную скорость его гидроцилиндра при любых внешних силовых воздействиях. Скорость гидроцилиндра определяется разностью величин потока, вырабатываемого силовой насосной установкой, и необходимой потребностью исполнительного гидроцилиндра.

Из принципиальной гидравлической схемы трактора БЕЛАРУС 2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ видно, что все секции распределителя ZMS 23-LS имеют регуляторы расхода, которыми следует пользоваться для выбора скорости перемещения гидроцилиндров (вращения гидромоторов) гидроприводов агрегируемых с трактором с/х машин. Зависимость величин

ны подачи на выходах секций распределителя от угла поворота маховичков регуляторов представлена на диаграмме рисунок 2.5.

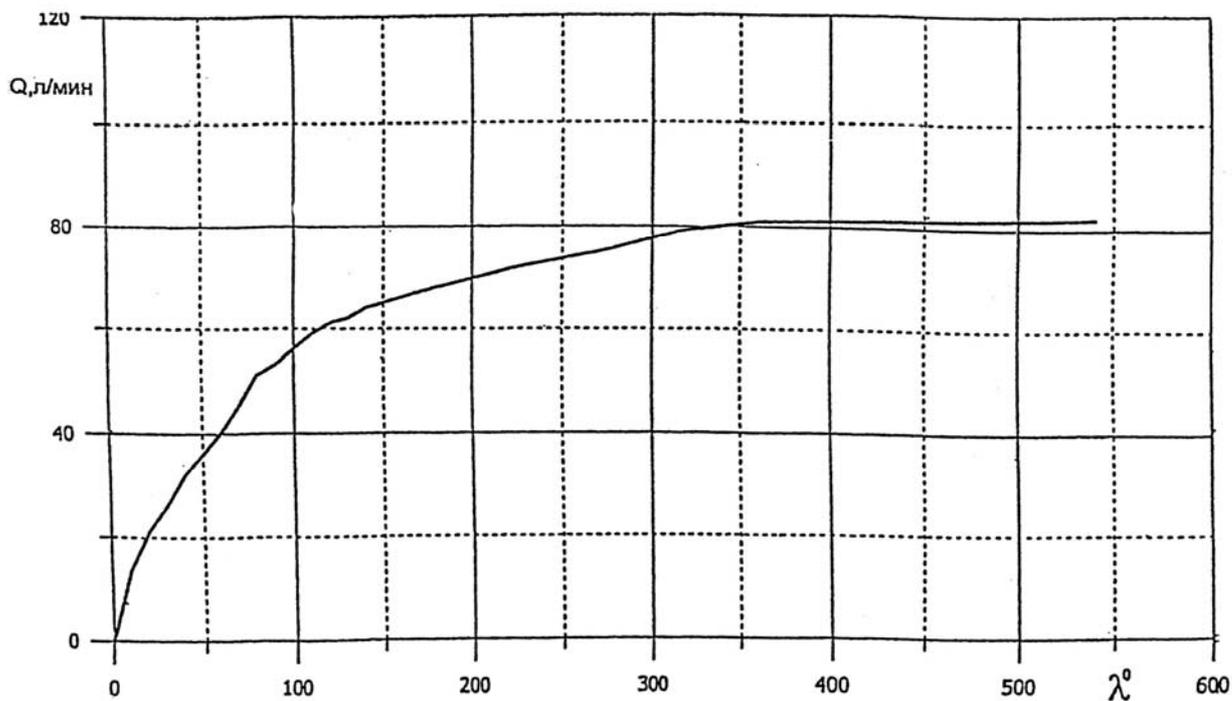


Рисунок 2.5 – Зависимость подачи насоса от угла поворота маховичка  $Q = f(\lambda)$

### Привод насоса переменной производительности

Привод насоса (рисунок 2.6) состоит из корпуса 1, внутри которого установлена вал-шестерня 2, вращающаяся в двух конических подшипниках. Шлицевой конец вал-шестерни соединен с валом 3, который через шарики 7 и втулку 5, в которую входит хвостовик насоса 8, передает момент на последний. Запирание шариков осуществляется муфтой 4, управляемой вилкой 6. При повороте вилки по часовой стрелке со стороны рычага 9 включения, муфта 4 запирает шарики между валом 3 и втулкой 5 и обеспечивая включение насоса.

При повороте вилки 6 против часовой стрелки шарики под действием центробежных сил входят в расточку муфты 4 и разъединяют вал 3 и втулку 5, происходит отключение насоса.

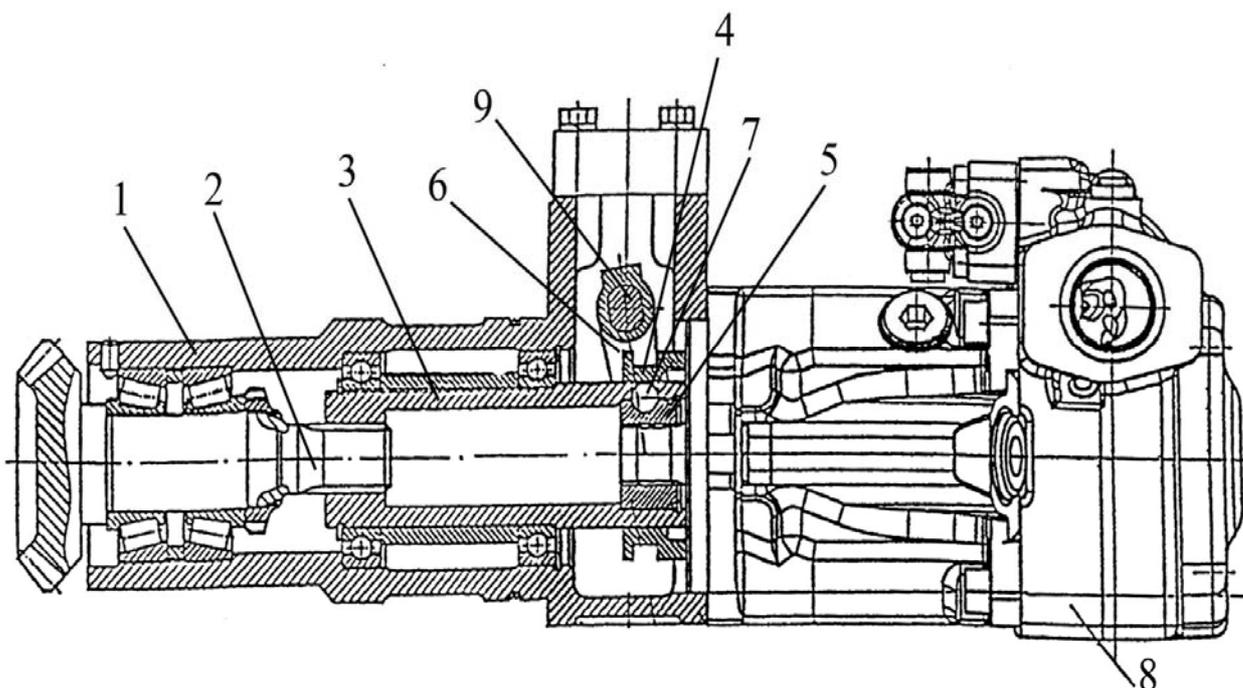


Рисунок 2.6 – Привод насоса переменной производительности:  
 1 – корпус; 2 – вал-шестерня; 3 – вал; 4 – муфта; 5 – втулка;  
 6 – вилка; 7 – шарик; 8 - насос (A10CN045); 9 – рычаг

### Маслобак

На тракторах, устанавливается маслобак (рисунок 2.7); измененной конструкции. На передней стенке маслобака выполнены два соединения 8 для безнапорного слива дренажа насоса и избыточного расхода насоса подпитки, на всасывании установлен фильтр заборник 1 с сеткой 200 мкм, который необходимо промыть при замене масла.

Крышка фильтра 2 имеет три входных отверстия М30х1,5, позволяющих наряду со сливом от распределителя обеспечить возможность организации слива гидромоторов гидропривода с/х машин, агрегатируемых с трактором.

В один из болтов безнапорного слива ввернут датчик 7 аварийной температуры масла ТМ 111-12. При превышении температуры масла  $\approx 85^{\circ}\text{C}$  на пульте кабины загорается красная лампочка аварийной температуры.

Механизатор при этом должен заглушить трактор и выяснить причину перегрева и устранить неисправность.

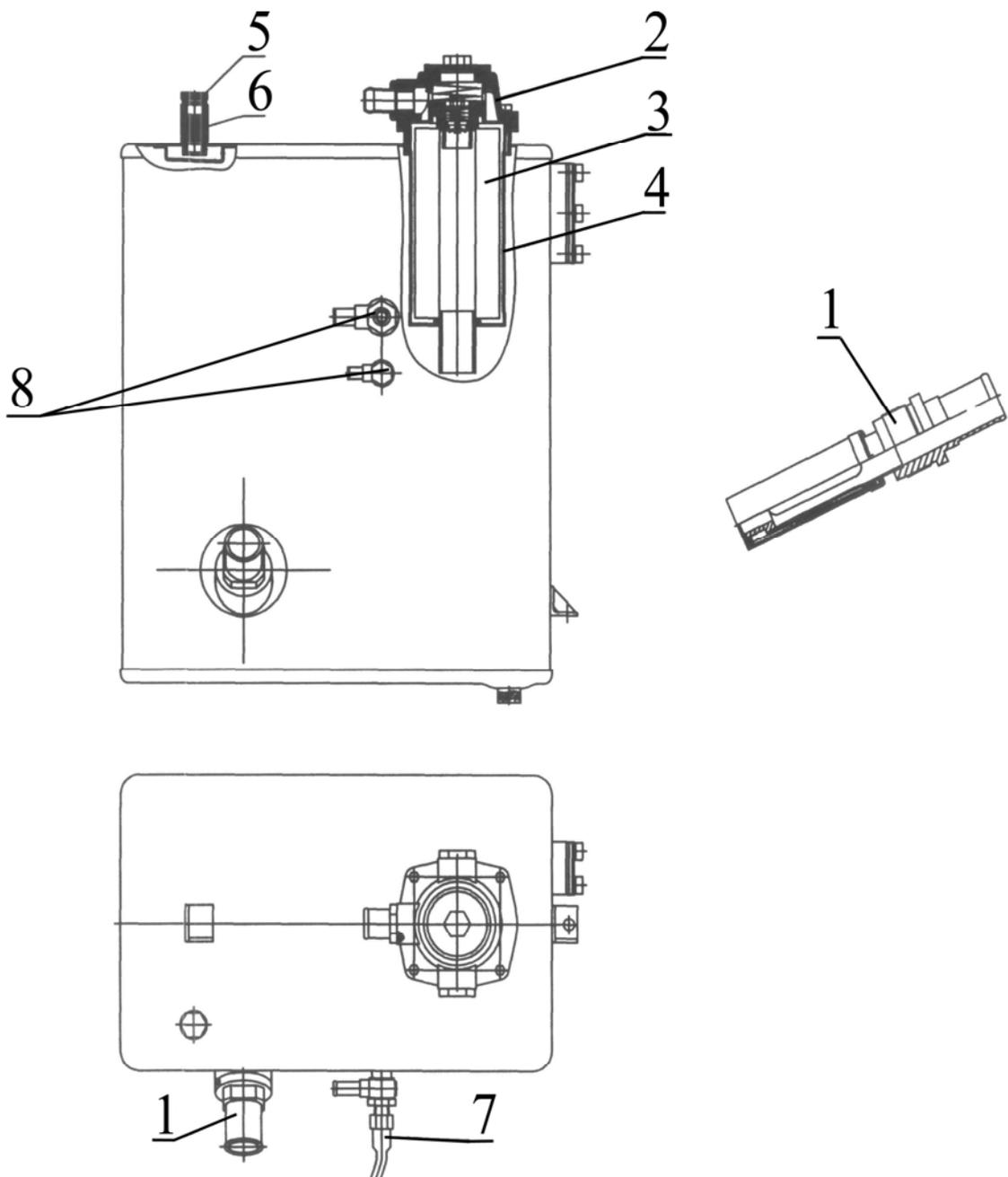


Рисунок 2.7 – Маслобак:

1 – фильтр-заборник; 2 – крышка фильтра; 3 – фильтр сливной; 4 – корпус фильтра; 5 – пробка сапуна; 6 – фильтрующий элемент сапуна; 7 – датчик аварийной температуры масла ТМ 111-12

На тракторе может быть установлен маслобак большей емкости ( $\approx 100$  литров, рисунок 2.8), оборудованный сапуном фирмы «Sofima», Италия с бумажным фильтрующим элементом, который необходимо менять при сезонном ТО или по мере загрязнения маслобака. Также этот маслобак оборудован двумя сливными отверстиями, что обеспечивает полный слив отработанного масла при его регламентной замене.

