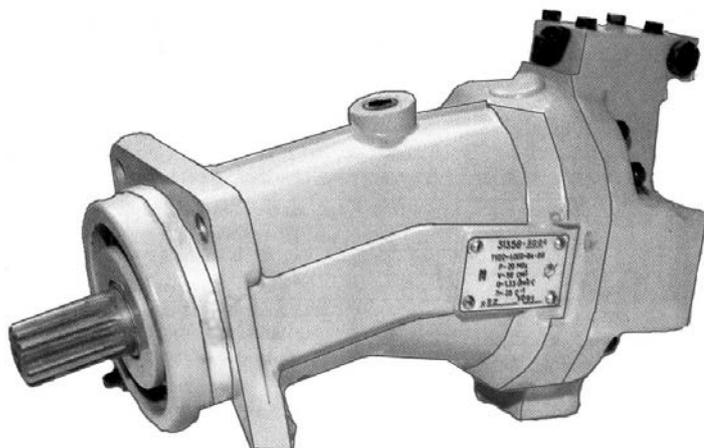


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная  
академия (СибАДИ)»

**Н.С. Галдин, И.А. Семенова**

# **ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОБИЛЬНЫХ МАШИН**

**Учебное пособие**



**Омск ■ 2016**

УДК 625.76:626.226  
ББК 39.91 – 948.5  
Г15

---

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

---

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, проф. В.С. Щербаков (СибАДИ);  
д-р техн. наук, проф. И.В. Бояркина (СибАДИ);  
д-р техн. наук Д.И. Чернявский (ОмГТУ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве учебного пособия.

**Галдин, Николай Семенович.**

**Г15 Гидравлические элементы мобильных машин** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2016. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd237.pdf>, свободный после авторизации. – Загл. с экрана.

Приведены основные сведения и технические характеристики гидромашин, гидроаппаратуры, фильтров рабочей жидкости, используемых в гидроприводах мобильных машин.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок.

Будет полезно обучающимся механических направлений и специальностей вузов всех форм обучения, аспирантам и инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием объемного гидропривода мобильных машин.

Работа выполнена на кафедре «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод».

Текстовое (символьное) издание (9,5 МБ)

Системные требования : Intel, 3,4 GHz ; 150 МБ ; Windows XP/Vista/7 ; DVD-ROM ;  
1 ГБ свободного места на жестком диске ; программа для чтения pdf-файлов  
Adobe Acrobat Reader ; Google Chrome

Редактор И.Г. Кузнецова

Техническая подготовка – Т.И. Кукина

Издание первое. Дата подписания к использованию 23.12.2016

Издательско-полиграфический центр СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5  
РИО ИПЦ СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебное пособие разработано для работы студентов при курсовом и дипломном проектировании.

В процессе расчета объемного гидропривода мобильных машин студенты по заданным параметрам определяют рабочие объемы насосов, условные проходы гидролиний, диаметры поршня, диаметры штоков гидроцилиндров.

Для уточнения параметров и определения действительных значений подачи насоса и гидромотора, а также выбора основных элементов гидроаппаратуры (предохранительных клапанов, обратных клапанов, фильтров и т.д.) необходимо пользоваться справочной литературой.

Существующие известные пособия содержат информацию только по отечественным маркам гидромашин и гидроаппаратов.

В настоящем учебном пособии приведена информация как по отечественным, так и по зарубежным производителям гидравлических устройств.

В связи с ограниченностью объема представлены только несколько зарубежных производителей, но они являются наиболее известными и выпускают большой ряд различных гидравлических устройств, применяемых на мобильных машинах.

Разработанное учебное пособие позволяет студентам не только изучать основные параметры и конструкции основных гидравлических устройств, но и знакомит студентов с марками производителей гидравлики, с которыми он может встретиться в своей будущей профессиональной деятельности.

Для инженерно-технических работников пособие поможет провести сравнительный анализ техники отечественного и зарубежного производства.

Обучение современного инженера невозможно без изучения зарубежной техники, выявление основных отличий, умения сравнивать и применять полученный опыт на практике.

Помимо изучения материала, представленного в учебном пособии, студенты могут пользоваться материалами с интернет-сайтов компаний-производителей, которые указаны в библиографическом списке.

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие современных машин и механизмов связано с постоянным совершенствованием приводов и их исполнительных органов, в первую очередь с широким внедрением гидравлического привода /1, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30/.

Объемный гидравлический привод дает значительный экономический эффект, поэтому он находит все большее применение на мобильных машинах, в строительном и транспортном машиностроении, станкостроении, судостроении, тракторостроении, подъемно-транспортных машинах и механизмах и т.д.

Применение гидропривода в подъемно-транспортных, строительных, дорожных и коммунальных машинах, предназначенных в основном для эксплуатации на открытом воздухе, в широком диапазоне температур, при повышенной запыленности воздуха, частых кратковременных перегрузках и вибрации, потребовало организации специализированного производства гидравлического оборудования, отвечающего специфическим условиям эксплуатации.

Знание характеристик и показателей элементов гидрооборудования позволяет разработчикам при создании новых машин и механизмов выбирать рациональные для заданных условий работы, схему гидропривода и готовые гидравлические элементы для ее комплектации (насосы, гидродвигатели, гидроаппараты и т.д.).

В настоящем учебном пособии систематизированы и приведены основные сведения о готовых, нормализованных элементах гидрооборудования, необходимые для курсового и дипломного проектирования.

Данное учебное пособие дополняет имеющуюся литературу по объемному гидроприводу.

# 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕМНОМ ГИДРОПРИВОДЕ

Объемным гидроприводом называют совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение исполнительных механизмов машин с помощью рабочей жидкости под давлением.

В состав объемного гидропривода входят следующие устройства: гидродвигатели, насосы с приводящими двигателями, гидроаппараты, кондиционеры рабочей жидкости, гидроемкости и гидрролинии.

Каждое из входящих в состав гидропривода устройств выполняет определенные функции.

На рис.1.1 показана функциональная схема объемного гидропривода.

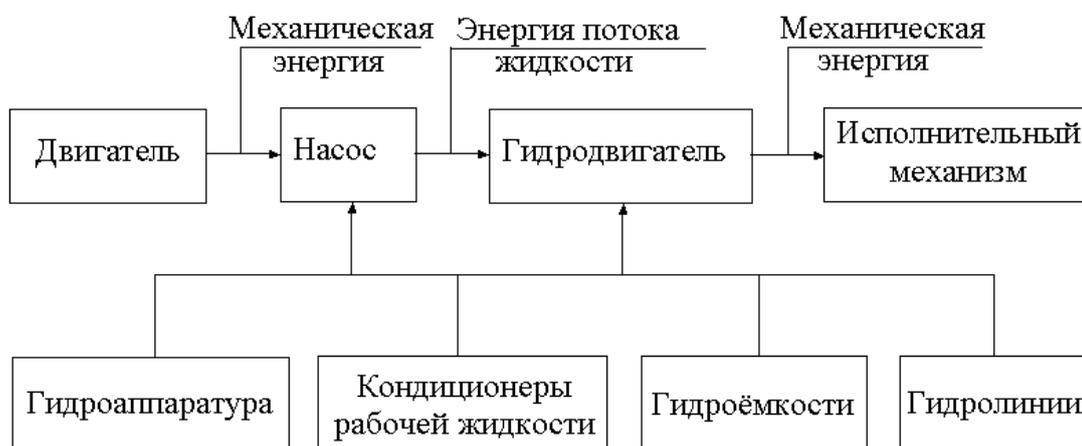


Рис.1.1. Функциональная схема объемного гидропривода

## 1.1. Основные параметры гидропривода

Основными параметрами объемного гидропривода являются давление  $p$ , расход  $Q$  (для насосов – подача), полный КПД  $\eta$ , полезная  $N_{\text{п}}$  и потребляемая  $N$  мощности.

Полный КПД  $\eta$  – отношение полезной к потребляемой мощности насоса, гидродвигателя.

Коэффициент подачи насоса (объемный КПД)  $\eta_{обн}$  – отношение подачи насоса к его теоретической подаче.

Коэффициент использования расхода гидромотора  $\eta_{обм}$  – объемный КПД – величина, выражающая относительную долю объемных потерь.

Гидромеханический КПД гидромашины  $\eta_{гм}$  – величина, выражающая относительную долю механических и гидравлических потерь.

Для гидродвигателей при относительно малом влиянии сжимаемости рабочей жидкости справедливо соотношение  $\eta = \eta_{об} \cdot \eta_{гм}$ . Для гидроцилиндров при относительно малой доле объемных потерь можно принимать  $\eta = \eta_{гм}$ .

Для расчета гидропривода необходимо знать выходные параметры гидродвигателей исполнительного механизма машины: величины крутящих моментов и угловых скоростей вращения вала для гидромоторов и величины усилий на штоках и скоростей перемещения для гидроцилиндров.

Давление может быть номинальным  $p_{ном}$ , максимальным  $p_{max}$  и рабочим.

Под номинальным понимается давление, при котором гидрооборудование работает длительное время без изменения параметров, указанных в технической характеристике.

Под максимальным давлением понимается наибольшее давление, на котором допускается кратковременная работа гидропривода.

На максимальное давление настраивается предохранительный клапан,  $p_{max} = (1,1 \dots 1,25)p_{ном}$ .

Рабочее давление – текущее фактическое давление, которое будет в гидросистеме при преодолении какого-либо сопротивления.

Согласно ГОСТ 12445–80 номинальное давление принимается равным 2,5; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 50 МПа и др.

Рекомендуемые значения номинальных расходов рабочей жидкости согласно ГОСТ 13825–80 следующие: 5; 8; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 630; 800  $дм^3/мин$  и др.

Согласно ГОСТ 12446–80 номинальные частоты вращения валов гидромашин (об/мин) рекомендуются следующие: 400; 600; 750; 960; 1200; 1500; 1920; 2400 и др.

При проектировании несерийных элементов объемного гидропривода принимаются следующие параметры:

- нормальные диаметры подвижных уплотняющих цилиндрических пар – ГОСТ 12447–80;
- условные проходы – ГОСТ 16516–80;
- рабочие объемы – ГОСТ 13824–80;
- номинальные емкости – ГОСТ 12448–80;
- номинальные частоты вращения – ГОСТ 12446–80;
- присоединительные резьбы – ГОСТ 12853–80;
- общие технические требования – ГОСТ 17411–72;
- конструкции уплотнений и посадочных мест – ГОСТ 9833–73, ГОСТ 14896;
- размеры гидроцилиндров – ГОСТ 6460–68;
- параметры фильтров – ГОСТ 14066–68.

## **1.2. Производители гидравлических элементов для мобильных машин**

За рубежом производством гидравлических элементов для мобильных машин занимаются такие фирмы (производители), как: Allweiler, Bosch Rexroth, Brueninghaus, Bucher, Caterpillar, Daikin, Danfoss, Denison, Düsterloh, Eaton, Hägglunds, Hawe, Hawe InLine, Herion, HPI, Hydac, Hydraulik-Ring, Hydrokraft, Hydromatik, Hydro-Gigant, Jahns Regulatoren, Kawasaki, Komatsu, Leistritz, Liebherr, Linde, Lohmann & Stolterfoht, Mannesmann Rexroth, Meiller, Moog, Orsta, Oilgear, Parker-Store, Pleiger, Poclain, Racine, Rexroth, Rollstar, Sauer, Sauer-Danfoss, Staffa, Towler Oilgear, Uchida, Ultra, Vickers, Voac, Voith, Volvo, von Roll, Wepuko, Zeppelin /34/.