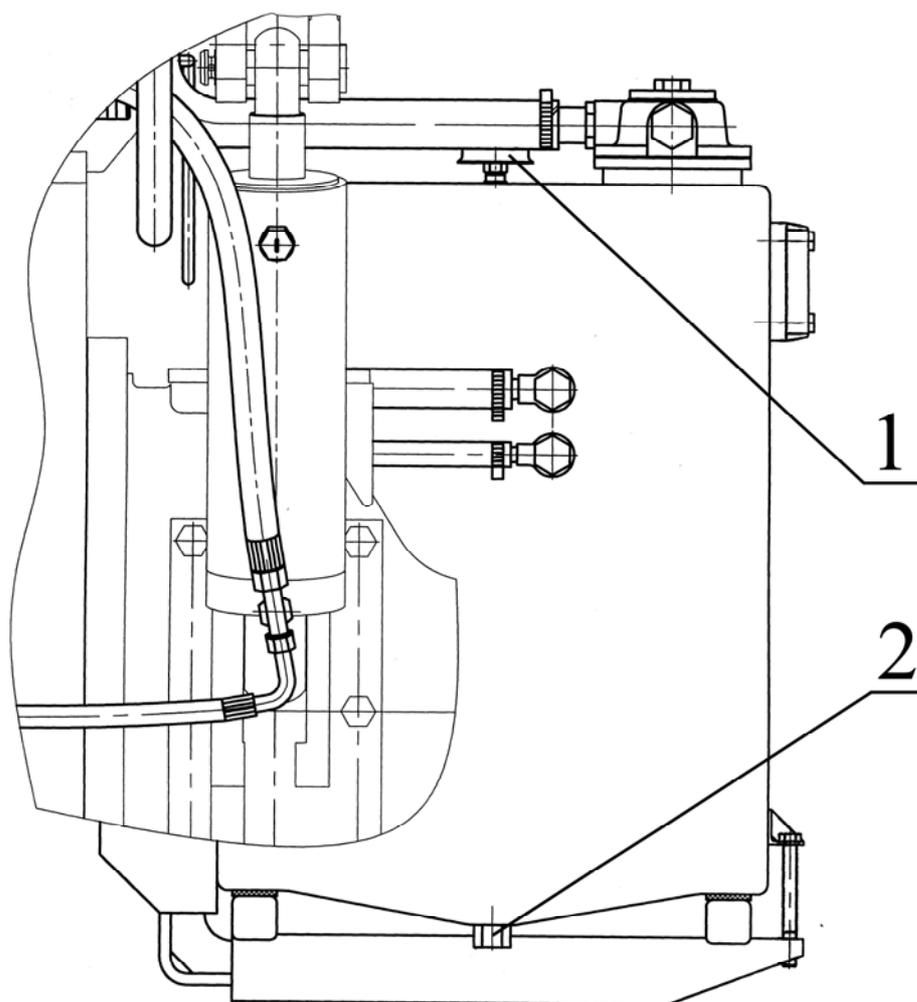


Рисунок 2.8 – Маслобак оборудованный сапуном фирмы «Sofima»  
1 – сапун; 2 – пробки сливных отверстий

### Контрольные вопросы

1. Расшифруйте марку насосов НШ-32-2 и НШ-50-3Л, укажите производительность и рабочее давление.
2. Назовите детали гидронасоса типа НШ и укажите их назначение.
3. Каким образом осуществляется поджим уплотняющей (поджимной) обоймы?
4. Из чего состоит качающий узел и как исключается проворачивание его во время работы?
5. Укажите пути подвода рабочей жидкости к пластикам для торцового поджима.
6. Назначение разгрузочных манжет, установленных в крышке и доньшке корпуса насоса.
7. Как устраняются внутренние и внешние утечки рабочей жидкости у насосов типа НШ, НШ-Е, НШ-У?
8. Порядок сборки насосов типа НШ.
9. Назовите основные параметры гидронасосов, приведите формулы для их определения.
10. Из каких материалов изготовлены основные детали насосов типа НШ?

## **Лабораторная работа № 3**

### **«Гидравлический распределитель»**

Гидравлический распределитель предназначен для управления работой основного и выносных гидроцилиндров и других потребителей, например гидромоторов. На тракторах «Беларус» используют распределители:

- «Беларус-1022/1222» - трехзолотниковые в монокорпусе Р-80-3/4. Буква Р обозначает распределитель, цифра 80 – максимальную пропускную способность л/мин, первая из последующих двух цифр указывает тип золотника, вторая – число золотников.
- «Беларус-1522/1822/2022» – трехзолотниковые секционные проточные, выпускаемые заводом «Гидропривод» в г. Гомеле РП-70. Обозначения приведены далее.
- «Беларус-2522/3022» – распределитель «BOSCH» ZMS-23-LS, включающий 4 секции распределителя и регулятор EHR-23-LS.

#### **Гидравлический распределитель Р80-3/4-111 тракторов «Беларус 1022» и «Беларус 1221»**

##### **Устройство распределителя**

Распределитель (рисунок 3.1) состоит из корпуса 28 с цилиндрическими расточками для установки золотников и клапанов, а также с каналами S, С и полостями К, Р, R, E, V для рабочей жидкости, верхней 29 и нижней 17 алюминиевых крышек, золотников 30 в сборе, предохранительного игольчатого 9 и перепускного тарельчатого 6 клапанов 25. Корпус 28 распределителя отлит из серого чугуна. С лицевой стороны в корпусе распределителя есть шесть горизонтально расположенных отверстий с резьбой М20х1,5 под штуцер нагнетательной линии, идущей от насоса.

Крайние секции распределителя для удобства монтажа снабжаются дополнительно двумя такими же резьбовыми отверстиями, расположенными на боковых плоскостях корпуса 28. Это, кроме того, позволяет при необходимости управлять через один золотник работой двух цилиндров. В двухзолотниковом распределителе дублирующих отверстий нет.

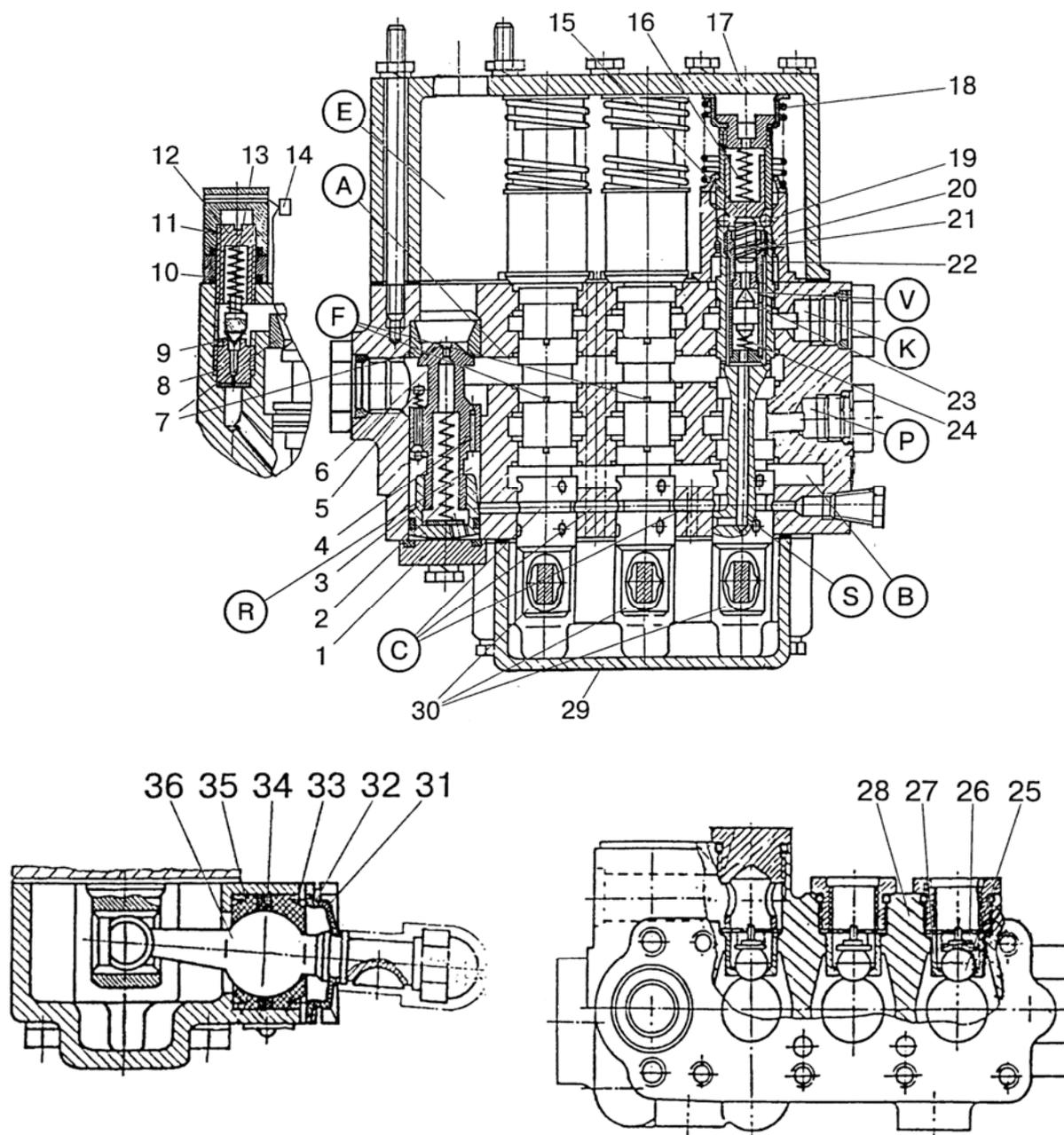


Рисунок 3.1 – Гидрораспределитель

1 – упор; 2 – пружина; 3 – направляющая; 4 – жиклерное отверстие; 5 – стержневой клапан; 6 – перепускной клапан; 7 – седло перепускного клапана; 8 – седло предохранительного клапана; 9 – игольчатый клапан; 10 – контргайка; 11 – колпачок; 12 – винт; 13 – пружина; 14 – пломба; 15 – фиксаторная втулка; 16 – пружина; 17 – крышка; 18 – пружина золотника; 19 – шарик фиксатора; 20 – обойма; 21 – толкатель; 22 – гильза; 23 – клапан бустера; 24 – пружина; 25 – шарик гидрозамка; 26 – пружина гидрозамка; 27 – седло гидрозамка; 28 – корпус; 29 – крышка; 30 – золотники; 31 – пыльник; 32 – крышка пыльника; 33, 35 – вкладыш сферы; 34 – кольцо уплотнителя; 36 – рычаг; «А» – нагнетательный клапан; «R» – поршневая полость; «С» – канал управления; «F» – выемка на золотнике; «В» – сливной канал; «K» – полость опускания; «V» – полость клапана бустера; «S» – отверстия радиальные в золотнике; «E» – сливная полость; «P» – подъемная полость

В нижней части корпуса расположено горизонтальное сверление *C*, которое называют *перепускным каналом* или *каналом дистанционного управления* у распределителей, предназначенных для работы с регулятором. Отверстие *C* с одной стороны соединяется с отверстием под перепускной клапан, а с другой через косое сверление – с полостью *B*. Наружный вывод к этому сверлению заглушен пробкой. Литая щель *B* называется *сливной полостью*. Она соединена со всеми отверстиями под золотники и с перепускным клапаном *б*. Кроме того, полость *B* соединена с вертикальным сливным колодцем *R*, расположенным в корпусе ближе к тыльной с верхней стороне распределителя. Вертикальное отверстие *R* соединяет пространства верхней и нижней крышек, что способствует выравниванию давления у обеих крышек распределителя.

У распределителей, предназначенных для работы с регулятором, канал *C* при помощи штуцера и трубопровода соединяется с силовым (позиционным) регулятором. Косое отверстие, соединяющее канал *C* с полостью *B*, у таких распределителей отсутствует.

В нижнем торце корпуса *28* распределителя есть восемь отверстий для болтов крепления крышки *29*. в верхнем торце расположено девять отверстий с резьбой для крепления нижней крышки *17* и одно отверстие с резьбой, являющееся колодцем предохранительного клапана *9*, в которое завернуты гнездо *8* и регулировочный винт *12*. В задней стенке корпуса выполнены четыре отверстия с резьбой под болты крепления распределены к кронштейну.

### **Привод распределителя**

В крышке *29* расположены три цилиндрических гнезда под двуплечие рычага *36*. Сфера рычага *36* опирается на два вкладыша *33* и *35*. Между вкладышами установлено резиновое уплотнительное кольцо *34*. На наружном конце рычага *36* помещается резиновый пыльник *31*.

Один конец двуплечего рычага *36* конусный и заканчивается шариком, срезанным с трех сторон. Этим шариком рычаг *36* плотно входит в отверстие золотника. Золотники управляются при помощи рукояток, посаженных на шпонке на цилиндрическую часть двуплечего рычага и фиксируется на нем колпачковой гайкой.

Крышка *17* служит приемником рабочей жидкости, сливаемой из гидросистемы, и своим пояском удерживает от осевых перемещений обоймы *20* фиксаторов. Кроме того, она играет роль упора для верхней обоймы *20*, когда золотник устанавливается в положение подъема. В нижней крышке против сливного отверстия тремя шпильками прикрепляют сливной фланец, служащий для соединения распределителя с баком для рабочей жидкости при помощи трубопровода. Верхнюю и нижнюю крышки распределителя уплотняют паронитовыми прокладками.

*Рабочими органами распределителя являются золотники.* Золотник имеет шесть распределительных поясков наружным диаметром 25 мм. Перемещая золотник в осевом направлении, пояски открывают или закрывают соответствующие окна и каналы корпуса распределителя, направляя таким способом рабочую жидкость в нужном направлении к нужному потребителю.

Каждый золотник независимо один от другого имеет четыре позиции: «Подъем», «Принудительное опускание», «Плавающая», «Нейтральная», соответственно четыре положения имеют рычаги управления 36 золотниками 30.

Крайнее верхнее положение рычага устанавливает золотник на подъем, крайнее нижнее – плавающее, среднее – нейтральное и положение рычага между нейтральным и плавающим – принудительное опускание. Золотники, установленные на позициях: «Подъем», «Плавающая» и «Нейтральная» фиксируются специальным устройством, а установленные на позиции «Принудительное опускание», в целях безопасности, не фиксируются, поэтому рукоятку управления в этом положении нужно удерживать рукой.

Золотник изготавливается из стали 15Х с наружной цементацией на глубину 0,8...1,3 мм и закалкой до твердости 50...55 единиц по Роквеллу. В двух широких поясках, служащих для перекрытия канала С в положениях золотника «Подъем» и «принудительное опускание», выполнены по три сверления под углом 120° друг к другу, которые предназначены для гидравлической разгрузки от действия боковой силы и для центрирования золотника, что обеспечивает его работу без гидрозащемления. Между четвертым и пятым поясками под углом 60° к оси золотника просверлены два отверстия, соединяющихся с осевым сверлением золотника 30, ведущим к бустерному устройству. Осевое сверление в золотнике 30 выполнено в виде трех ступеней, имеющих различные диаметры. В средней части отверстия нарезана резьба для завинчивания гильзы, а в верхней части отверстия – для завинчивания пробки.

В сечении II-II выполнены пять радиальных отверстий, в которых помещают фиксаторные шарики диаметром 6,35 мм. Ниже этих отверстий в сечении III-III просверлены еще пять радиальных отверстий S, предназначенных для слива рабочей жидкости, выходящей из бустерного устройства в полость верхней крышки.

*Бустерное устройство* предназначено для автоматического возврата золотника из положения «Подъем» в «нейтральное положение» в том случае, когда поршень упрется в крышку гидроцилиндра, т.е. выберет весь ход. Бустерное устройство помещено в гильзе и состоит из гильзы 22, гнезда клапана 23, направляющей 15, пружины 24, винта 18 и толкателя 21.

С верхнего торца гильзы 22 вставлена направляющая 15, которая перемещается в канале гильзы под действием пружины 16 или давления жидкости. Направляющая имеет вид колпачка, в доньшке которого под углом 30°

к оси симметрии выполнено сверление диаметром 1 мм и служит центрирующим передвижным упором для пружины 16 и клапана 23.

В гильзе 22 над направляющей 15 запрессовано гнездо клапана 23, в торце которого есть осевое ступенчатое отверстие, верхняя часть которого имеет диаметр 2,5 мм, а нижняя – 5,2 мм. Верхняя часть отверстия служит дросселем, а нижняя – гнездом для клапана, имеющего диаметр 3,97 мм. С нижнего торца гильзы пружина 24 сжата регулировочным винтом, в торце которого также есть осевое отверстие.

Отверстие служит для подвода рабочей жидкости толкателю 21 при увеличении давления в нагнетательной полости распределителя до 11...12,5 МПа. Это давление устанавливается с помощью пружины 24 и винта. После регулировки и проверки давления срабатывания клапана гильза ввертывается в золотник 30, а затем в нее устанавливается толкатель 21.

На наружной поверхности толкателя 21 выполнена винтовая канавка, служащая для центрирования рабочей жидкостью и предотвращения заедания толкателя в гильзе 22, а также для перепуска рабочей жидкости из бустерного устройства на слив.

Фиксаторное устройство золотника состоит из обоймы 20 фиксатора, пяти шариковых фиксаторов 19 диаметром 6,35 мм, направляющая 15 и пружины 16.

Направляющая втулка 15 выполнена в виде колпачка с коническим доньшком. Внутренняя цилиндрическая поверхность служит направляющей для пружины 16. Коническая часть втулки используется для выжимания фиксаторных шариков 19 в соответствующие углубления обоймы, а сверху в доньшко упирается хвостовик бустера.

Внутри обоймы 20 есть две кольцевые проточки, предназначенные для выжимания в них шариковых фиксаторов 19 при установке золотника в положение «Подъем» и «Плавающее». Схема работы гидрораспределителя показана на рисунке 3.2.

### **Работа распределителя (рисунок 3.1)**

#### **(а) «Нейтральное» положение**

Золотник 30 удерживается пружиной 18 в положении, при котором нагнетательный канал *A* отсоединен от полостей *K* и *P*, сообщающихся с цилиндром. Полости *K* и *P* отсоединены, в свою очередь, соответственно от сливной полости *E* нижней крышки и от сливного канала *B*. Для того, чтобы масло, находящееся под давлением в цилиндре, не перетекало по зазору между золотником и корпусом, в полости *P* установлен гидрозамок. В нейтральном положении шарик 25 находится над выемкой в золотнике и под воздействием пружины 26 и давления в цилиндре опускается до контакта с

пояском на седле 27, перекрывая выход масла из подъемной полости цилиндра на слив.

Масло, подаваемое насосом, направляется из нагнетательного канала *A* через открытый перепускной клапан *б* в полость *E* верхней крышки далее в бак, обеспечивая разгрузку насоса.

Открытие перепускного клапана в нейтральном положении обеспечивается за счет соединения канала управления *C* через выточку на золотнике по трубопроводу с регулятором и далее со сливом в бак. Жиклерное отверстие 4 в поршневой части перепускного клапана *б*, оказывая сопротивление движению масла из нагнетательной полости *A* в поршневую полость *R* и далее на слив, создает перепад давления, в результате чего в канале *A* давление больше, чем в полости *K*. Разница в давлении вызовет усилие, направленное вниз, больше, чем сумма усилий от давления в полости *K* и пружины 2, направленное вверх. В результате перепускной клапан *б* откроется.

#### **(б) Положение «подъем»**

Золотник соединяет канал *A* с подъемной полостью *P*, а полость *K* – со сливом *E*.

Канал управления *C* перекрывается золотником и перетекание масла по жиклерному отверстию 4 клапана *б* прекращается, вследствие чего давление в надпоршневой и подпоршневой зонах выравнивается и усилием пружины 2 клапан *б* садится на седло 7. Слив масла в бак прекращается и оно по каналу *A* через отверстие «Р» направляется в подъемную полость цилиндра сельхозорудия, отжимая от седла 27 шарик 25 гидрозамка. Из полости опускания цилиндра масло поступает в отверстие *K*, а затем по выточке в золотнике и через отверстия в обойме 20 фиксатора проходит в сливную полость *E* и далее в бак.

Перемещение поршня цилиндра на сельхозорудии происходит до тех пор, пока золотник находится в положении «подъем». Если перемещение поршня цилиндра прекращается (упор поршня в крышку цилиндра), а золотник удерживается трактористом, срабатывает предохранительный клапан 9, настроенный на перепуск масла через предохранительное устройство при давлении 180...200 бар.

Под давлением выше настроенного клапан 9 отрывается от седла 8 и поршневая полость *K* перепускного клапана *б* соединится со сливом.

В результате возникшего перетекания масла через жиклерное отверстие 4 перепускного клапана, клапан *б* приподнимется и пропустит основной поток от насоса в верхнюю крышку на слив под давлением, на которое отрегулирован предохранительный клапан.

Если рукоятка управления трактористом не удерживается, сработает устройство автоматического возврата золотника в нейтральное положение.

Возврат происходит при давлении на 5...10 бар ниже давления предохранительного клапана следующим образом: масло под давлением поступает через отверстие *S* и осевой канал в полость «V» клапана бустера 23 и сдвигает вверх толкатель 21 и фиксаторную втулку 15. Шарики 19 выйдут из проточки обоймы 20 и золотник под действием пружины 18 установится в «Нейтраль».

**(в) «Плавающее положение»**

Золотник соединяет обе полости цилиндра *K* и *P* со сливом. Шарик 25 гидрозамка попадает на цилиндрическую часть золотника, отжимается от седла и не препятствует перетеканию через него масла. Это позволяет поршню свободно перемещаться в цилиндре. Нагнетательный канал *A* отсоединен золотником от полостей цилиндра *K* и *P*, а канал управления через проточку в золотнике сообщен со сливом (см. «нейтральное положение») – масло, подаваемое насосом, через открытый перепускной клапан направляется в бак, обеспечивая разгрузку насоса.

**(г) «Положение – принудительное опускание»**

Шарик 25 гидрозамка, как и в позиции «плавающее», приподнят цилиндрической поверхностью золотника 30 и не препятствует проходу масла из полости подъема цилиндра.

В положении «принудительное опускание» золотник 30 соединяет канал *A* с полостью опускания *K*, а полость подъема цилиндра *P* – со сливом. В остальном работа распределителя происходит аналогично работе при установке золотника из положения «подъем».

Распределитель позволяет регулировать поток масла, поступающий от насоса в исполнительный цилиндр, и тем самым, замедлять или ускорять движение поршня. Изменение скорости движения поршня достигается дросселированием масла в выемках *F* на кромках золотников, в результате часть потока уходит на слив. Рукоятки при этом удерживаются в промежуточных положениях между позицией «нейтральное» и рабочим положением «подъем» и «принудительное опускание».

Стержневой клапан 5 установлен для обеспечения работы регулятора. Назначение и работа клапана 5 описаны в работе по регулятору («Силовой (позиционный) регулятор»). На рисунке 3.2 показана принципиальная схема работы секции гидрораспределителя.

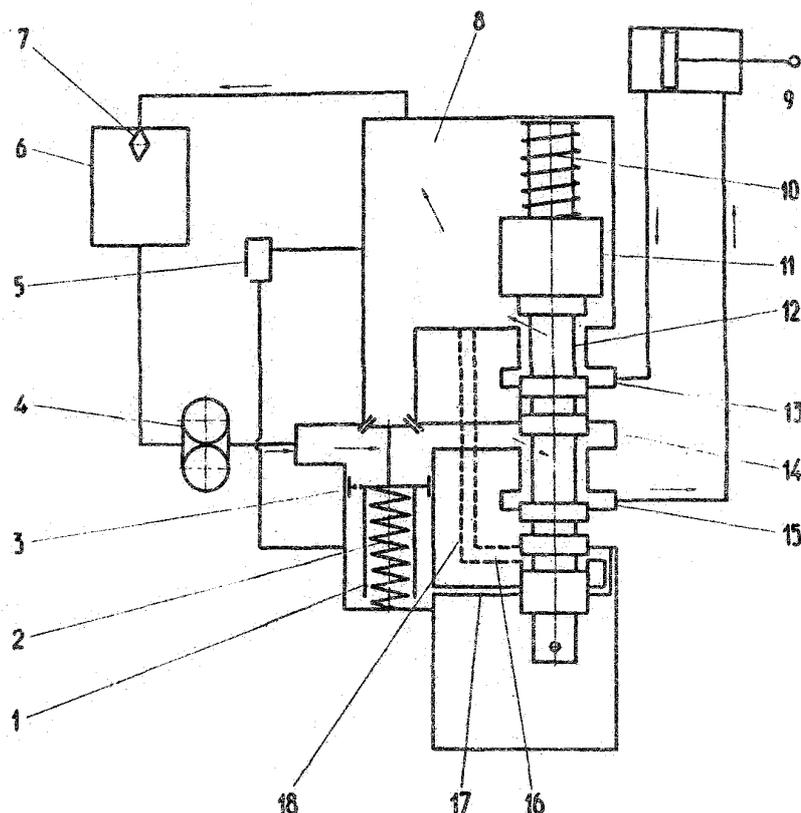


Рисунок 3.2 – Схема работы гидрораспределителя Р 80:

1 – перепускной клапан; 2 – пружина перепускного клапана; 3 – калиброванное отверстие; 4 – масляный насос; 5 – предохранительный клапан; 6 – масляный бак; 7 – масляный фильтр; 8 – сливная полость; 9 – силовой цилиндр; 10 – пружина золотника; 11 – обойма фиксатора золотника; 12 – золотник (находится в положении «Подъем»); 13 – канал, соединенный с полостью опускания силового цилиндра; 14 – нагнетательный канал; 15 – канал, соединенный с полостью подъема силового цилиндра; 16 – горизонтальный сливной канал; 17 – канал управления перепускным клапаном; 18 – вертикальный сливной канал

## Распределители проточные секционные РП70

### Параметры распределителя (табл. 3.1)

Распределителям присвоено обозначение РП70 - распределитель проточный с номинальным расходом жидкости  $70 \text{ л}^3/\text{мин}$ . Секции распределителя изготавливаются с различными вариантами механического, гидравлического или электрогидравлического управления для параллельного и последовательного (тандем) подсоединения к линии нагнетания (к насосу). Секции имеют исполнение по габаритным и присоединительным размерам, позициям золотников (приложение 2), способам фиксации (табл. 3.3), расположению и конструкциям органов управления (табл. 3.2) и другим элементам. Следует пользоваться структурной схемой обозначения распределителей, отдельных секций и крышек в соответствии с параграфом «Обозначения распределителей, отдельных секций и крышек».