В России наиболее крупными производителями гидравлических устройств для мобильной, сельскохозяйственной техники являются Омскгидропривод (г. Омск), Елецгидроагрегат (г. Елец), Стройдормаш (г. Орел), Гидроласт (г. Санкт-Петербург), Финарос (Москва), Союзгидравлика (г. Белгород), Артиллерийский завод №9 (г. Екатеринбург), Агрегатный завод (г. Людиново, Калужская обл.), Пролетарский завод (г. Санкт-Петербург), Пневмостроймашина (г. Екатеринбург), Шахтинский завод «Гидропривод» (Ростовская область), СКБ ПА (г. Санкт-Петербург), ОАО «Ново-Вятка», ОАО «Гидропривод» (г. Елец), ЗАО «Гидромотор» (г. Боровск, Калужская обл.), ГК «Коммунар» (п. Саракташ, Оренбургская обл.), «Гидравлик» (г. Грязи, Липецкая обл.), Ковровский электромеханический завод (Владимирская обл.).

### 1.3. Рабочая жидкость

В гидроприводе жидкость выполняет функции рабочего тела, поэтому ее называют рабочей жидкостью. С помощью рабочей жидкости энергия передается от источника (насоса) к исполнительным гидродвигателям.

Кроме того, рабочая жидкость является смазочным материалом для многочисленных пар трения, охлаждающим агентом пар трения, средой, удаляющей из пар трения продукты изнашивания и обеспечивающей при длительной эксплуатации защиту деталей от коррозии. Поэтому одной из функций жидкости является снижение трения и устранение износа элементов гидросистемы, изготовленных из различных конструкционных материалов.

Не менее важной функцией, выполняемой рабочей жидкостью в гидросистеме, является отвод тепла от различных участков системы.

Нагрев элементов гидропривода вызывается трением подвижных частей в гидромашинах и гидроаппаратах, потерями энергии на трение и вихреобразование при течении жидкости в трубопроводах, распределителях, дросселях и других элементах гидропривода.

Для обеспечения защиты деталей элементов гидросистемы от коррозии при длительной эксплуатации машины рабочая жидкость не должна содержать воду, для чего в некоторые жидкости вводятся специальные присадки – ингибиторы коррозии.

Исходя из основных функций, выполняемых рабочей жидкостью в гидроприводе, формулируются и требования к ней.

Рабочая жидкость должна обладать хорошей смазывающей способностью, быть стабильной в процессе хранения и эксплуатации, иметь необходимые вязкостные свойства, быть совместимой с материалами гидросистемы, обеспечивать хороший теплоотвод, иметь высокий индекс вязкости (ИВ), высокий модуль объемной упругости и низкое давление насыщенных паров, минимальную вспениваемость и высокую стойкость к образованию водных эмульсий, предотвращать образование ржавчины.

При выборе рабочей жидкости следует учитывать ее вязкость, температуру и давление, при которых будет эксплуатироваться гидросистема.

Температура застывания рабочей жидкости должна быть на 15...20 °С ниже наименьшей температуры окружающей среды. Макс-

симальная температура рабочей жидкости в гидросистеме не должна превышать 70...80 °С.

Единой системы классификации и обозначения рабочих жидкостей не существует. Распространено обозначение рабочих жидкостей по области применения. Чаще их называют маслами гидравлическими, вводя в обозначение буквы МГ с дополнительным уточнением назначения: для гидросистем общепромышленного назначения – масла индустриальные гидравлические ИГ, для авиационной техники – АМГ, для мобильных машин – МГЕ, ВМГЗ /20/.

Для гидроприводов строительных и дорожных машин рекомендуются к применению два сорта рабочей жидкости – ВМГЗ, МГ-30 /5, 8/.

Масло ВМГЗ – основной зимний сорт для гидросистем строительных и дорожных машин; допускает работу при температуре окружающей среды от – 40 до + 50 °С; рабочая температура до + 90 °С /8, 20/. В связи с интенсивным использованием строительных и дорожных машин масло, как правило, заменяют каждый сезон (летом заправляют маслом МГ-30).

В табл. 1.1 приведены технические характеристики наиболее распространенных рабочих жидкостей, применяемых в гидроприводах мобильных машин.

ГОСТ 17216–71 устанавливает 19 классов чистоты рабочих жидкостей гидроприводов, которые должны указываться в технических условиях на гидравлическое оборудование. Для каждого класса чистоты установлены предельные нормы загрязнений частицами определенного гранулометрического состава, при этом загрязнениями считаются все посторонние частицы, включая продукты смолообразования и органические частицы.

Частицы загрязнений размером более 200 мкм (не считая волокон) в маслах не допускаются. К волокнам относятся частицы не более 30 мкм при длине, превышающей толщину не менее чем в 10 раз.

Практическая чистота рабочей жидкости в гидроприводах общемашиностроительного применения соответствует 10...14 классам чистоты, для строительных и дорожных машин она чаще соответствует 12...14 классам чистоты. Параметры классов чистоты в соответствии с ГОСТ 17216–71 приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1

## Характеристики масел для мобильных машин

Марка масла	Обозначение по ГОСТ 17479.3–85	Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	Индекс вязкости	Вязкость при 50 °С, сСт	Температура застывания, °С	Температура вспышки, °С	ГОСТ, ТУ
ВМГЗ	МГ-15-В (с)	865	130...160	10	– 60	135	ТУ 38.101479–86
МГ-30	МГ-46-Б	885	–	27...33	– 35	190	ТУ 38 10150–70
МГ-30 у (МГЕ-46В)	МГ-46-В	890	85	25	– 30	190	ТУ 38 10150–70 (ТУ 38001347–83)
МГЕ-10А	МГ-15-В	834	–	10	– 70	96	ТУ 38101572–75
АМГ-10	МГ-15-Б	850	–	10	– 70	92	ГОСТ 6794–75
АУ	МГ-22-А	890	55	12...14	– 45	163	ТУ 38 1011232–89 (ГОСТ 1642–75)
АУП	МГ-22-Б	Не указана	–	Не указана	– 45	–	ТУ 38.1011258–89 (ТУ 38 101719–78)
И-20А	–	890	85	17...23	– 15	180	ГОСТ 20799–88
И-30А	–	890	85	28...33	– 15	190	ГОСТ 20799–88

## Классы чистоты жидкости (ГОСТ 17216–71)

Класс чистоты жидкости	Число частиц загрязнений в объеме жидкости $100 \pm 0,5 \text{ см}^3$ , не более, при размере частиц, мкм						Масса загрязнений, %, не более
	свыше 5 до 10	свыше 10 до 25	свыше 25 до 50	свыше 50 до 100	свыше 100 до 200	волокно свыше 300	
10	16 000	8000	8000	100	25	5	0,0008
11	31 500	16 000	16 000	200	50	10	0,0016
12	63 000	31 500	31 500	400	100	20	0,0032
13	Не нормируется	63 000	63 000	800	200	40	0,005
14	нормируется	125 000	125 000	1600	400	80	0,008

Критериями, определяющими необходимую степень чистоты рабочей жидкости в гидроприводе, являются величина зазоров между сопрягаемыми поверхностями в элементах гидропривода и величина рабочего давления.

ВНИИгидропривод рекомендовал для гидроприводов общемашиностроительного применения мощностью до 50 кВт обеспечивать 12-й класс чистоты рабочей жидкости, а при мощности 50...150 кВт – 13-й класс, при этом контроль класса чистоты при эксплуатации обязателен /8, 9/.

Для гидроприводов большой мощности (более 150 кВт) с большими зазорами в сопрягаемых парах устанавливается 14-й класс чистоты. В этом случае проведение контроля загрязнения рекомендуется, учитывая возможность увеличения долговечности гидропривода и его элементов, при своевременной очистке или замене жидкости.

Вопросы защиты масла от загрязнений требуют комплексного подхода к выполнению определенных конструктивных решений гидросистемы, перевозке и хранению масла, изготовлению и монтажу элементов гидропривода, эксплуатации гидросистемы.

При конструировании бака целесообразно дно выполнять наклонным, чтобы в его нижней части собирались загрязнения. Для их слива необходимо предусмотреть пробку. Внутренние поверхности бака после очистки должны быть защищены от коррозии маслостойким покрытием.

Разделительная перегородка, предусмотренная в баке, будет способствовать осаждению частиц загрязнений. Конструкция бака должна предусматривать установку сапуна (воздушного фильтра) для очистки поступающего в бак воздуха от пыли.

Для заливки или доливки в бак масла должен быть предусмотрен специальный заливной фильтр тонкой очистки.

Требуется тщательно герметизировать все места стыковки трубопроводов в зонах возможного образования вакуума, чтобы исключить подсос запыленного воздуха.

Конструкция гидроцилиндров должна предусматривать наличие грязесъемника. Для повышения надежности гидропривода при его эксплуатации масло должно постоянно очищаться от загрязнений. С этой целью в гидросистему встраиваются фильтры, в зависимости от места установки они делятся на всасывающие (приемные), сливные и напорные.

Зарубежные масла, рекомендуемые в качестве заменителей отечественных масел, приведены в табл. 1.3 /8/.

Таблица 1.3

**Зарубежные рабочие жидкости, рекомендуемые в качестве заменителей отечественных**

Отечественные масла	Зарубежные масла
1	2
ВМГЗ	Shell Tellus 17; Mobil fluid 93; Esso Univisj 43; BP Energol HL 50EP; HLP 20
АУ; АУП	Aeroshell Fluid 7; Shell Vitrea 21; Mobil Avrex 903; Esso Univis 40; BP Energol HL 50

Окончание табл. 1.3

1	2
МГЕ-46В	Shell Tellus 29; Vactra Heavy Medium; Esstic 45; Energol Hydraulic 80; HLP 36
В-30А	Vitrea Oil 31; Energol CS 100

Обозначение гидравлических масел по ГОСТ 17479.3–85 состоит из групп знаков, первая из которых обозначается буквами МГ (минеральное гидравлическое); вторая группа знаков – цифрами и характеризует класс кинематической вязкости; третья обозначается буквами и указывает на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

В зависимости от величины кинематической вязкости при температуре 40 °С гидравлические масла делят на классы, указанные в табл. 1.4 /14/.