Таблица 3.1 – Параметры гидрораспределителей

Наименование параметра	Значение параметра
1 Расход рабочей жидкости, л/мин	
1.1 Номинальный	70
1.2 Максимальный	80
1.3 Минимальный	10
2. Давление настройки предохранительного клапана Р (давление на входе), МПа	По заказу из ряда: 8 <sup>+1</sup> ; 10 <sup>+1</sup> ; 12 <sup>+1</sup> ; 14 <sup>+1,5</sup> ; 16 <sup>+1,5</sup> ; 18,5 <sup>+1,5</sup> ; 21 <sup>+1,5</sup> ; 24 <sup>+2</sup> ; 32 <sup>+2,5</sup>
3. Номинальное давление на входе Р, % от давления настройки предохранительного клапана	85
4. Максимальное давление на выходе Т (слив), МПа	2
5. Перепад давлений, МПа, не более, между:	
- входом Р и выходом Т	Рисунок 3.3
- входом Р и потребителями А или В	Рисунок 3.3
- потребителем А или В и выходом Т	Рисунок 3.1
6. Максимальные внутренние утечки из входа Р в выход Т в рабочей позиции золотника («Подъем» или «Опускание») в зависимости от давления на входе Р, л/мин	Рисунок 3.3

Секционный распределитель проточного типа предназначен для управления выносными цилиндрами и представляет собой золотниково-клапанное устройство, с помощью которого обеспечиваются четыре позиции: «нейтраль», «подъем», «опускание» и «плавающее» (возможны 3-х позиционные секции без позиции «плавающее»). Состояние гидросистемы (нейтраль, разгрузка насоса, подъем или опускание ЗНУ) определяется только позицией золотника распределителя.

При установке золотника 3 в «нейтраль» (как показано на рисунке 3.3) поток масла от насоса поступает в переднюю крышку 5, свободно проходит через все секции, попадает в заднюю крышку 2 и дальше – в гидроподъемник.

При перемещении золотника 3 влево в позицию «Подъем» насос через золотник и обратный клапан 1 сообщается с камерой А, связанной с полостью подъема выносного цилиндра, а камера В, связанная с полостью опускания цилиндра, через золотник сообщается со сливом, т.е. происходит подъем ЗНУ (орудия). Проход масла от насоса к гидроподъемнику перекрыт поверхностью золотника – на время установки золотника в позицию «подъем» гидроподъемник отключен.

При перемещении золотника 3 от позиции «нейтраль» вправо в позицию «принудительное опускание» камера В соединяется с насосом, а камера А – с баком, т.е. происходит опускание ЗНУ под давлением.

При перемещении золотника далее вправо в позицию «плавающее» камера «Б» сообщается с баком, а камера А остается сообщенной с баком. Обе полости цилиндра сообщены между собой и одновременно с баком, т.е. система находится в плавающем положении. Предохранительный клапан (10,12) расположен в передней крышке 5 и служит для защиты ГНС (включая гидроподъемник) от давлений выше 18,5...20,0 МПа.

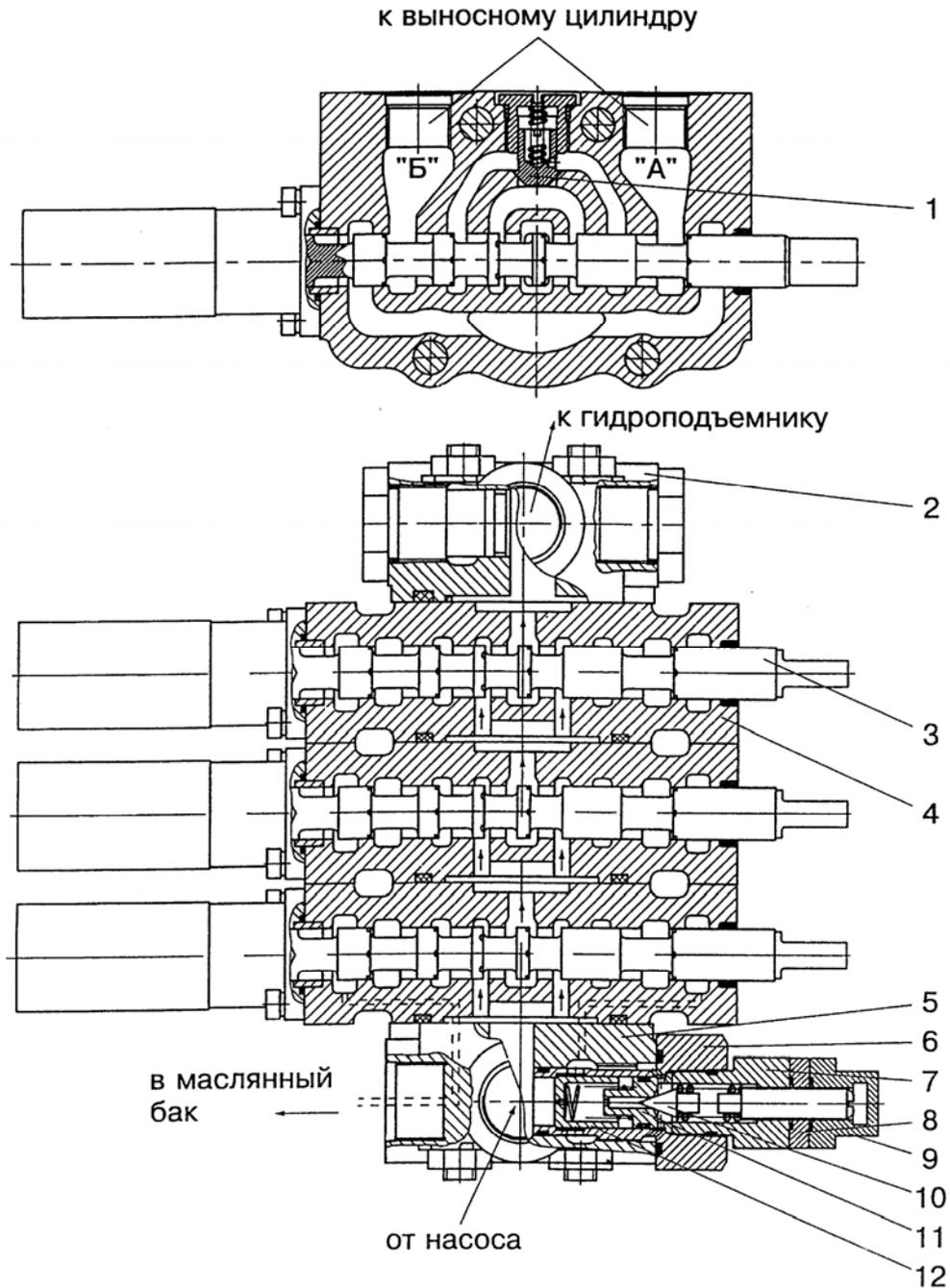


Рисунок 3.3 – Секционный распределитель:

1 – Обратный клапан; 2 – Задняя крышка; 3 – Золотник; 4 – Корпус секции; 5 – Передняя крышка; 6 – Корпус предохранительного клапана; 7 – штуцер; 8 – Контргайка; 9 – Колпачок; 10 – Клапан-игла; 11 – Седло; 12 – Клапан; «А» – камера, связанная с полостью подъема гидроцилиндра; «Б» – камера, связанная с полостью опускания гидроцилиндра

## Обозначения распределителей, отдельных секций и крышек

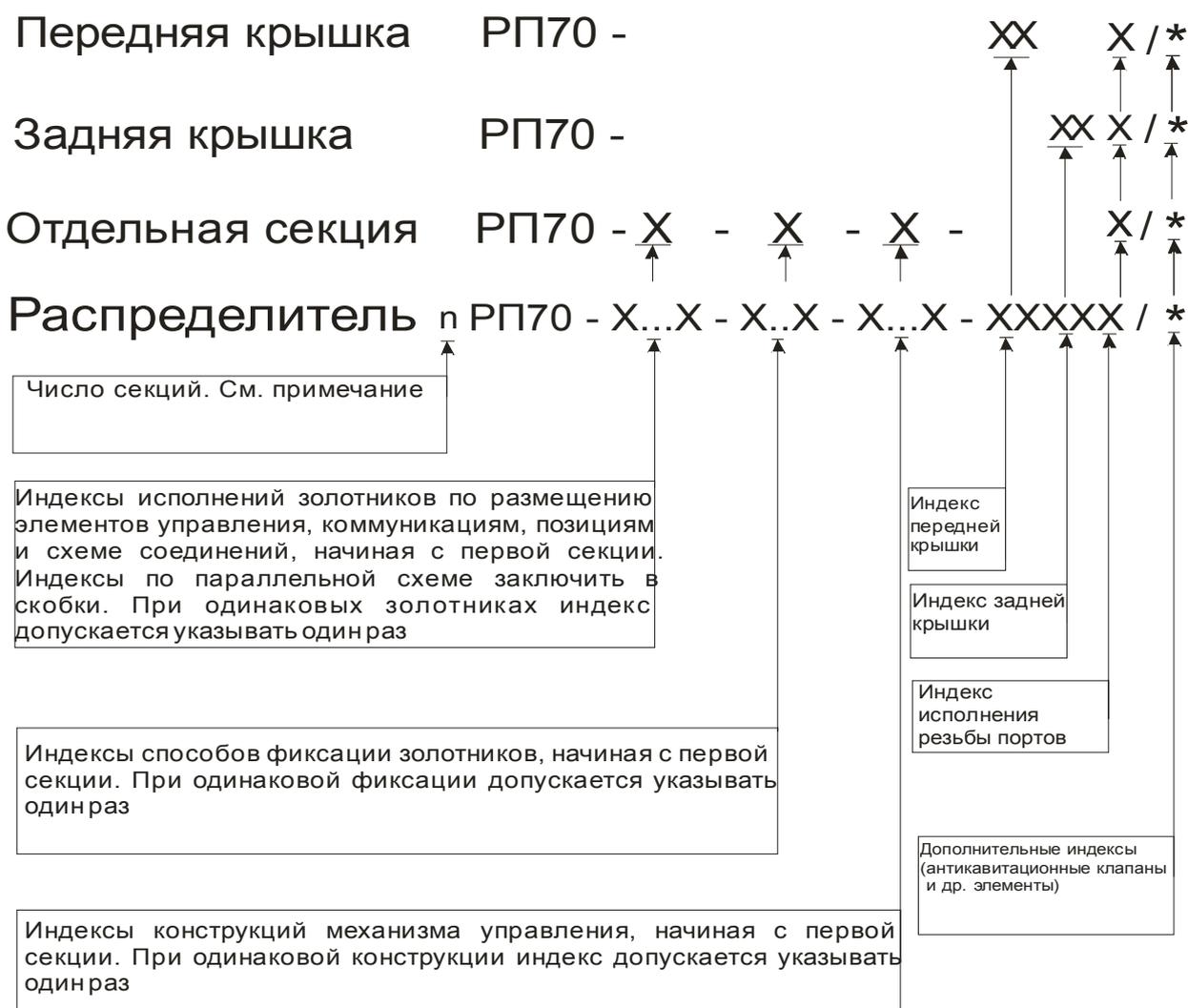


Рисунок 3.4 – Обозначение распределителей, отдельных секций и крышек

*Примечание* – Число секций указывается только для двух и более секционных распределителей и в том случае, если индексы исполнения золотников, их фиксации и конструкции управления указаны по одному разу, то есть секции идентичны

### **Примеры обозначения**

РП70-(77)7-004-000-18G ТУ РБ 101483199.479-2002

Распределитель, состоящий из трех секций, из которых первые две соединены в параллельную схему, а третья в последовательную к ним, с четырехпозиционными золотниками в каждой секции под установку заказчиком управления с левой стороны. Два первых золотника без фиксации в рабочих позициях, третий – с фиксацией и автоматическим возвратом (см. таблицу 3.3). Распределитель предназначен для работы в автономном режиме. Давление настройки предохранительного клапана - 18,5 МПа, слив в маслобое из верхнего порта задней крышки. Резьба портов по ISO 2228-1.

4РП70-2-4-М-24ТЗ Ту РБ 101483199.479 – 2002

Четырехсекционный распределитель с последовательной схемой соединения одинаковых золотников исполнения 2 с автовозвратом. механическое управление типа М (см. таблицу 3.2) установлено с правой стороны распределителя. Давление настройки предохранительного клапана предохранительного клапана – 24 МПа. Слив – через порт ТЗ с метрической резьбой М24х1,5. Взамен ХХ в индексе передней крышки в соответствии с таблицей 3.1 должны быть внесены две цифры давления настройки предохранительного клапана *l* (рисунок 3.4), встраиваемого в переднюю крышку с правой стороны. При его отсутствии ничего не записывается.

*В первой позиции индекса задней крышки указывается буква Т, Р, С или ничего:*

- буква *Т*, когда распределитель предназначен для автономной работы или в качестве второго последовательного распределителя с более низкой настройкой предохранительного клапана;
- буква *Р*, когда распределитель предназначен для работы в качестве первого направляющего потока рабочей жидкости узла в системе последовательных гидравлических аппаратов. Отвод рабочей жидкости к следующему аппарату осуществляется от задней крышки в ее верхней части;
- буква *С*, когда распределитель предназначен для работы с силовым регулятором и имеет установленный в заднюю крышку (слева) переливной (перепускной) клапан 4 с дистанционным гидравлическим управлением;
- не заполняется.

*Во второй позиции индекса задней крышки указывается цифра, обозначающая номер порта связывающего распределитель с баком: 1 – порт Т1 с левой стороны передней крышки; 2 – порт Т2 с правой стороны задней крышки; 3 – порт ТЗ с левой стороны задней крышки.*

Индекс задней крышки не указывается, если распределитель связан с баком портом вверху задней крышки. Все неиспользуемые порты глушатся пробками 2 и 3 (рисунок 3.5).

Таблица 3.2 – Конструкция механизма управления

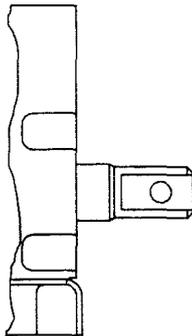
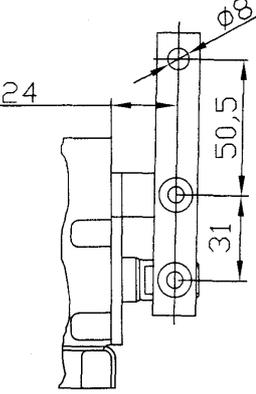
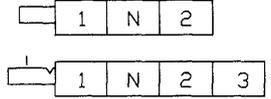
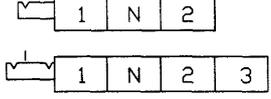
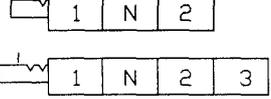
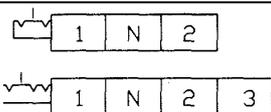
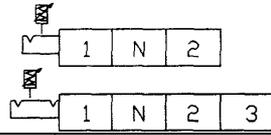
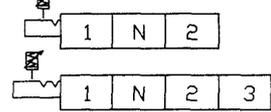
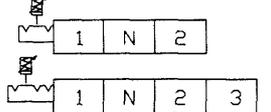
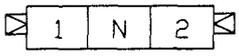
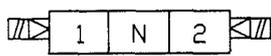
Индекс	Изображения механизма управления, основные размеры	
0*		Конструкция предназначена для установки управления, разработанного заказчиком; вместо рычага управления должна устанавливаться транспортная технологическая деталь, защищающая уплотнение золотника
М		Механическое рычажное управление для установок РУП «МТЗ»
А, В, С	Механическое управление; конструкция должна разрабатываться по требованию заказчика	
Н, К, Р	Гидравлическое управление; конструкция должна разрабатываться по требованию заказчика	
Е, Т, Х	Электрогидравлическое управление; конструкция должна разрабатываться по требованию заказчика	
*	Допускается при одной и одинаковых секциях индекс не указывать	
Примечание – Допускается после индекса записывать цифровое обозначение исполнения		

Таблица 3.3 – Способы фиксации золотника

Индекс	Условное схемное обозначение	Описание
0		Фиксация в позициях 1 и 2 отсутствует
1		Фиксация в позиции 1
2		Фиксация в позиции 2

Окончание таблицы 3.3

Индекс	Условное схемное обозначение	Описание
3		Фиксация в позициях 1 и 2
4		Фиксация в позиции 1 автоматический возврат
5		Фиксация в позиции 2 автоматический возврат
6		Фиксация в позициях 1 и 2 автоматический возврат
0		Фиксация в позициях 1 и 2 давлением
0		Фиксация в позициях 1 и 2 давлением
Примечание – Позиция 1 – подъем; позиция 2 – опускание принудительное; позиция 3 – плавающее положение для всех исполнений, кроме специального заказа, фиксированная		

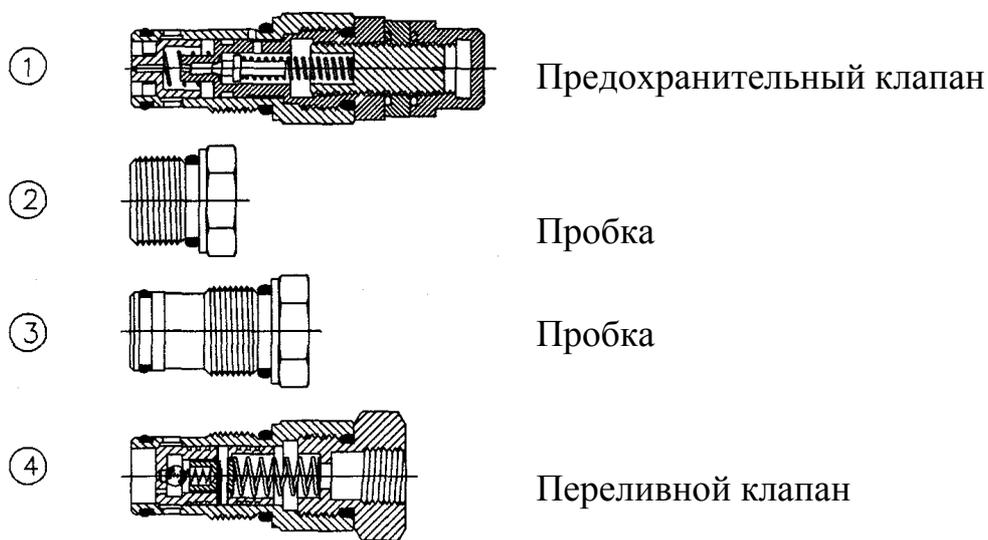


Рисунок 3.5 – Примерные конструкции клапанов, пробки и заглушки

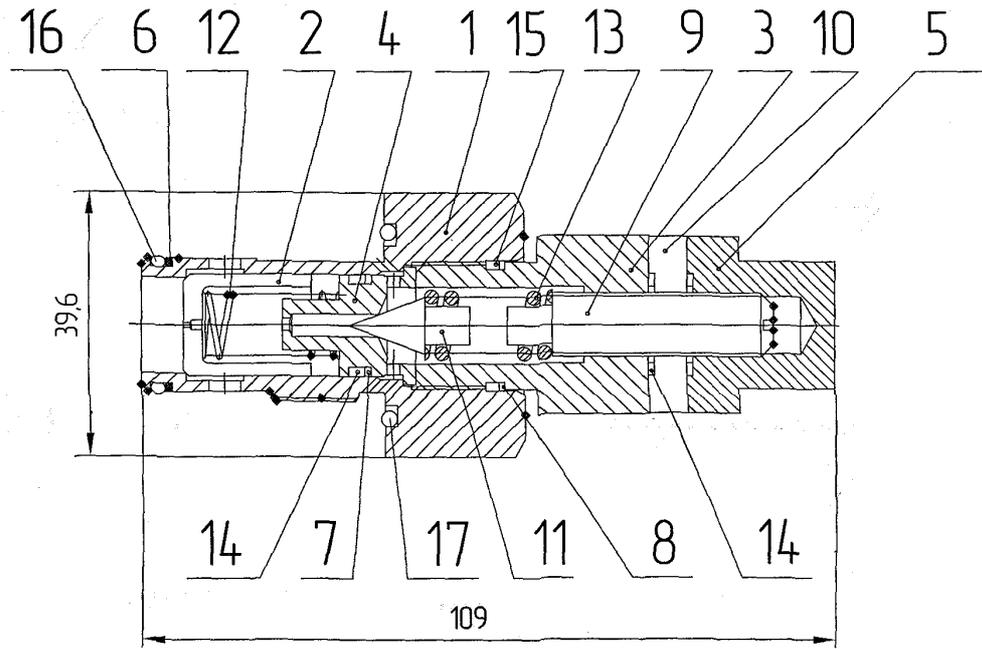


Рисунок 3.6 – Клапан предохранительный

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – штуцер; 4 – седло; 5 – колпачек;  
 6, 7, 14, 16, 17 – кольца; 9 – винт; 10 – гайка; 11 – игла; 12, 13 – пружины

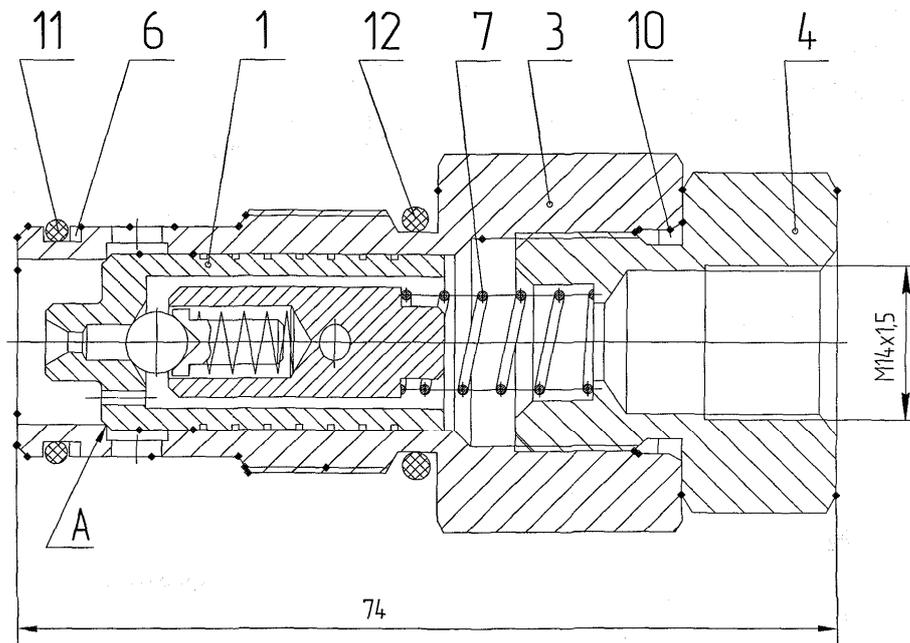


Рисунок 3.7 – Клапан перепускной в сборе

1 – клапан; 3 – корпус; 4 – штуцер; 6, 10, 11 – кольца; 7 – пружина

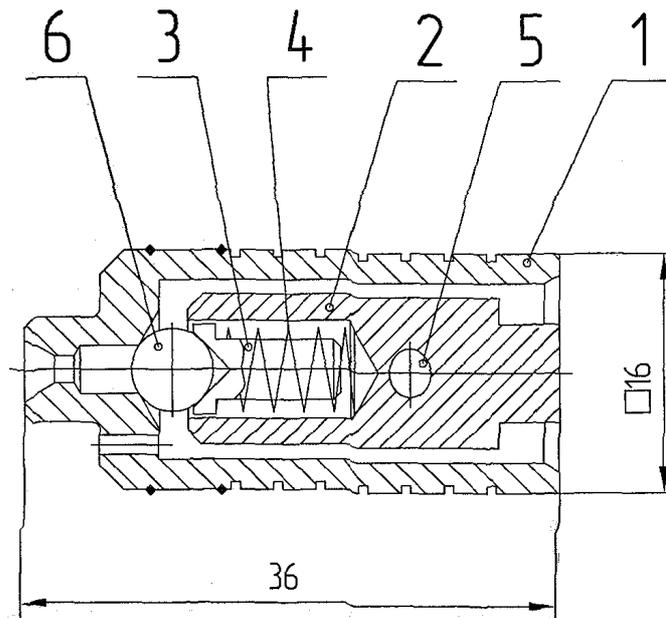


Рисунок 3.8 – Клапан (сборная единица)

1 – клапан; 2 – направляющая; 3 – упор; 4 – пружина; 5 – штифт; 6 – шарик

### Устройство распределителя

Секционный золотниковый распределитель содержит одну или несколько рабочих секций 1 (рисунок 3.9) и две одинаковые по конструкции крышки. Первая по ходу движения рабочей жидкости из крышек служит в качестве передней 2, а вторая – задней 3. Обе крышки 2 и 3 и рабочая секция 1 через соответствующие отверстия стянуты в одно целое стяжными шпильками 4. Передняя крышка 2 своей стыковочной плоскостью 5 соединена с передней по направлению движения рабочей жидкости стыковочной плоскостью 6 рабочей секции 1. Другой своей стыковочной плоскостью 7 рабочая секция 1 соединена со стыковочной плоскостью 8 задней крышки 3. Для крепления распределителя при его монтаже в крышках 2 и 3 выполнены по два отверстия 9 и 10.