Таблица 1.4

#### Классы вязкости гидравлических масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре 40 °С мм <sup>2</sup> /с (сСт)
5	4,14 – 5,06
7	6,12 – 7,48
10	9,00 – 11,00
15	13,50 – 16,50
22	19,80 – 24,20
32	28,80 – 35,20
46	41,40 – 50,60
68	61,20 – 74,80
100	90,00 – 110,00
150	135,00 – 165,00

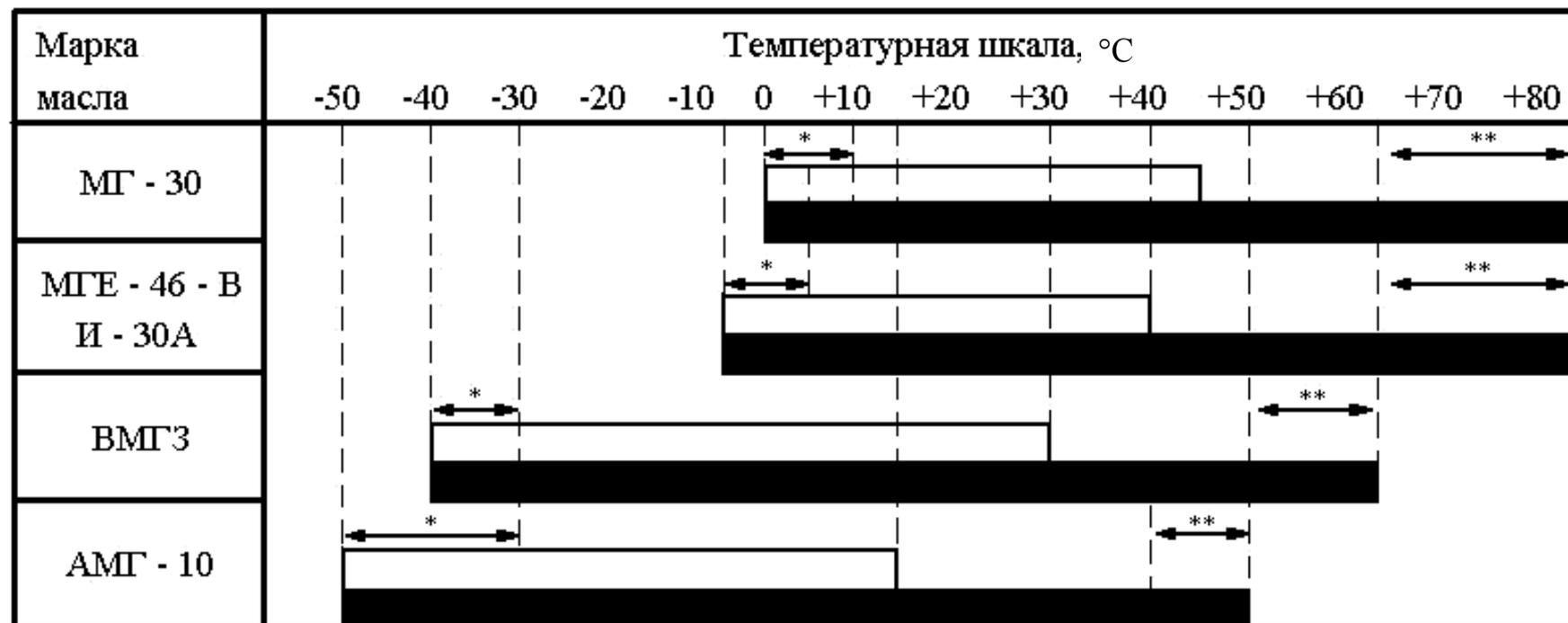
В зависимости от эксплуатационных свойств гидравлические масла делят на группы А, Б, В, указанные в табл. 1.5.

## Группы гидравлических масел

Группа масла по эксплуатационным свойствам	Состав гидравлических масел	Рекомендуемая область применения
А	Минеральные масла без присадок	Гидросистемы с шестеренными, поршневыми насосами, работающими при давлении до 15 МПа и температуре масла в объеме до 80 °С
Б	Минеральные масла с антиокислительными и антикоррозийными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла в объеме более 80 °С
В	Минеральные масла с антиокислительными, антикоррозийными и противоизносными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении свыше 25 МПа и температуре масла в объеме более 90 °С



Рис. 1.2. Производители гидравлических масел



- допустимые температурные пределы атмосферного воздуха
- допустимые температурные пределы рабочих жидкостей
- \* - температурные пределы, при которых требуется прогрев рабочей жидкости
- \*\* - температурные пределы применения рабочей жидкости для кратковременной работы

Рис. 1.3. Допустимые температурные пределы

Допускается добавление в гидравлические масла всех групп загущающих и антипенных присадок.

Пример обозначения гидравлических масел:

МГ – 15 – В,

где МГ – минеральное гидравлическое масло; 15 – класс вязкости; В – группа масла по эксплуатационным свойствам.

Допустимые температурные пределы рабочей жидкости и окружающего воздуха приведены на рис. 1.3.

Для того чтобы пользоваться иностранной техникой, необходимо знать свойства используемых в ней гидравлических масел. Требования к гидравлическим маслам, используемым в зарубежной технике, закреплены в ISO 6743-4. В соответствии с этим стандартом жидкости имеют обозначения HL, HM, HV.

В зависимости от назначения и требуемых свойств гидравлические жидкости имеют различный состав /34/. Существуют гидравлические жидкости на основе минерального масла с соответствующими присадками. В Европе обычно используются обозначения HL, HLP, HVLP в соответствии с DIN 51524 /34/.

Гидравлическая жидкость с обозначением HL содержит активные вещества для повышения защиты от коррозии и сопротивления окислению.

Гидравлическая жидкость с обозначением HM содержит активные вещества для повышения защиты от коррозии и сопротивления окислению, а также для снижения износа в области смешанного трения.

Гидравлическая жидкость с условным обозначением HLP содержит активные вещества для снижения износа и повышения грузоемкости в области смешанного трения. Данная жидкость имеет самое широкое применение на практике /45/. В табл. 1.6 приведены основные характеристики масел типа HLP.

Таблица 1.6

**Характеристики масел HLP /45/**

Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	68
Индекс вязкости	98
Температура вспышки в открытом тигле, °С	228
Температура застывания, °С	-20
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	882

Гидравлические жидкости с обозначением HV и HVLP имеют более высокое сопротивление окислению, а также обладают улучшенным соотношением вязкости и температуры /46/, в табл. 1.7 приведены основные характеристики масел типа HV.

Таблица 1.7

**Характеристики масел HV /46/**

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	14,5
Индекс вязкости	155
Температура вспышки в открытом тигле, °С	230
Температура застывания, °С	-24
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	882

Жидкость с обозначением HLPD имеет в своем составе присадки для улучшения транспортировки.

Тяжеловоспламеняющиеся жидкости имеют в соответствии с DIN 51524 обозначение HF.

Гидравлическая жидкость с обозначением HFAE – это раствор масла и воды, при этом содержание воды составляет более 80%. Вода смешивается с концентратом на основе минерального масла или растворимых полигликолей /45/. В табл. 1.8 основные характеристики масел HF. Недостатком концентратов на основе минерального масла является опасность расслоения смеси. Тяжеловоспламеняющиеся жидкости используются при температурах от +5 до +55 °С.

Таблица 1.8

**Характеристики масел HF /46/**

Вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	45
Температура вспышки, °С	142
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	924

Гидравлическая жидкость с обозначением HFAS – это растворенные в воде синтетические концентраты, которые не подвержены расслоению, но гидравлические компоненты могут быть подвержены коррозии.

Гидравлическая жидкость с обозначением HFB – это эмульсии (вода в масле), при этом содержание воды составляет более 40%.

Данные эмульсии используются редко, так как могут применяться при температурах от +5 до +60 °С /34/.

Гидравлическая жидкость с обозначением HFC - водные гликоли, содержание воды составляет более 35%. Данные жидкости используются при температурах от -20 до +60 °С и давлении 25 МПа /34/.

Актуальным вопросом для Европы является бережное отношение к природе, поэтому кроме вышеуказанных гидравлических жидкостей существуют и применяются биоразлагаемые гидравлические жидкости, которые изготовлены на основе растительных масел (напр., рапсового масла). Данные жидкости могут использоваться в строительной технике, используемой в водоохраных зонах, в горнолыжном оборудовании и т.д /34/.

Биоразлагаемые гидравлические жидкости имеют обозначение HE. В табл. 1.9 представлены основные характеристики масел типа HE.

Таблица 1.9

**Характеристики масел HE /45/**

Вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	19...24
Температура вспышки, °С	165
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Не нормируется
Температура застывания, °С	-21

**Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные свойства жидкостей.
2. В чем основное отличие гидронасоса от гидродвигателя?
3. В чем основное отличие гидроцилиндра от гидромотора?
4. Что такое индекс вязкости?
5. Назовите отечественных и зарубежных производителей гидравлических масел.
6. Какие функции выполняет рабочая жидкость в гидросистемах?
7. Назовите основные требования, предъявляемые к гидравлическим маслам.
8. От чего зависят свойства рабочей жидкости гидросистемы?

## 2. НАСОСЫ

Насос – это гидромашина для создания потока рабочей жидкости путем преобразования механической энергии в энергию движущейся жидкости.

В объемных насосах жидкость перемещается за счет периодического изменения объема занимаемой ею рабочей камеры, попеременно сообщаемой со входом и выходом насоса.

В каждом объемном насосе вытеснитель – орган насоса, осуществляющий всасывание жидкости в насос и ее вытеснение из рабочей камеры (ограниченного пространства, попеременно сообщаемого со входом и выходом насоса).

По характеру движения вытеснителя насосы делятся на следующие виды: возвратно-поступательные, роторные, крыльчатые.

В гидроприводах мобильных машин наибольшее применение нашли роторные насосы.

Наименование различных конструктивных типов насосов связано с видом вытеснителя.

По конструктивным признакам роторные насосы подразделяются на следующие типы: шестеренные, пластинчатые (шиберные), поршневые (радиально-поршневые и аксиально-поршневые).

Основные параметры насоса: рабочий объем  $q_n$ , давление  $p_{ном}$ , частота вращения вала  $n_n$ , подача  $Q_n$ , мощность  $N_n$ , полный КПД  $\eta$ .

Рабочий объем насоса – это подача (количество рабочей жидкости, проходящей через гидромашину) за один оборот вала.

Частотой вращения называют величину, равную числу полных оборотов за единицу времени. Единица измерения частоты вращения в СИ  $c^{-1}$ , временно допускается применение единицы измерения частоты вращения, выраженной в об/с и об/мин.

Теоретическая подача рабочей жидкости насоса определяется выражением

$$Q_n = q_n n_n, \quad (2.1)$$

где  $Q_n$  – подача,  $m^3/c$ ;

$q_n$  – рабочий объем,  $m^3(m^3/об)$ ;

$n_n$  – частота вращения вала,  $c^{-1}$  (об/с).

Полезная мощность насоса определяется выражением

$$N_{пп} = \Delta p_n Q_n, \quad (2.2)$$

где  $N_{пп}$  – полезная мощность насоса, Вт;

$\Delta p_H$  – перепад давления на насосе, Па;

$\Delta p_H = p_{\text{вых}} - p_{\text{вх}}$ , здесь  $p_{\text{вых}}$  – давление на выходе из насоса,  $p_{\text{вх}}$  – давление на входе в насос;

$Q_H$  – подача, м<sup>3</sup>/с.

При предварительных расчетах обычно принимается  $\Delta p = p_{\text{ном}}$ .

Мощность, потребляемая насосом (мощность насоса), определяется по формуле

$$N_H = M_H \omega_H, \quad (2.3)$$

где  $M_H$  – крутящий момент на валу насоса, Н·м;

$\omega_H$  – угловая скорость вращения вала насоса,  $\omega_H = 2\pi n_H$ .

Потери мощности в насосе оцениваются КПД:

$$\eta = \frac{N_{\text{нп}}}{M_H} = \eta_m \eta_g \eta_{\text{об}} = \eta_{\text{гм}} \eta_{\text{об}}, \quad (2.4)$$

где  $\eta$  – полный КПД насоса;

$\eta_m$  – механический КПД;

$\eta_g$  – гидравлический КПД;

$\eta_{\text{об}}$  – объемный КПД (коэффициент подачи);

$\eta_{\text{гм}}$  – гидромеханический КПД,  $\eta_{\text{гм}} = \eta_m \eta_g$ .

Насос выбирается по величине рабочего объема  $q_H$ , давлению  $p_{\text{ном}}$ , значение которого обусловлено назначением гидропривода.

## 2.1. Характеристики отечественных насосов

### 2.2.1. Шестеренные насосы

Шестеренные насосы получили наибольшее применение в гидроприводах строительных, дорожных и коммунальных машин, работающих при давлении до 15...20 МПа.

Наибольшее распространение получили односекционные шестеренные насосы с прямозубыми колесами внешнего зацепления.

Работают эти насосы при высокой частоте вращения вала, поэтому их можно соединять непосредственно с валами приводящих двигателей.

Применяют в основном шестеренные насосы типа НШ: НШ 10, НШ 32, НШ 50 и т.д., где цифры, стоящие рядом с буквами, указывают рабочий объем в см<sup>3</sup>. В соответствии с ГОСТ 8754–80 шестерен-

ные насосы по исполнению делятся на три группы, которые обозначают цифрами 2, 3 и 4 и указывают на способность развивать определенное давление.

К группе 2 относят насосы с номинальным давлением нагнетания 14 МПа, к группе 3 – насосы с номинальным давлением нагнетания 16 МПа, к группе 4 относят насосы с номинальным давлением нагнетания 20 МПа. Цифры, указывающие на исполнение, пишут последними в индексации насосов. После индексации пишут букву Л, если насос левого вращения (для правого вращения букву не пишут). Так, например, насос с правым направлением вращения ведущего вала с рабочим объемом 32 см<sup>3</sup> исполнения 3 обозначается следующим образом: НШ 32-3.

Шестеренные насосы выпускаются двух конструкций: с автоматическим гидравлическим регулированием зазоров по торцам шестерен и автоматическим гидравлическим регулированием торцевых и радиальных зазоров шестерен. С компенсацией износа торцевых зазоров шестерен изготавливаются насосы НШ 10-3, НШ 32У-2, НШ 32У-3 и НШ 50У-3 (рис. 2.1). В корпусе 2 установлены две пары втулок 3 и 6, ведомая 4 и ведущая 5 шестерни, два компенсатора 7 и две манжеты 8. Втулки являются опорами шестерен, а компенсаторы уплотняют торцевые поверхности шестерен.

Регулирование торцевых зазоров осуществляется путем поджима компенсаторов к торцам шестерен давлением жидкости, поступающей из напорной зоны в полости *Б*.

Компенсаторы 7 выполнены самоустанавливающимися, что обеспечивает их поджим к торцам шестерен и равномерную приработку рабочих поверхностей компенсаторов.

Жидкость, проходящая через смазочные канавки втулок, по каналам на дне корпуса 2, в крышке 1 и ведомой шестерне 4, отводится в камеру всасывания *В*.

Приводной вал ведущей шестерни уплотнен резиновой армированной манжетой 10. Для предотвращения выдавливания манжеты 10 устанавливаются стопорное 11 и опорное 12 кольца.

При вращении шестерен 4 и 5 жидкость поступает через входное отверстие в камеру всасывания *В* и в межзубовое пространство, а затем под давлением нагнетается через выходное отверстие в напорный трубопровод.

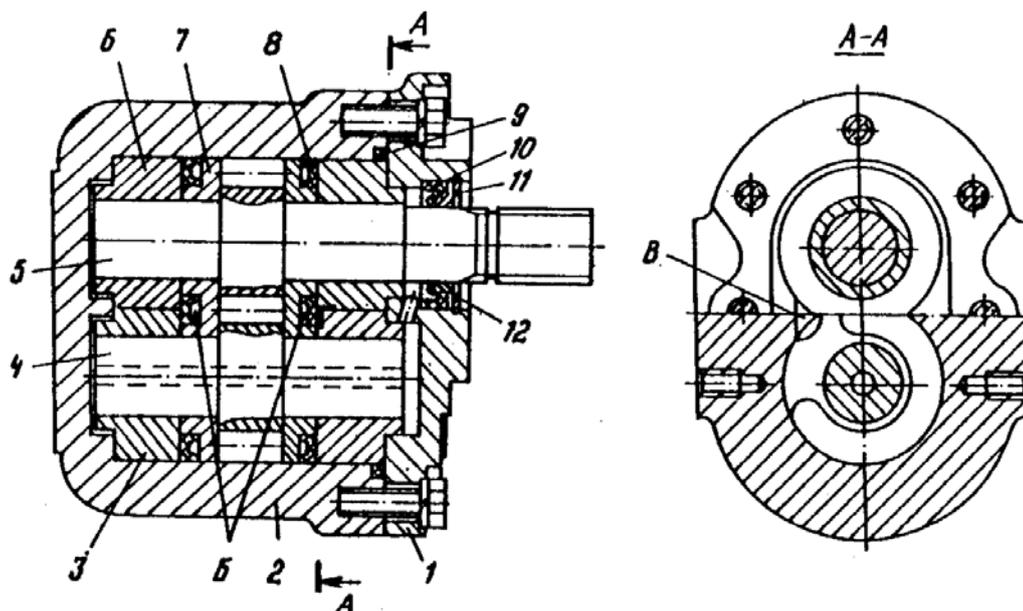


Рис. 2.1. Шестеренные насосы НШ 32У-3 и НШ 50У-3:  
 1 – крышка; 2 – корпус; 3, 6 – опорные втулки; 4, 5 – ведомая и ведущая шестерни; 7 – компенсатор; 8 – 10 – манжеты; 9 – уплотнительное кольцо;  
 11 – стопорное кольцо; 12 – опорное кольцо;  
 Б – полость подвода давления жидкости из напорной зоны для поджима компенсаторов; В – камера всасывания

Общий вид насоса НШ 32... представлен на рис. 2.2 .

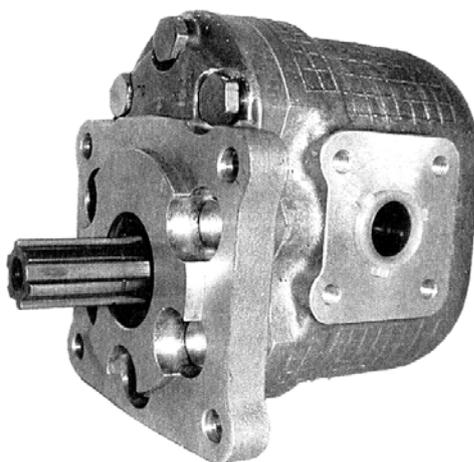


Рис. 2.2. Общий вид насоса НШ 32

Шестеренные насосы серий НШ...А-3 и НШ... -4 выпускаются с гидравлической компенсацией торцевых и радиальных зазоров (рис. 2.3).

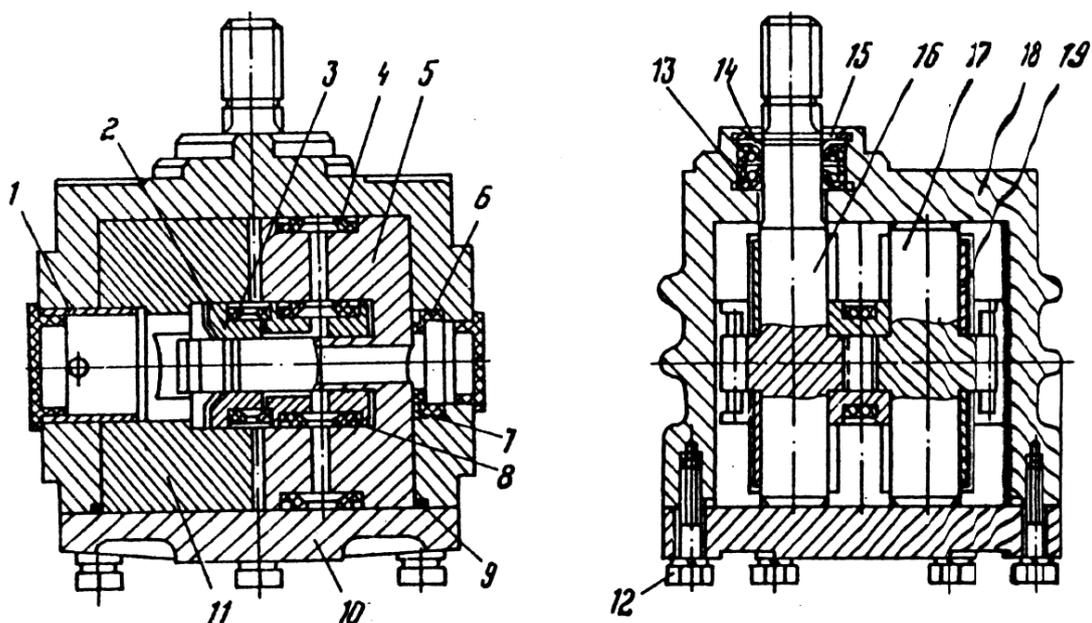


Рис. 2.3. Шестеренные насосы серий НШ...А-3 и НШ...-4:

1 – втулка; 2 – пластик; 3, 4, 6, 13 – манжеты; 5, 11 – обоймы поджимная и подшипниковая; 7, 8 – кольца; 9 – кольцо уплотнительное; 10 – крышка; 12 – болт; 14 – кольцо опорное; 15 – кольцо пружинное; 16, 17 – шестерни ведущая и ведомая; 18 – корпус; 19 – вкладыш металлофторопластовый

Ведущая 16 и ведомая 17 шестерни располагаются в подшипниковой 11 и поджимной 5 обоймах и пластиках 2. Подшипниковая обойма является общей опорой для цапф шестерен и металлофторопластовых вкладышей 19. Межзубовые пространства по периферии, в зоне высокого давления, уплотняются поджимной обоймой под действием давления жидкости в полости манжет радиального поджима 6.

Торцы шестерен уплотняются пластиками 2 под действием давления жидкости в полостях с торцевыми манжетами 3.

Манжеты 4 уравнивают крылья поджимных обойм, предохраняя их от разрушения.

Приводной вал насоса уплотнен каркасными манжетами 13. Ведущий вал центрируется относительно установочного бурта корпуса насоса втулкой 1.

Технические характеристики шестеренных насосов типа НШ даны в табл. 2.1, 2.2 /5, 8, 18/.

Корпуса шестеренных насосов изготовляют из чугуна, стали или алюминия. Для изготовления шестерен используют легированные стали (20Х, 40Х, 18ХН13А и др.) с применением цементации и закалки или азотирования.