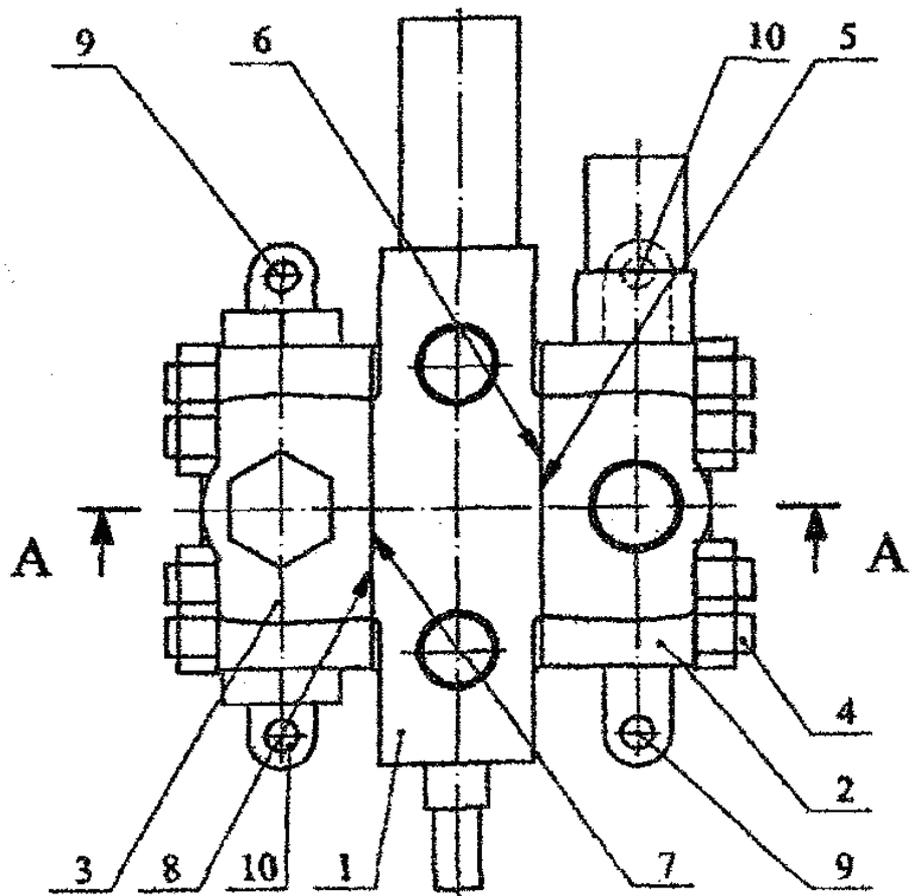


Рисунок 3.9 – Распределитель проточный

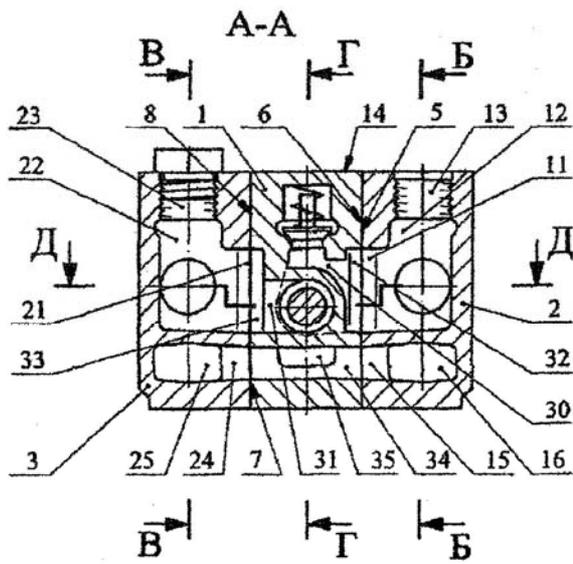


Рисунок - 3.9а

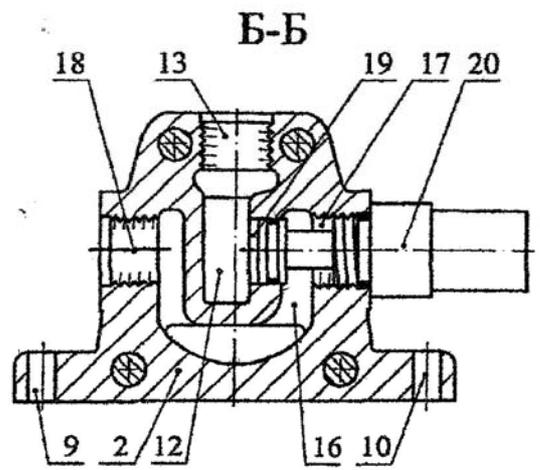


Рисунок - 3.9б

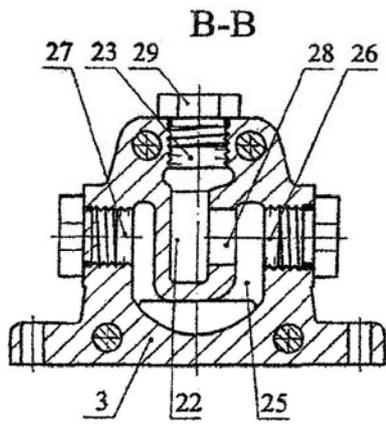


Рисунок - 3.9в

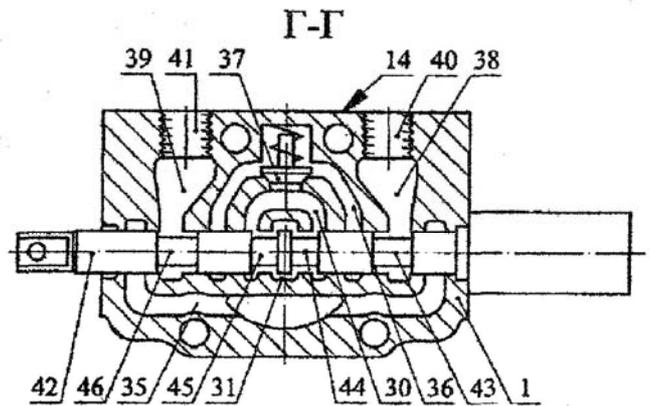


Рисунок - 3.9г

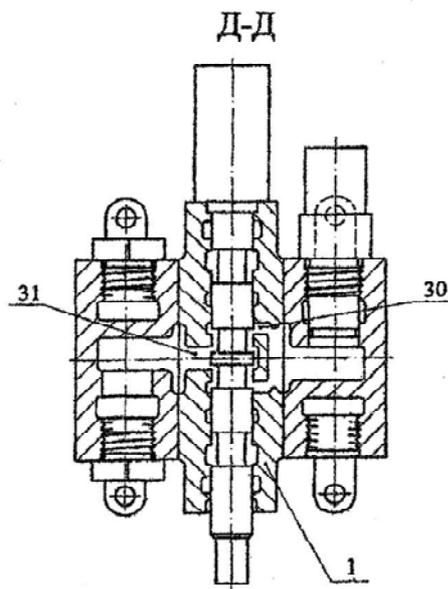


Рисунок - 3.9д

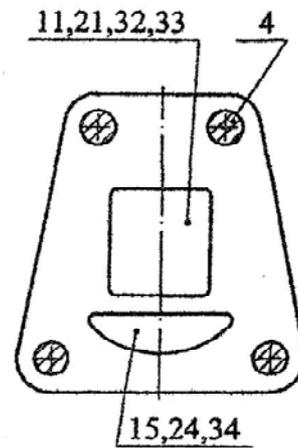


Рисунок - 3.9е

В-В (вариант)

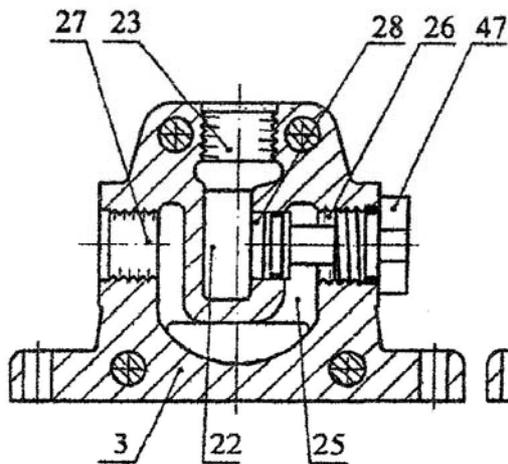


Рисунок - 3.9ж

Б-Б (вариант)

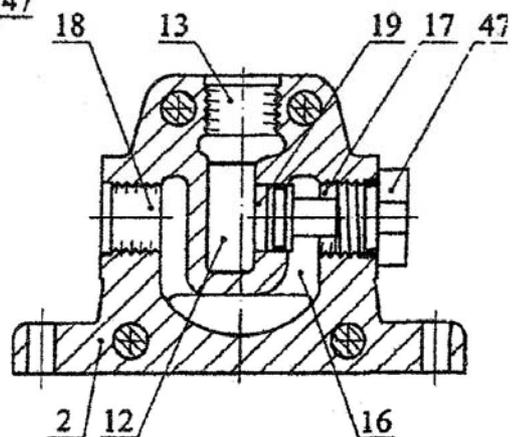


Рисунок - 3.9з

Передняя крышка 2 (рисунок 3.9 а.) имеет выведенное на стыковочную плоскость 5 окно 11 напорного канала 12, соединенного с нагнетательным отверстием 13 на верхней лицевой плоскости 14 всего распределителя, и окно 15 сливного канала 16, расположенного под каналом 12. Сливной канал 16 крышки 2 выполнен U-образным (рисунок 3.9 б), охватывающим напорный канал 12 и соединяющим между собой клапанное отверстие 17 и сливное отверстие 18 на боковых плоскостях крышки. Эти два отверстия 17 и 18, а также два крепежных отверстия 9 и 10 расположены симметрично относительно вертикальной продольной плоскости крышки 2. На одной оси с клапанным отверстием 16 выполнена расточка 19.

В передней крышке 2 в клапанное отверстие 17 и расточку 19 установлен предохранительный клапан 20. К напорному отверстию 13 в передней крышке присоединяется источник рабочей жидкости, а сливное отверстие 18 служит для отвода рабочей жидкости обратно к этому источнику или к баку гидравлической системы (не показаны).

Задняя крышка 3 по аналогии с передней крышкой 2 (рисунок 3.9 а) имеет выведенные на стыковочную плоскость 8 окно 21 напорного канала 22, соединенное с нагнетательным отверстием 23 на верхней лицевой плоскости 14 всего распределителя, и окно 24, дугообразный сливной канал 25. U-образный сливной канал 25 крышки 3 (рисунок 3.9 в) соединен с клапанным отверстием 26 и сливным отверстием 27 на боковых плоскостях крышки 3. На одной оси с клапанным отверстием 26 выполнена расточка 28. В нагнетательное отверстие 23, клапанное отверстие 26 и сливное отверстие 27 установлены заглушки 29. При этом напорный канал 22 расточкой 28 соединен со сливным каналом 25. Рабочая секция 1 (рисунок 3.9 в) имеет входной 30 и выходной 31 напорные каналы, выведенные соответственно на его переднюю 6 и заднюю 7 стыковочные плоскости окнами 32 и 33. Под этими каналами на обе стыковочные плоскости выведено сквозное окно 34 сливного канала 35.