Таблица 2.1

## Техническая характеристика шестеренных насосов серии НШ... -4

Показатели	НШ32-4	НШ50-4	НШ71-4	НШ100-4	НШ250-4	НШ400-4
Номинальный рабочий объем, см <sup>3</sup>	31,5	48,8	69,7	98,8	250,0	400,0
Давление на выходе, МПа:						
номинальное	20	20	20	20	20	20
максимальное	25	25	25	25	25	25
Давление на входе, МПа:						
максимальное	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
минимальное	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Частота вращения, с <sup>-1</sup> :						
номинальная	24	30	19,2	19,2	15	15
максимальная	30	30	24	24	19,2	19,2
минимальная	5	5	5	5	5	5
Коэффициент подачи (объемный КПД), не менее	0,94	0,94	0,95	0,95	0,94	0,94
Коэффициент полезного действия, не менее	0,83...0,89	0,83...0,89	0,86...0,90	0,86...0,90	0,86...0,90	0,86...0,90
Номинальная потребляемая мощность, кВт	33,2	51,9	56,9	80,1	156,5	250,4
Кинематическая вязкость рабочей жидкости при температуре 50 °С, сСт	30–70	30–70	30–70	30–70	30–70	30–70
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216–71, не грубее	15	15	15	15	15	15
Номинальная тонкость фильтрации рабочей жидкости, мкм, не грубее	25	25	25	25	25	25
Масса, кг	6,4	7,1	16,5	16,5	44,5	45,0

Таблица 2.2

## Техническая характеристика шестеренных насосов

Показатели	НШ 10-3	НШ 32У -2 (3)	НШ 50У-3	НШ 50А-3	НШ 71А-3	НШ 100А-3	НШ 250-3
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	10	31,7 (32,0)	49,1	48,8	69,7	98,8	250
Давление на выходе, МПа:							
номинальное	16	14 (16)	16	16	16	16	16
максимальное	20	17,5 (20)	20	20	20	20	20
Давление на входе в насос, МПа:							
минимальное	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
максимальное	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Частота вращения вала, с <sup>-1</sup> :							
минимальная	16	16	16	16	16	16	16
номинальная	40	32	32	32	25	25	25
максимальная	50	40	40	40	32	32	32
Номинальная потребляемая мощность, кВт	7,5	17,9 (21,0)	25,7	26,2	30,53	43,15	106,2
КПД насоса (не менее)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,85	0,85	0,85
Коэффициент подачи (объемный КПД) (не менее)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,94	0,94	0,94
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216–71, не грубее	15	15	15	15	15	15	15
Номинальная тонкость фильтрации рабочей жидкости, мкм, не более	25	25	25	25	25	25	25
Масса кг	2,48	5,28	6,19	7,47	16,8	16,8	45,6

*Примечание.* Значения показателей определены при работе насосов в номинальном режиме на дизельном масле вязкостью 60...70 сСт при температуре 50 °С.

Общий вид насоса НШ 71 (100) ... представлен на рис. 2.4.

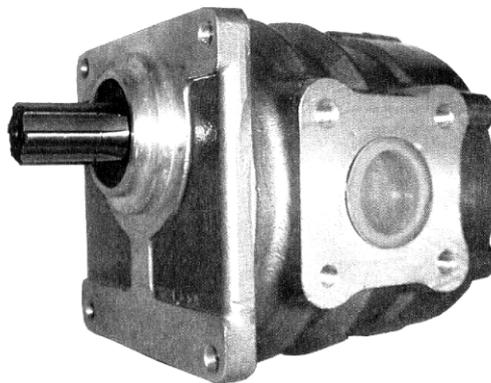


Рис. 2.4. Общий вид насоса НШ 71 (100)

### ***2.1.2. Аксиально-поршневые насосы***

В аксиальных роторно-поршневых гидромашинах при вращении вала поршня вытеснители совершают возвратно-поступательное движение в осевом направлении параллельно (аксиально) оси ротора (блока цилиндров).

Согласно схеме передачи движения к вытеснителям различают аксиальные роторно-поршневые гидромашины с наклонным диском, у которых оси ведущего звена и вращения ротора совпадают, и с наклонным блоком, у которых оси ведущего звена и вращения ротора расположены под углом.

На строительных и дорожных машинах наиболее широко применяют аксиально-поршневые нерегулируемые и регулируемые гидромашины с наклонным блоком цилиндров.

В основу серийно выпускаемых гидромашин, отличающихся габаритными размерами, положена унифицированная конструкция качающего узла.

Начатое в конце 60-х гг. XX в. производство аксиально-поршневых насосов и гидромоторов с наклонным блоком цилиндров позволило на их основе принципиально изменить конструкцию большинства видов строительных и дорожных машин: улучшились основные параметры, разработаны гидромашины с поворотным распределителем, создана конструкция регулируемых гидромоторов с бесступенчатым изменением рабочего объема, а также реализован ряд других достижений.

Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы серий 207.20, 207.25, 223.30, 223.25, 210.12, 210.16, 210.25 начали выпускаться в СССР в конце 60-х гг. XX в. по лицензии фирмы «Rauch», Германия.

В данном разделе представлены серийно выпускаемые аксиально-поршневые гидромашины, многие из которых разработаны или модернизированы в последние годы.

Для гидроприводов строительных и дорожных машин производятся аксиально-поршневые нерегулируемые (типов 210 и 310) и регулируемые (типов 207, 224, 303, 321 и 333) насосы и гидромоторы. Основой каждого типоразмера гидромашин является унифицированная конструкция качающего узла, на базе которого созданы различные исполнения.

Насосы и гидромоторы типа 210...Г относятся к гидромашинам с нерегулируемым рабочим объемом (рис. 2.5), качающий узел которых состоит из приводного вала 1, семи поршней 10 с шатунами 9, радиального 6 и сдвоенного радиально-упорного 7 шарикоподшипников, блока цилиндров 11, центрируемого сферическим распределителем 12 и центральным шипом 15.

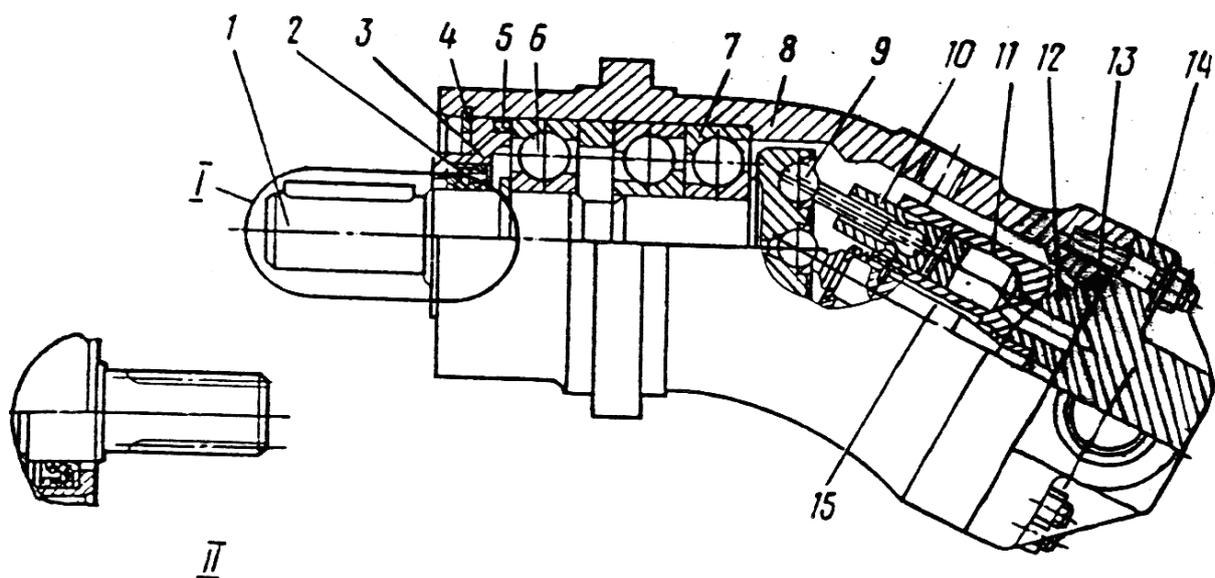


Рис. 2.5. Аксиально-поршневой нерегулируемый насос (гидромотор) типа 210...Г:

*I* и *II* – варианты исполнения вала (шпоночный и шлицевой);

*1* – приводной вал; *2* – манжетное уплотнение; *3* – передняя крышка; *4* – кольцо упорное; *5*, *13* – кольца уплотнительные; *6*, *7* – шарикоподшипники; *8* – корпус; *9* – шатун; *10* – поршень; *11* – блок цилиндров; *12* – сферический распределитель; *14* – задняя крышка; *15* – центральный шип

От осевого перемещения внутренние кольца подшипников удерживаются стопорным кольцом (гидромашина 210) или двумя пружинными кольцами (гидромашина 310.224). В передней крышке 3 установлено армированное манжетное уплотнение 2.

Центральный шип 15 сферической головкой установлен в гнезде фланца приводного вала 1, другой конец шипа входит в отверстие втулки, запрессованной в распределитель 12. В сферических периферийных гнездах фланца приводного вала 1 установлены головки шатунов 9, которые вместе со сферической головкой центрального шипа 15 прижаты к фланцу вала пластиной.

К внутренней поверхности задней крышки 14 неподвижно примыкает распределитель 12, два дугообразных паза которого совмещены с соответствующими пазами в крышке. Под воздействием тарельчатых пружин сферические поверхности блока цилиндров 11 и распределителя 12 постоянно прижаты. При вращении блока полости цилиндров последовательно совмещаются с дугообразными пазами распределителя.

При вращении вала 1 вращаются шатуны 9 с поршнями 10, установленными в блоке цилиндров. Одновременно поршни совершают возвратно-поступательное движение в цилиндрах, полости которых попеременно сообщаются с напорным или всасывающим каналом.

За один оборот вала каждый поршень совершает один двойной ход. При работе гидромашин в режиме насоса в течение одной половины оборота вала поршень всасывает рабочую жидкость через трубопровод из бака, а в течение второй вытесняет ее в напорную магистраль гидросистемы.

Величина подачи насоса прямо пропорционально зависит от частоты вращения приводного вала.

При работе в режиме гидромотора напор рабочей жидкости из гидросистемы через отверстие в задней крышке 14 и дугообразный паз распределителя действует на поршни 10, приводя их в движение. Поршни 10 через шатуны 9 сообщают валу 1 крутящий момент.

При этом в течение одной половины оборота вала происходит заполнение рабочей камеры цилиндра жидкостью, а в течение другой – вытеснение жидкости в сливную магистраль.

Общий вид гидромашин типа 210... представлен на рис. 2.6.

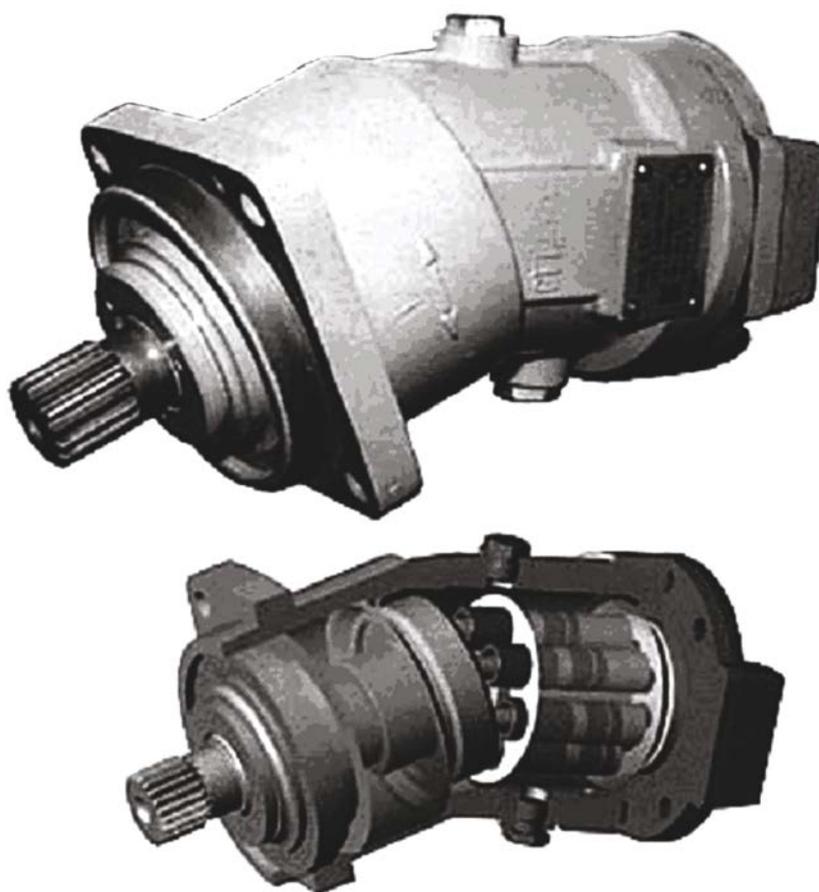


Рис. 2.6. Общий вид гидромашины типа 210...

Крутящий момент создается вследствие расположения осей вала и блока цилиндров под углом  $25^\circ$ . В результате усилие, создаваемое поршнем в месте контакта шатуна с валом, раскладывается на осевую и тангенциальную составляющие.

Осевое усилие воспринимается сдвоенным (гидромашина 210) или строенным (гидромашина 310.224) радиально-упорным подшипником 7, а тангенциальная сила создает крутящий момент относительно оси вала, сообщая ему вращение (см. рис. 2.5).

Величина крутящего момента, развиваемого гидромотором, пропорциональна рабочему объему и давлению, определяемому внешней нагрузкой, которое ограничивается настройкой предохранительного клапана гидросистемы.

Реверсирование направления вращения вала гидромотора производится изменением направления потока рабочей жидкости, подводимой к гидромотору.

Направление вращения насоса указывается стрелкой на корпусе 8.

Насос правого вращения может работать как гидромотор левого вращения. Применение гидромотора в режиме насоса согласовывается с заводом-изготовителем. Стандартное направление вращения вала насосов – правое при наблюдении со стороны вала. Насосы с левым вращением вала выполняются по спецзаказу. На рис. 2.7 показан пример обозначения нерегулируемой гидромашины типа 210.

**210.00.00.00.А(Б)**

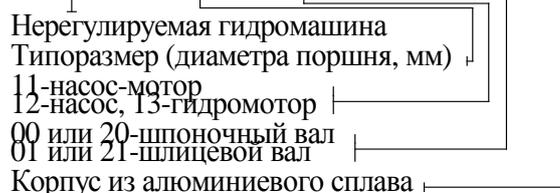


Рис. 2.7. Пример обозначения нерегулируемой гидромашины типа 210...

Основные характеристики гидромашин типов 210 и 310 приведены в табл. 2.3 /8/. На рис. 2.8 показан пример обозначения нерегулируемой гидромашины типа 310.

Таблица 2.3

**Основные характеристики аксиально-поршневых нерегулируемых насосов и гидромоторов типов 210 и 310**

Параметры	Типоразмеры гидромашин					
	210.12...	210.16...	310.56	310.112	310.25.13	310.224
	Г	Г				
1	2	3	4	5	6	7
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	11,6	28,1	56	112	112	224
Давление на выходе из насоса, МПа:						
номинальное	20	20	20	20	20	25 (20)*
максимальное	35	35	35	35	32	32
минимальное	1	1	1	1	1	1
Давление на входе в насос, МПа:						
максимальное	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
минимальное (абсолютное)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Номинальный перепад давления для гидромотора, МПа	20	20	20	20	20	25 (20)*

Продолжение табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Максимальное давление на входе в гидромотор, МПа	35	35	35	35	32	32
Максимальное давление на выходе из гидромотора, МПа	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Максимальное давление дренажа, МПа	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> : номинальная	2400	1920	1500	1500	1200	1200 (960) <sup>*</sup>
максимальная: для гидромоторов и насосов при максимальном давлении на входе для насосов при минимальном давлении на входе	6000 2850	5000 2300	3750 2850	3000 2200	2500 2200	2000 1200
минимальная: для насосов для гидромоторов	400 50	400 50	400 50	400 50	400 50	400 50
Номинальная подача насоса, л/мин	27,0	52,3	79,8	159,6	127,3	205,2
Номинальный расход гидромотора, л/мин	28,8	55,7	88,5	177,0	141,5	280,9
Крутящий момент гидромотора, кНм: номинальный	36,2	87,6	171	342	334	837,8 (690) <sup>*</sup>
страгивания	30,3	73,3	144	288	269	700
Номинальная потребляемая мощность насоса, кВт	9,8	19,1	30,2	60,5	48,4	95,1
Коэффициент подачи (объемный КПД) насоса в номинальном режиме	0,97	0,97	0,95	0,95	0,95	0,95
Гидромеханический КПД гидромотора в номинальном режиме	0,98	0,98	0,96	0,96	0,94	0,94

1	2	3	4	5	6	7
Полный КПД в номинальном режиме	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90
Характеристика рабочей жидкости: Температура, °С минимальная максимальная	- 40 + 80	- 40 + 80	- 40 + 75	- 40 + 75	- 40 + 75	- 40 + 75
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216-71	12	12	12...14 4	12...14	12...14	12
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	25	25	25	25	40	10
Масса (без рабочей жидкости), кг, не более	4	8,1	17	31	41	95 (94,8)
Температура окружающей среды (рабочая), °С:						
для исполнения У	- 45... + 40					
для исполнения Т	- 10... + 45					
для исполнения ХЛ	- 60... +40					

*Примечания:*

- \* – для валов со шпонками;
- \*\* – для гидромашин, работающих в режиме насоса.

# 310.3.56

Насос (мотор)

Модель с коническими подшипниками

Рабочий объём, см<sup>3</sup>/об.

Рис. 2.8. Пример обозначения нерегулируемой гидромашини типа 310...

Конструкция аксиально-поршневой гидромашины серии 310 приведена на рис. 2.9.

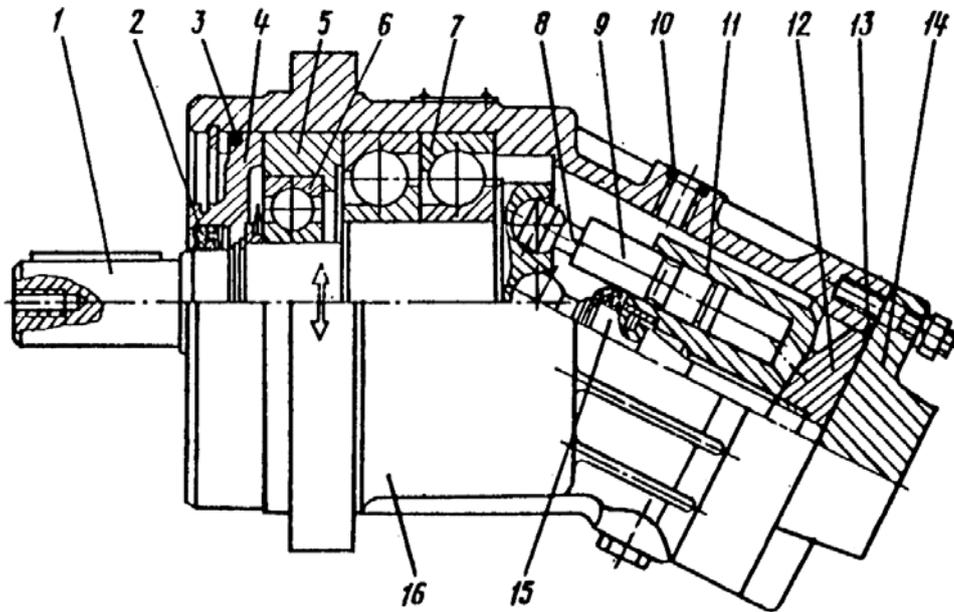


Рис. 2.9. Аксиально-поршневая нерегулируемая гидромашина типа 310...:  
 1 – вал; 2 – манжета; 3, 10, 13 – уплотнительные кольца;  
 4, 14 – передняя и задняя крышки; 5 – стакан; 6 – подшипник радиальный;  
 7 – подшипник сдвоенный радиально-упорный; 8 – шатун; 9 – поршень;  
 11 – блок цилиндров; 12 – распределитель; 15 – шип; 16 – корпус

Устройство и принцип действия гидромашин типа 310 аналогичны рассмотренным выше гидромашинам типа 210.

Реверсивный гидромотор серии 300 типоразмера 25 (310.25.13.00) в отличие от ранее выпускавшегося гидромотора типа 200 такого же типоразмера имеет сдвоенный радиально-упорный подшипник увеличенного размера (рис. 2.9), что повысило ресурс гидромашин.

Аксиально-поршневые регулируемые насосы типа 207 изготавливаются трех типоразмеров, отличающихся диаметром поршня унифицированного качающего узла.

Регулирование величины и направления потока жидкости происходит за счет изменения угла наклона поворотного корпуса. Подача регулируемого насоса может плавно изменяться при изменении угла наклона поворотного корпуса  $\alpha$  от 0 до  $\pm 25^\circ$ .

Регулируемые насосы типа 207 могут быть укомплектованы регуляторами мощности типа 400, которые автоматически обеспечивают изменение угла наклона поворотного корпуса в зависимости от давления, сохраняя постоянную приводную мощность при определенной частоте вращения приводного вала. В табл. 2.4 приведены технические характеристики регулируемых насосов типа 207 /5, 8/.

Сдвоенные аксиально-поршневые регулируемые насосы типа 223 состоят из двух унифицированных качающих узлов насоса типа 207, установленных параллельно в общем корпусе. Сдвоенные насосы обычно используют в том случае, когда необходимо обеспечить работу двухпоточной гидросистемы. Эти насосы устанавливаются на экскаваторах ЭО-3322, ЭО-4121 и др.

Насосы типа 223 бывают двух исполнений, различающихся диаметром поршня качающего узла (20 и 25 мм) и передаточным числом редуктора. Редуктор передает вращение от приводного двигателя к валам качающих узлов. Передаточное число редуктора  $i$  в зависимости от варианта исполнения редуктора равно 0,618; 0,687; 0,846; 0,965; 1,037; 1,185; 1,465 /5, 8/.

Выпускается также сдвоенный регулируемый насос в корпусе из алюминиевого сплава типа 224.20... /5, 8/.

Технические характеристики насосов типа 223 приведены в табл. 2.5 /5, 8/.

Аксиально-поршневые гидромашины с наклонным блоком обладают высокими эксплуатационными свойствами и следующими основными достоинствами /1, 5, 8/: высокой всасывающей способностью, обеспечивающей работу насосов на самовсасывании при широком диапазоне температуры и вязкости рабочей жидкости (от 8...10 сСт до 1000...1200 сСт /5, 8/); возможностью работы в насосном и моторном режиме: относительно меньшей чувствительностью к чистоте рабочей жидкости (могут работать при тонкости очистки до 40 мкм); высокими износостойкостью, надежностью, КПД.

Аксиально-поршневые регулируемые однопоточные насосы типа 300 имеют регуляторы потока рабочей жидкости следующих видов:

- пропорциональные;
- с регулятором постоянного перепада давления;
- с регулятором постоянного давления;
- с регулятором постоянной мощности;
- функционирующие только от внешнего воздействия.