U-образный входной напорный канал 30 рабочей секции 1 охватывает выходной напорный канал 31 (рисунки 3.9 г, 3.9 д), расположенный в ее середине. Далее от середины расположен U-образный вспомогательный канал 36, соединенный с напорным каналом 30 подпружиненным обратным клапаном 37. С двух сторон от вспомогательного канала 36 расположены два канала 38 и 39, которые соединены с двумя соответствующими отверстиями потребителя 40 и 41 на верхней лицевой плоскости 14, предназначенными для присоединения к распределителю потребителей гидравлической энергии.

Сливной канал 35 охватывает каналы 38 и 39, Все перечисленные каналы рабочей секции 1 пересекает золотник 42, на котором выполнены проточки 43, 44, 45 и 46.

Стыковочные плоскости 5 и 8 крышек 2 и 3 и стыковочные плоскости 6 и 7 рабочей секции 1 выполнены в виде одинаковых равнобочных трапеций (рисунок 3.9 е), вертикальные оси симметрии которых совмещены с вертикальной продольной плоскостью симметрии распределителя (вертикальной поперечной плоскостью симметрии рабочей секции 1). Окна 15, и 24, и 34 сливных и напорных 11, 21, 32 и 33 каналов представляют собой также симметричные фигуры в форме сегмента и прямоугольника с совпадающими контурами. Меньшие основания трапеций совпадают с лицевой поверхностью 14 крышек 2 и 3 и рабочей секции 1 распределителя (рисунок 3.9 б), а стяжные шпильки 4 расположены в сквозных отверстиях по углам трапеции. Крепежные отверстия 9 и 10 (рисунок 3.9 б) распределителя расположены также симметрично относительно названной плоскости симметрии. Для того чтобы рабочую жидкость из распределителя отводить в бак из отверстий 23, 26 или 27 задней крышки 3, одна из соответствующих требуемому отверстию заглушек 29 переставляется в сливное отверстие 18 передней крышки 2.

Секционный золотниковый распределитель может использоваться в качестве первого узла в системе с последовательным подсоединением двух и более распределителей. В этом случае в клапанное отверстие 26 задней крышки 3 устанавливается пробка-заглушка 47 (рисунок 3.9 ж), перекрывающая расточку 28 между сливным 25 и напорным 22 каналами. Для отвода рабочей жидкости из распределителя используется сливное отверстие 18 в передней крышке 2 или сливное отверстие 27 в задней крышке 3. К нагнетательному отверстию 23 в задней крышке 3 своей нагнетательной линией присоединяется следующий по направлению движения рабочей жидкости распределитель. В том случае, если последующий распределитель не имеет собственного распределительного клапана и требует настройки на меньшее рабочее давление, в клапанное отверстие 26 задней крышки 3 вместо пробки-заглушки 47 устанавливается дополнительный предохранительный клапан с меньшим, чем у первого секционного золотникового распределителя, давлением срабатывания.

С целью использования любого из описанных вариантов секционного золотникового распределителя в качестве второго и далее по порядку узла в системе с последовательным подсоединением распределителей, когда подвод жидкости осуществляется от источника, имеющего свой предохранительный клапан, вместо предохранительного клапана 20 в клапанное отверстие 17 и расточку 19 передней крышки 2 (рисунок 3.9 ж) устанавливается пробка-заглушка 47, разъединяющая сливной 16 и напорный 12 каналы. Слив осуществляется через одно из сливных отверстий в передней 2 или задней 3 крышках.

## Работа распределителя

Секционный золотниковый распределитель работает следующим образом. В нейтральной позиции золотник 42 (рисунок 3.9 г) запирает каналы 38 и 39, соединенные через отверстия 40 и 41 с потребителями гидравлической энергии, а рабочая жидкость от источника, например насоса (на рисунке не показано), поступает через нагнетательное отверстие 13 (рисунок 3.9 а) в напорный канал 12 и окно 11 передней крышки 2, пересекает стык стыковочных плоскостей 5 и 6 и поступает через окно 32 в U-образный входной напорный канал 30 рабочей секции 1 распределителя. Далее, пройдя через проточки 44 и 45 (рисунок 3.9 г) золотника 42, рабочая жидкость направляется через выходной напорный канал 31, окно 33 (рисунок 3.6 а), пересекая стык стыковочных плоскостей 7 и 8, в окно 21 и напорный канал 22 задней крышки 3.

Далее отвод рабочей жидкости в бак, то есть слив (на рисунке не показан), из выходного напорного канала 22 задней крышки 3 может производиться в соответствии с одним из следующих вариантов, связанных с соответствующей перестановкой заглушек 29, например:

1. Через расточку 28 (рисунок 3.9 в) задней крышки 3, сливной канал 25, окно 24, стык стыковочных поверхностей 7 и 8, окно 34 рабочей секции 1, стык поверхностей 5 и 6, окно 15, сливной канал 16 передней крышки 2 и сливное отверстие 18 (рисунок 3.9 б).

2. Непосредственно в соединенное с напорным каналом 22 (рисунок 3.9 в) нагнетательное отверстие 23 задней крышки 3, которое в данном случае соединено с баком (не показан).

3. Через расточку 28, сливной канал 25 в сливное отверстие 27 задней крышки 3, соединяемое с баком.

4. Через расточку 28, сливной канал 25 в клапанное отверстие 26 задней крышки 3, соединяемое с баком.

После перемещения управляемого золотника 42 (рисунок 3.9 г) вправо он перекрывает проход рабочей жидкости из входного напорного канала 30 в выходной 31, проточка 46 соединяет канал 39 со вспомогательным каналом 36, а проточка 43 соединяет канал 38 со сливным каналом 35.

Рабочая жидкость, поступающая от передней крышки 2 в напорный канал 30, из этого канала через обратный клапан 37, вспомогательный канал 36, проточку 46 золотника 42, канал 39 и отверстие 41 направляется к потребителю, например, в одну из полостей поршневого цилиндра исполнительного механизма. Рабочая жидкость, вытесняемая из второй полости цилиндра, через отверстие 40, канал 38, проточку 43 золотника 42 попадает в сливной канал 35. Затем через окно 34 (рисунок 3.9 а) и, пересекая стыки плоскостей 5 и 6, 7 и 8, через окна 15 и 24 поступает в сливные каналы 16 и 25 передней и задней крышек 2 и 3. Далее рабочая жидкость поступает в бак одним из вышеуказанных путей через одно из отверстий 18, 23, 26 или 27 передней 2 или

задней крышки 3 в бак (не показан). После перемещения управляемого золотника 42 (рисунок 3.9 г) влево он перекрывает проход рабочей жидкости из входного напорного канала 30 в выходной напорный канал 31, проточка 46 соединяет канал 39 со сливным каналом 35, а проточка 43 соединяет канал 38 со вспомогательным каналом 36. Рабочая жидкость направляется теперь в другую полость поршневого цилиндра исполнительного механизма.

### Контрольные вопросы

1. Назначение распределителя.
2. Расшифруйте марки распределителей Р80-34, РП70.
3. Может ли работать распределитель Р80-34 в паре с насосом НШ-100, у которого ведущий вал – шестерня имеет частоту вращения  $1000 \text{ мин}^{-1}$ ?
4. Назовите основные детали, из которых состоит распределитель.
5. Какие позиции может занимать золотник, какие из них фиксируемые? Дать схему рукоятки управления золотником, с указанием позиций.
6. Назначение двух широких распределительных поясков и канавки между ними у золотника.
7. Назначений трех радиальных отверстий, просверленных под углом  $120^{\circ}$  друг к другу в двух широких распределительных поясках.
8. Какие клапаны установлены в распределителе, их назначение?
9. Какое положение занимает перепускной клапан (открыт, закрыт) в позициях золотника «Подъем», «Принудительное опускание», «Плавающая» и «Нейтральная»?
10. Путь рабочей жидкости от насоса при всех позициях золотника.
11. Конструкция и работа бустерного устройства. При каком давлении оно срабатывает?
12. При каком давлении срабатывает предохранительный клапан?
13. Конструкция и назначение перепускного клапана.
14. Когда используются позиции «Подъем», «Принудительное опускание», «Нейтральная» и «Плавающая» при работе с навесными машинами?
15. Какие последствия могут возникнуть в распределителе при эксплуатации гидросистемы на загрязненной рабочей жидкости?
16. Что происходит, если посторонняя частица попадет на кромку гнезда, под конусную часть клапана?
17. Что произойдет, если засорилось жиклерное отверстие в перепускном клапане?
18. Назовите причины повышенного давления в сливной магистрали.
19. Перечислите основные отличительные особенности конструкции распределителя РП70 от Р-80.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие тракторных гидроприводов / И.В. Иванов, Д.Е. Флеер, А.Б. Халецкий // Приводная техника. – 2006. - №1. –С. 27-34.
2. Тракторные гидроприводы история и перспективы/ И.В. Иванов, Д.Е. Флеер, А.Б. Халецкий // Тракторы и с/х машины. – 2006. - №8. – С. 9-14.
3. Задачи и резервы совершенствования тракторных гидросистем/Л.В. Васильев, Д.Е. Флеер, А.Я. Фрайнштейн, Е.Н. Червяков//Тракторы и с/х машины. – 1996. - №1. – С. 23-25.
4. Автоматические устройства регулирования пахотных агрегатов/ Г.С. Горин, А.В. Захаров// Перспективная техника и технологии-2006: материалы II междунар. науч.-практ. конф. студ. и мол. уч., Николаев, Украина, 14-16 сентября 2006г./ НГАУ. - Николаев, 2006. – С. 69-71
5. Трактор «Беларус 1522/1522В/1523/1523В». Руководство по эксплуатации/ В. Г. Левиков, И. Ф. Бруенков, Э. А. Бомберов/ ПО “ Минский тракторный завод”, 2001.-238с.
6. Руководство по эксплуатации. Трактор «Беларус 2522» и его модификации. /гл. ред. М.Г. Мелешко, отв. Ред. И.Н. Усс, отв. за выпуск А.И. Бобровник/ ПО “ Минский тракторный завод”, 2004.-295с.
7. Технические условия ТУ РБ 101483199.479 – 2007; ПО “ Минский тракторный завод” с. 26.
8. Секционный золотниковый распределитель: пат. 7533 Респ. Беларусь, МПК F15В 13/08; заявитель РУП МТЗ. – 30.12.2005.

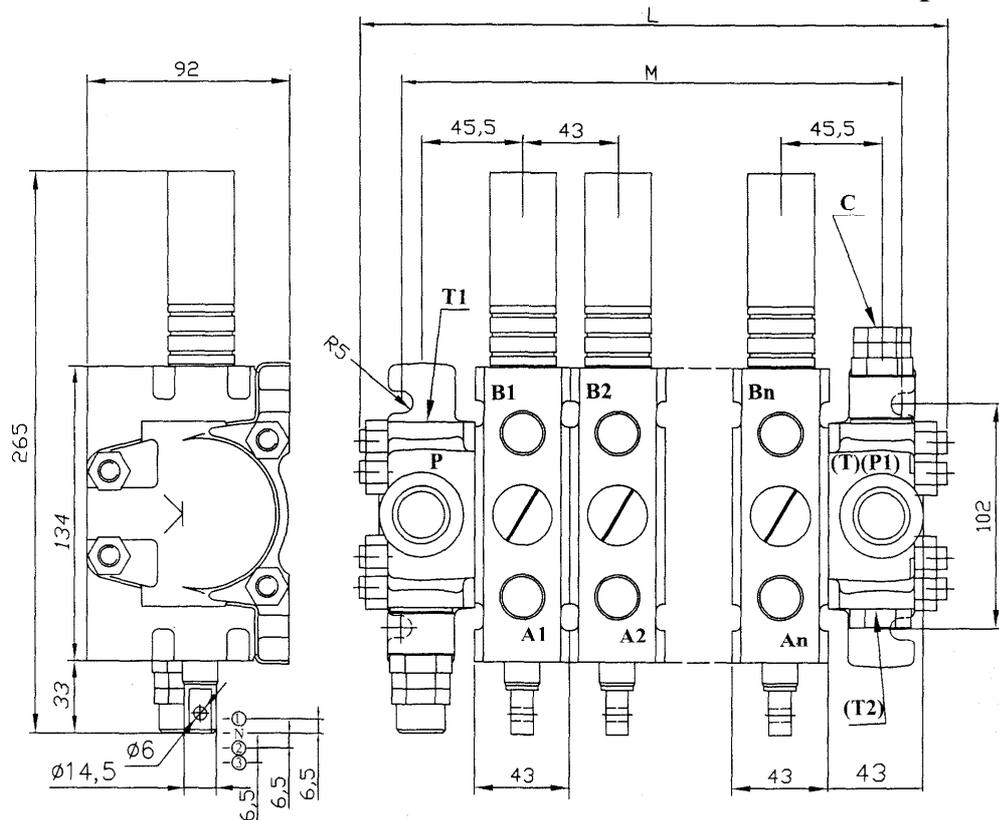
**Приложение 1**

**Технические характеристики агрегатов гидронавесной системы тракторов «Беларус»**

Наименование	Модели тракторов				
	1025	1221/1221В	«Беларус-1522/1522В/1523/1523В»	«Беларус-2022»	«Беларус-2522/2822»
Параметры					
<b>Насос</b>	Шестеренчатый правого вращения НШ32М-3				Переменной производи A10CN045/52R
Тип и обозначение					
Привод					
Объемная подача при номинальных оборотах дизеля, л/мин	53		58	56	-
Объемный КПД	0,94		0,94	0,94	-
<b>Распределитель</b>	Золотниковый, 4-х позиционный, Р 80-3/4-111 или RS-213 (по заказу)		Золотниковый 4-х позиционный, проточный фирмы «BOSCH» либо завода «Гидропривод»		Золотниковый с регуляторами расхода в каждой секции.
Тип и обозначение					
Максимальное давление (по предохранительному клапану), МПа					
Номинальное давление, МПа	16				
Количество золотников	3		3	3	4
<b>Регулятор</b>	Гидромеханический 80-4614020		Электрогидра-й золотниковый, типа ENR4 фирмы «BOSCH»		
Тип и обозначение					
Регулирование потока в цилиндр при автоматических коррекциях	Маховичок клапана приоритета		Автоматически		
Напряжение питания электромагнитов, В	-		12	12	12
<b>Цилиндр навесного устройства</b>	Поршневой Ц125х200-3				
Тип и обозначение					

## Окончание приложения 1

Наименование	Модели тракторов				
	1025	1221/1221В	«Беларус-1522/1522В/1523/1523В»	«Беларус-2022»	«Беларус-2522/2822»
Параметры					
Минимальный и максимальный размер между пальцами штока и крышки	515...715		-	-	-
<b>Заднее навесное устройство (НУ)</b>	Шарнирный четырёхзвенник 2-й категории		Шарнирный четырёхзвенник 3-й категории		
Механизм НУ и категория					
Грузоподъемность при расположении центра тяжести груза на расстоянии 610 мм от оси подвеса, кН	26	28	46	46	-
<b>Тягово-цепное устройство</b>	Не универсальное (по заказу) - гидрофицированный прицепной крюк, - маятниковое прицепное устройство		Универсальное; включает буксирное устройство (вилка) и (по заказу) присоединительное устройство типа «Питон», а также прицепное устройство (тяговый брус)		
Тип					
<b>Буксирное устройство</b>	-		Лифтового типа, регулируемое по высоте (ТСУ-3В)		
Тип и обозначение					
Расстояние от торца ВОМ до оси отверстия тяговой вилки в горизонтальной плоскости, мм	-	-	325	400±10	160±10
Расстояние от поверхности грунта до горизонтальной оси тяговой вилки, мм	-	-	600-1050	400-850	650...760
Допустимая вертикальная нагрузка, кН	Допустимая вертикальная нагрузка на крюк, 14 кН		24	-	-



Размеры для справок

а

б

Рисунок П1 – Габаритные и присоединительные размеры распределителя:

а - вид с торца

б – вид на лицевую сторону

Резьбовые отверстия (порты):

А и В – от потребителей

А – вход (от насоса)

(гидроцилиндры)

В – выход (слив в бак)

С – от регулятора (канал управления)

Таблица П1 – Размеры и масса распределителя

Число секций, n	L, мм	M, мм	Масса, не более, кг
1	146	109	7,5
2	189	152	11,4
3	229	195	15,3
4	275	238	19,2

Таблица П2 – Присоединительные резьбы портов

Порт	Индекс		
	Без индекса	M	G
	Метрическая резьба		BSP (ISO 228-1) [1]
A, B	Mx20x1,5	M22x1,5	G1/2
P, T	M24x1,5	M27x1,5	G3/4
C	M14x1,5	M14x1,5	-

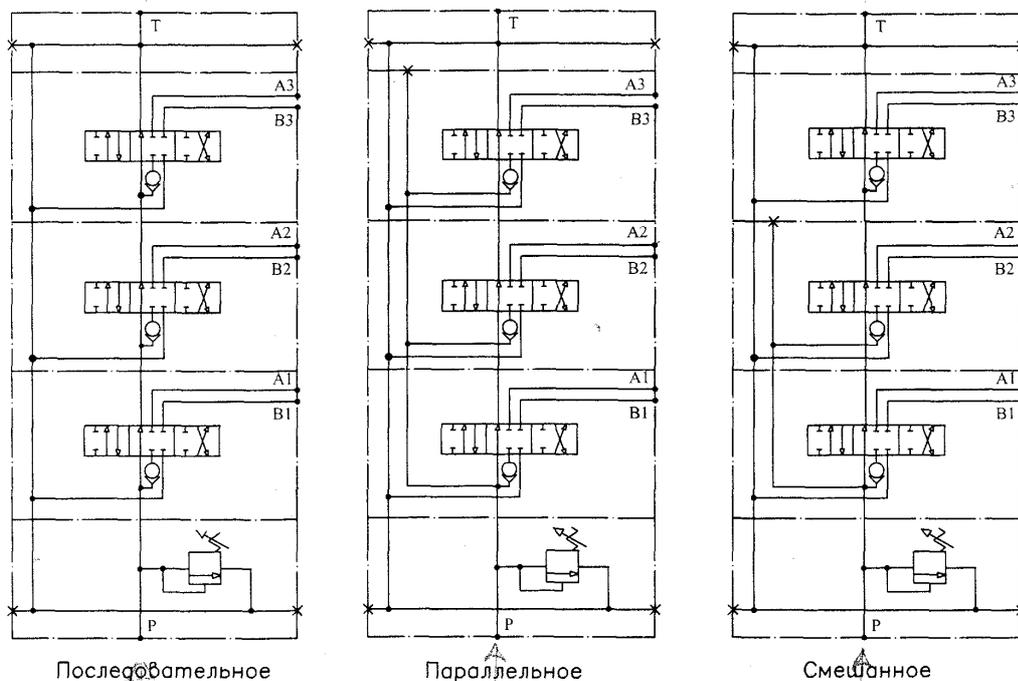


Рисунок П2 – Схемы соединений секций

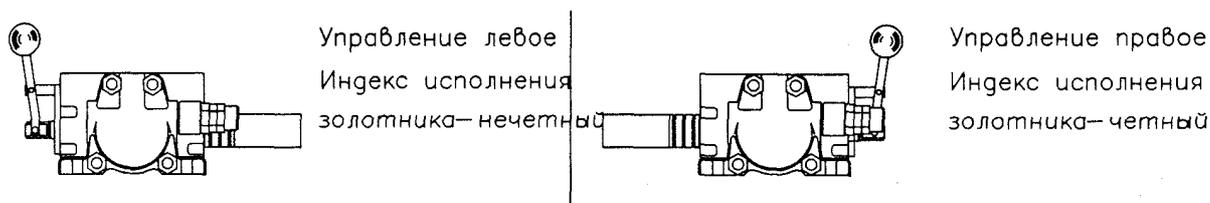


Рисунок П3 – Исполнения золотников по размещению элементов управления со стороны передней крышки

Таблица П3 – Индексы исполнений золотников по размещению элементов управления, коммутациям, позициям и схеме соединения

Схема соединения		Левое управление	Схема соединения		Правое управление или гидроуправление
Послед.	Параллел.		Послед.	Параллел.	
1	(1)		2	(2)	
3	(3)		4	(4)	
5	(5)		6	(6)	
7	(7)		8	(8)	
9	(9)		0	(0)	

Примечание – при параллельной схеме соединений секций индекс исполнения секций индекс исполнения золотника или группы золотников заключается в скобки

## **Варианты сочетаний крышек, клапанов и заглушек**

В зависимости от места слива или отвода рабочей жидкости неиспользуемые нагнетательное отверстие задней крышки, сливные отверстия передней или задней крышек снабжены заглушками. А клапанные отверстия передней и задней крышек снабжены или дополнительными предохранительными клапанами, или соответствующей заглушкой, или пробками-заглушками (таблица 4).

*При сливе рабочей жидкости через сливное отверстие передней крышки* снабжаются заглушками нагнетательное, сливное и клапанное отверстия задней крышки. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном.

*При сливе рабочей жидкости через сливное отверстие задней крышки* снабжаются заглушками нагнетательное отверстие и клапанное отверстие задней крышки, а также сливное отверстие передней крышки. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном, При сливе рабочей жидкости через нагнетательное отверстие задней крышки снабжаются заглушками сливные отверстия задней и передней крышек, а также клапанное отверстие в задней крышке. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном.

*При сливе рабочей жидкости через клапанное отверстие задней крышки* снабжаются заглушками сливные отверстия передней и задней крышек, а также нагнетательное отверстие задней крышки. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном.

*При отводе рабочей жидкости через нагнетательное отверстие задней крышки* к последовательно по движению рабочей жидкости присоединенному распределителю, боковая расточка между сливным и напорным каналами и клапанное отверстие задней крышки снабжаются пробкой-заглушкой, разделяющей названные каналы. При этом слив из распределителя может осуществляться через сливное отверстие передней крышки или через сливное отверстие задней крышки, а заглушками снабжаются соответственно сливное отверстие задней крышки или сливное отверстие передней крышки. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном.

Если следующий по движению рабочей жидкости присоединенный распределитель не имеет своего предохранительного клапана и требует меньшего давления для своей работы, то в боковую расточку между сливным и напорным каналами задней крышки и в клапанное отверстие устанавливается *дополнительный предохранительный клапан*. Слив в этом случае может осуществляться через сливное отверстие передней крышки или через сливное отверстие задней крышки. Тогда заглушками снабжаются соответственно сливное отверстие задней крышки или сливное отверстие передней крышки. При этом клапанное отверстие передней крышки снабжено предохранительным клапаном.

Таблица П4 – Передние и задние крышки, варианты их сочетаний

Инг.	Передняя крышка	Задняя крышка	Инг.	Передняя крышка	Задняя крышка	Инд.
XX			Без индекса			Т1
XX			Т1	Без индекса		Т2
XX			Т2	Без индекса		Т3
XX			Т3	Без индекса		Р1
XX			Р1	Без индекса		Р2
XX			Р2	XX		С1
Без индекса			Без индекса			С2
				XX		

\* 1, 2, 3, 4 – Обозначения клапанов, пробок и заглушек в соответствии с рисунком 1 приложения 2

\*\* Индексы крышек Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub>, Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>

Порты Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub> – от насоса; Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub> – к баку; с<sub>1</sub>, с<sub>2</sub> – к силовому регулятору

Если золотниковый распределитель снабжается рабочей жидкостью через нагнетательное отверстие *B* передней крышки от источника, имеющего собственный предохранительный клапан то боковая расточка между сливным и напорным каналами и, соответственно, клапанное отверстие в передней крышке снабжаются пробкой-заглушкой.

*При сливе через сливное отверстие передней крышки* нагнетательное, сливное и клапанное отверстия задней крышки снабжаются заглушками.

*При сливе рабочей жидкости через сливное отверстие задней крышки* нагнетательное отверстие задней крышки, сливное отверстие передней крышки и клапанное отверстие задней крышки снабжаются заглушками.

*При сливе рабочей жидкости через нагнетательное отверстие задней крышки* сливные отверстия задней и передней крышек, а также клапанное отверстие задней крышки снабжаются заглушками. При сливе рабочей жидкости через клапанное отверстие задней крышки сливные отверстия передней и задней крышек, а также нагнетательное отверстие задней крышки снабжены заглушками.

*При отводе рабочей жидкости через нагнетательное отверстие задней крышки* к последовательно по движению рабочей жидкости присоединенному распределителю, не имеющему своего предохранительного клапана и требующему более низкого давления, и сливе через сливное отверстие передней крышки, боковая расточка между сливным и напорным каналами и клапанное отверстие задней крышки снабжается дополнительным предохранительным клапаном, а при сливе рабочей жидкости через сливное отверстие задней крышки сливное отверстие передней крышки снабжается заглушкой.

*Если отвод рабочей жидкости осуществляется через нагнетательное отверстие задней крышки* к последовательно по движению рабочей жидкости присоединенному распределителю, а слив происходит через сливное отверстие передней крышки, то боковая расточка между сливным и напорным каналами задней крышки и клапанное отверстие снабжаются второй пробкой-заглушкой, а при сливе рабочей жидкости через сливное отверстие задней крышки сливное отверстие передней крышки снабжается заглушкой.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Лабораторная работа № 1 «Гидросхемы и технические характеристики гидронавесных систем тракторов «Беларус»» .....	4
Лабораторная работа № 2 «Гидронасосы и масляный бак» .....	17
Лабораторная работа № 3 «Гидравлические распределители» .....	29
Литература .....	51
Приложение 1 .....	52
Приложение 2 .....	54