Таблица 2.4

## Технические характеристики регулируемых насосов типа 207

Параметр	Типоразмер		
	207.20	207.25	207.32
Максимальный рабочий объем, см <sup>3</sup>	54,8	107	225
Давление на выходе, МПа:			
номинальное	16,0	16,0	16,0
максимальное	25,0	25,0	25,0
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :			
номинальная	1500	1200	960
максимальная	2850	2200	1750
Номинальная подача при $\alpha_{\max}$ , дм <sup>3</sup> /мин	79,3	123,9	208,4
Номинальная потребляемая мощность при $\alpha_{\max}$ , кВт	23,6	36,9	62,0
КПД (в номинальном режиме при вязкости рабочей жидкости 33 сСт):			
объемный	0,966	0,966	0,966
гидромеханический	0,942	0,942	0,942
полный	0,91	0,91	0,91
Допускаемая температура рабочей жидкости, °С :			
минимальная	- 40	- 40	- 40
максимальная	+ 75	+ 75	+ 75
Масса, кг	39	75	140

Таблица 2.5

## Технические характеристики двоянных регулируемых насосов типа 223 (224)

Параметр	Типоразмер	
	223.20 (224.20)	223.25
Максимальный рабочий объем, см <sup>3</sup>	54,8 + 54,8	107 + 107
Давление на выходе, МПа:		
номинальное	16,0	16,0
максимальное	25,0	25,0
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :		
номинальная	1500	1200
максимальная	1930	1500
Номинальная подача при $\alpha_{\max}$ , дм <sup>3</sup> /мин	158,6	247,8
Номинальная потребляемая мощность при $\alpha_{\max}$ , кВт	50,6	79
КПД (в номинальном режиме при вязкости рабочей жидкости 33 сСт):		
объемный	0,965	0,965
полный	0,85	0,85
Допускаемая температура рабочей жидкости, °С :		
минимальная	- 40	- 40
максимальная	+ 75	+ 75
Масса, кг:		
в корпусе из чугуна	165	320
в корпусе из алюминиевого сплава	(115)	-

*Примечание.* В таблице указана частота вращения качающих узлов  $n_{\text{ку}}$ .

Частота вращения приводного вала насоса определяется по формуле  $n_{\text{н}} = n_{\text{ку}} i$ , где  $i$  – передаточное число редуктора.

Основные параметры аксиально-поршневых регулируемых однопоточных насосов типа 300... приведены в табл. 2.6 /8/.

Таблица 2.6

**Основные параметры аксиально-поршневых регулируемых  
однопоточных насосов**

Параметры	313.16.00 313.16.10	207.20...Б	311.112. .	311.224..	313.3.160
Рабочий объем максимальный, см <sup>3</sup>	28	54,8	112	224 ± 7	160
Давление на выходе из насоса, МПа:					
номинальное	16	20	20	20	20
максимальное	25	32	32	35	35
минимальное	—	1	—	—	—
Максимальное давление дренажа, МПа	—	0,08	0,08	0,08... 1,6	—
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :					
номинальная	1920	1500	1200	1200	1200
максимальная при максимальном давлении на входе	3150	3150	2500	1800	—
минимальная	400	400	400	400	400
Номинальная подача, л/мин	50	78,1	127,7	255,4	182,0
Номинальная потребляемая мощность, кВт	15,3	29,5	45,9	87,9	—
Коэффициент подачи (объемный КПД) в номинальном режиме, не менее	0,95	0,95	0,95	0,95	—
КПД в номинальном режиме, не менее	0,85	0,91	0,91	0,91	0,90
Характеристика рабочей жидкости:					
Температура, °С:					
минимальная	– 40	– 40	– 40	– 40	—
максимальная	+ 75	+ 75	+ 75	+ 75	—
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216–71	14	14	12	14	—
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	25	25	25	25	—
Масса (без рабочей жидкости), кг	20	30	120	205... 250	55

Общий вид насоса типа 313... представлен на рис. 2.10.

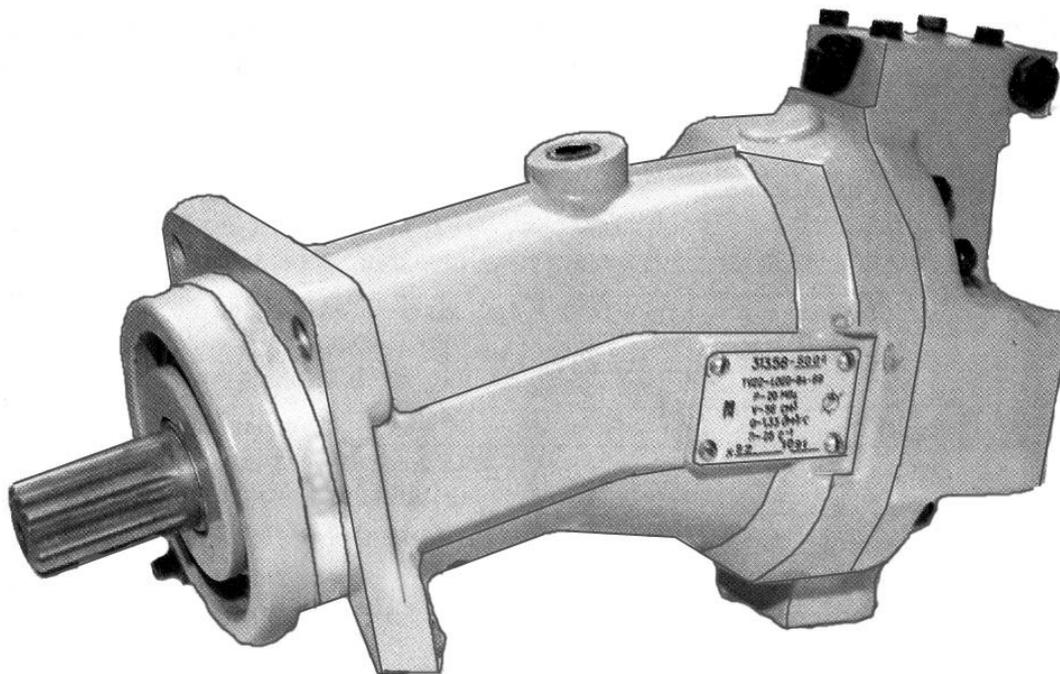


Рис. 2.10. Общий вид насоса типа 313...

Регулируемые двухпоточные насосы имеют обозначение 224.20...А и 321.224.

Двухпоточные регулируемые насосы применяются в гидроприводах с двумя независимыми контурами циркуляции рабочей жидкости.

Преимущественное распространение эти насосы получили в гидросистемах одноковшовых экскаваторов.

Насосы 224.20...А и 321.224 изготовляют самовсасывающими со встроенным регулятором постоянной мощности.

Двухпоточный аксиально-поршневой регулируемый насос 224.20...А (рис. 2.11) имеет два качающих узла *1* одинаковой конструкции, параллельно установленных в поворотных корпусах *10*. Унифицированный качающий узел насоса, расположенный слева (при наблюдении со стороны приводного вала), допускает более высокие нагрузки по сравнению с другим качающим узлом.

Поворотные корпуса соединены вилкой *34* и синхронно поворачиваются вокруг своих вертикальных осей на угол до  $25^\circ$ .

При «нулевом» положении поворотных корпусов *10* ось вала каждого качающего узла находится на одной прямой с осью блока цилиндров. В этом положении подача насоса равна нулю.

Отклонение поворотных корпусов *10* происходит под воздействием регулятора мощности, имеющего двухступенчатый плунжер *27*, две пружины *29* и установочные шайбы *30*.

Вал насоса *20* приводится во вращение от двигателя и через встроенный раздаточный редуктор (две ведомые шестерни *33*) передает вращение валам качающих узлов.

Направление вращения приводного вала насоса правое при наблюдении со стороны вала *20* (обозначено стрелкой на передней крышке).

При работе на малых давлениях пружины *29* (см. рис. 2.11) удерживают поворотные корпуса на наибольшем угле отклонения, обеспечивая максимальную подачу насоса.

С увеличением давления нагнетания плунжер перемещается, сжимая пружины и уменьшая угол наклона поворотных корпусов, что приводит к уменьшению подачи насоса. Пружины регулятора и толщину шайб подбирают таким образом, чтобы обеспечивалось постоянное значение установленной мощности.

Таким образом, величина подачи насоса изменяется автоматически в результате изменения угла наклона качающих узлов, обеспечивая работу насоса в режиме постоянной мощности.

Основные параметры двухпоточных насосов 224.20...А и 321.224 приведены в табл. 2.7.

Насос 224.20...А изготавливается в двух исполнениях, отличающихся передаточными числами встроенного редуктора. Кроме того, насос имеет исполнения для умеренного и тропического климата. В последнем случае в обозначение насоса добавляется буква Т, например 224.20...АТ.

Аксиально-поршневые двухпоточные насосы обычно называют тандем – насосы. Они применяются, как правило, в гидросистемах где номинальное давление превышает 20 МПа.

В гидросистемах, имеющих номинальное давление меньше 20 МПа, используются шестеренные тандем-насосы.

Стоимость данных насосов намного больше, чем у одинарных.

Двухпоточный аксиально-поршневой насос с наклонным диском может быть напрямую подключен к коробке отбора мощности или к приводу через карданный вал.

Насосы легки и очень прочны, всё это гарантирует длительный срок служб.

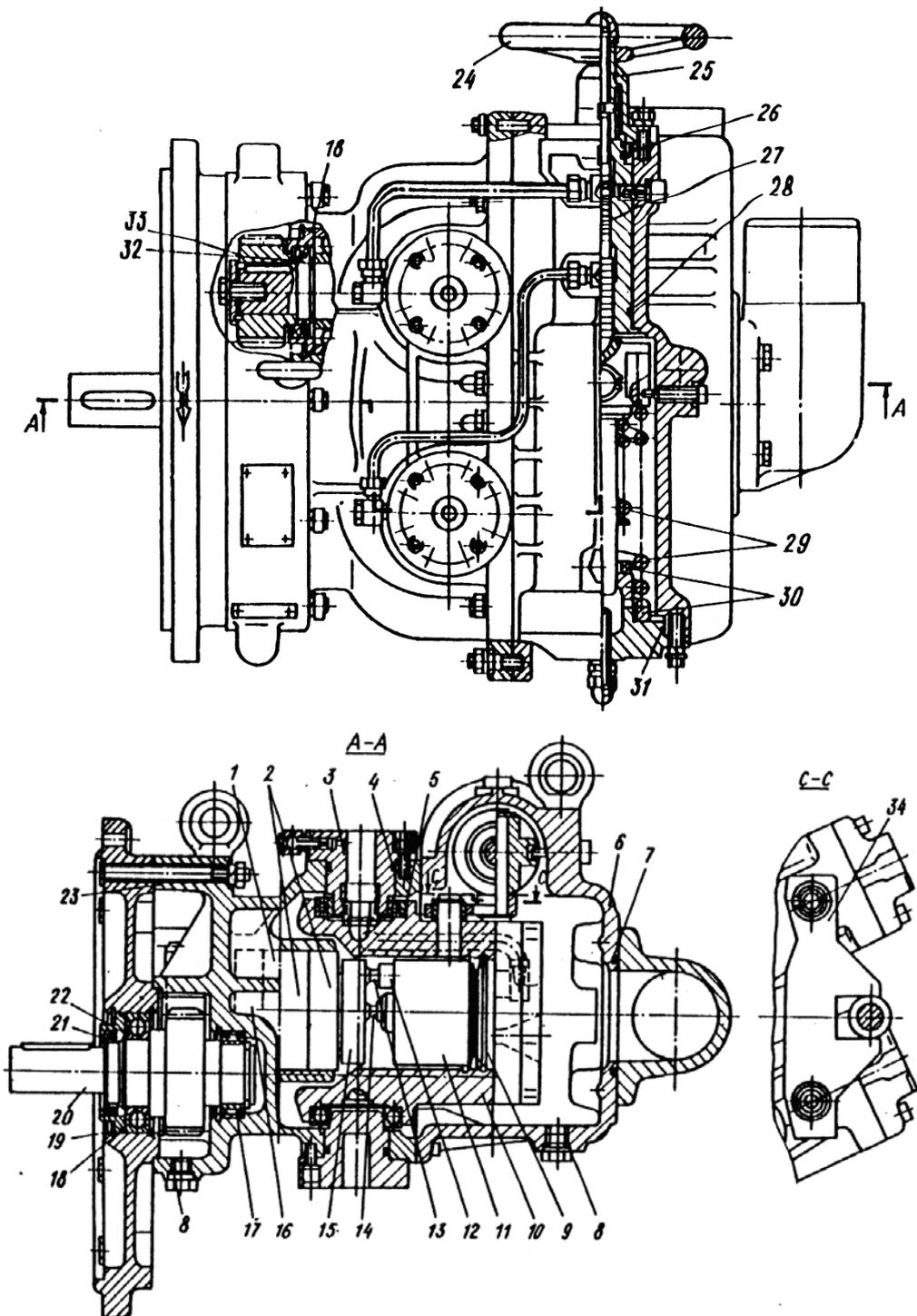


Рис. 2.11. Двухпоточный аксиально-поршневой регулируемый насос 224.20...А:

- 1 – качающий узел; 2, 5, 16, 17, 22 – подшипники; 3 – фланец;  
 4, 7, 8, 18, 25, 26, 28, 31, 35 – кольца уплотнительные; 6, 23 – детали корпуса;  
 9 – распределитель; 10 – поворотный корпус; 11 – блок цилиндров;  
 12 – поршень; 13 – шатун; 14 – шип центральный; 15 – вал;  
 19 – стопорное кольцо; 20 – вал-шестерня; 21, 32 – манжеты;  
 24 – маховичок; 27 – плунжер; 29 – пружины; 30 – шайбы;  
 33 – шестерня; 34 – вилка

Таблица 2.7

**Основные параметры аксиально-поршневых регулируемых  
двухпоточных насосов 224.20...А и 321.224**

Параметры	224.20...А	321.224
Рабочий объем качающих узлов, см <sup>3</sup>	54,8 + 54,8	112 + 112
Давление на выходе, МПа:		
номинальное	20	20
максимальное	32	35
минимальное	1	1
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :		
номинальная	1500	1200
максимальная	2900	2250
минимальная	400	400
Подача, л/мин:		
исполнение 1	120 + 120	127,8 + 127,8 (номинальная)
исполнение 2	110 + 110	–
Максимальный угол отклонения поворотных корпусов	25°	26°15'
Коэффициент подачи (объемный КПД), не менее	0,95	0,95
КПД, не менее	0,85	0,85
Характеристика рабочей жидкости: кинематическая вязкость, сСт:		
номинальная	20 ± 5	25 ± 10
максимальная	1500	1500
минимальная кратковременная	10	10
Температура, °С:		
минимальная	– 40	– 40
максимальная	75	75
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216–71	12	12
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	25	25
Масса (без рабочей жидкости), кг	101	280 (исполн. 00,10, 14) 217 (исполн. 21, 24)

Основные параметры насоса 333.20 приведены в табл. 2.8 /8/.

Таблица 2.8

**Основные параметры трехпоточного насоса 333.20**

Параметры	Исполнение			
	333.20...00		333.20...01	
	регулируемый качающий узел	нерегулируемый качающий узел	регулируемый качающий узел	нерегулируемый качающий узел
Номинальный рабочий объем, см <sup>3</sup>	2x56	28	2x56	11,6
Частота вращения качающих узлов, мин <sup>-1</sup> :				
номинальная	1500	1500	1500	1500
максимальная	2640	4500	2640	5500
минимальная	400	400	400	400
Давление на выходе, МПа:				
номинальное	20			
максимальное, не менее	32			
Давление на входе в насос, МПа:				
максимальное	0,08			
минимальное (абс.)	0,08			
Коэффициент подачи (объемный КПД) в номинальном режиме	0,97			
КПД в номинальном режиме	0,90			
Характеристика рабочей жидкости:				
кинематическая вязкость, сСт:				
номинальная	25 ± 5			
максимальная	1500			
минимальная кратковременная	10			
Температура, °С:				
максимальная	75			
минимальная	– 40			
Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216–71	12			
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	25			

1	2	3	4	5
Температура окружающей среды, °С: для районов с умеренным климатом для районов с холодным климатом для районов с тропическим климатом				
Масса (без рабочей жидкости), кг, не более	100		98	

Общий вид трехпоточного насоса типа 333...представлен на рис. 2.12.

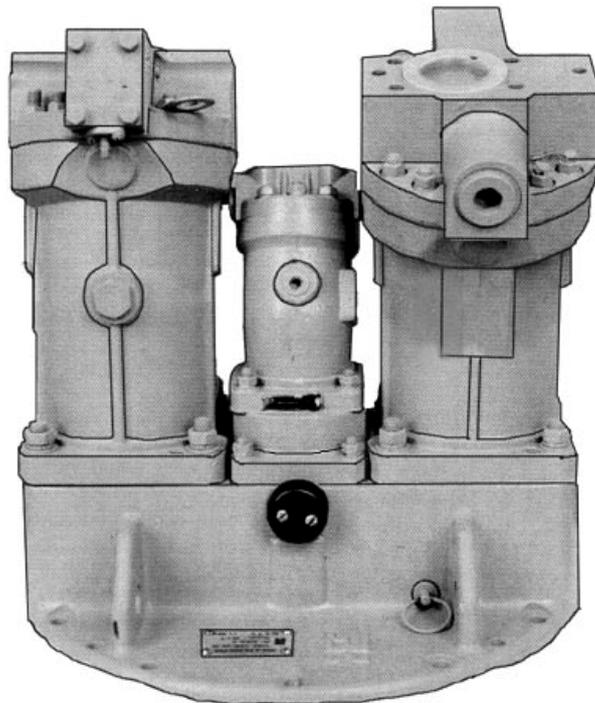


Рис. 2.12. Общий вид трехпоточного насоса типа 333...

Трехпоточный регулируемый насос 333.20 состоит из двух регулируемых качающих узлов с максимальным углом наклона блока цилиндров  $25^\circ$  и одного нерегулируемого качающего узла.

Регулирование рабочего объема достигается изменением угла наклона блока цилиндров с торцевым распределителем относительно оси вала.

## 2.2. Характеристики зарубежных насосов

Для работы с иностранной мобильной техникой необходимо знать и уметь пользоваться справочной литературой, в которой приводится информация по основным элементам гидроприводов мобильных машин.

В данном разделе приведены модели зарубежных гидронасосов, применяемых на мобильной технике (экскаваторах, погрузчиках, бульдозерах и т.д.).

### 2.2.1. Шестеренные насосы

Рассмотрим шестеренные насосы фирмы Parker (США), применяемые на мобильной технике. Шестеренные насосы являются нерегулируемыми. Они предназначены для работы при высокой частоте вращения и высоком давлении, обеспечивая высокую эффективность и минимальный уровень шума /35/.

Шестеренные насосы фирмы Parker (США) выполнены в алюминиевом и чугунном корпусе, имеют внешнее зацепление.

Рассмотрим шестеренные насосы, выполненные в алюминиевом корпусе. На рис. 2.13 изображен общий вид шестерых насосов типа PGP500 в алюминиевом корпусе.

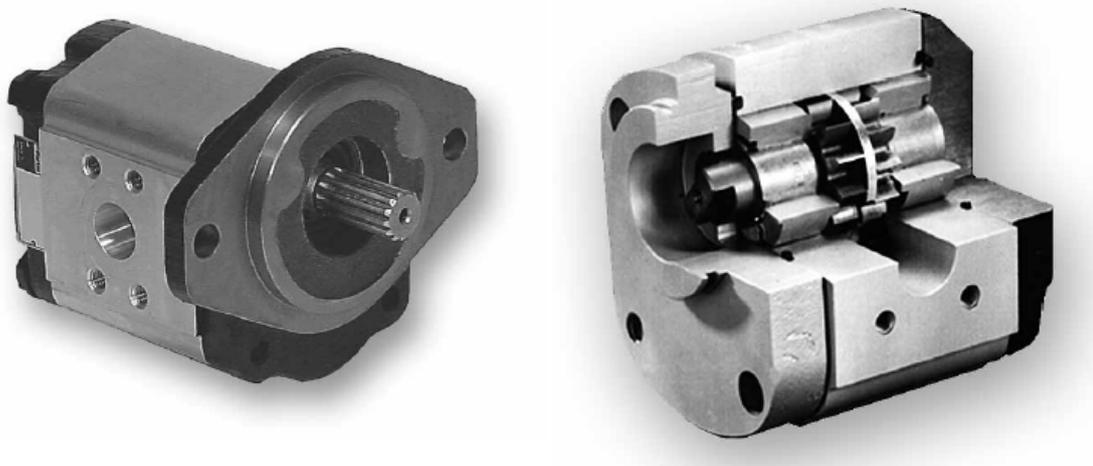


Рис. 2.13. Шестеренный насос в алюминиевом корпусе серии PGP500 /35/

Основными характеристиками данного типа гидронасосов являются непрерывная работа при давлении 28 МПа, повышенная мощность, низкий уровень шума, высокая эффективность, универсальность применения /35/.

Частота вращения данных насосов составляет от 500 до 5000 об/мин /35/.

Гидравлическая жидкость, применяемая на данных типах насосов – это гидравлическое масло HLP, в соответствии с DIN51624-2. Температура работы составляет от –40 до +80 °С, температура холодного запуска от –20 до –15 °С. Вязкость жидкости составляет от 8 до 1000 мм<sup>2</sup>/с. Максимально допустимое рабочее давление зависит от вязкости жидкости /35/.

Объемный КПД составляет 0,98 /35/.

В табл. 2.9, 2.10, 2.11 представлены основные параметры насосов типа PGP500 фирмы Parker (США).

Таблица 2.9

**Основные параметры серии PGP 502. XXXX /35/**

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
Обозначение насоса XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0008	0,8	500	5000	28
0012	1,2	500	5000	28
0016	1,6	500	5000	28
0021	2,1	500	4500	28
0025	2,5	500	4500	28
0033	3,3	500	4000	28
0036	3,6	500	4000	26
0043	4,3	500	4000	26
0048	4,8	500	3800	23
0058	5,8	500	3800	20
0062	6,2	500	3500	18
0079	7,9	500	3000	16

*Примечание.* Пример обозначения насоса – PGP 502.0008.

Таблица 2.10

**Основные параметры серии PGP 511. XXXX /35/**

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
Обозначение насоса XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0040	4,0	500	3500	25
0060	6,0	500	3500	25
0080	8,0	500	3500	25

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0100	10,0	500	3500	25
0110	11,0	500	3500	25
0140	14,0	500	2700	25
0160	16,0	500	3500	25
0190	19,0	500	3200	25
0230	23,0	500	2700	21
0270	27,0	500	2300	18
0310	31,0	500	2000	16
0330	33,0	500	1800	15

Таблица 2.11

### Основные параметры серии PGP 517. XXXX /35/

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
Обозначение насоса XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0140	14,0	500	3000	25
0160	16,0	500	3400	25
0190	19,0	500	3300	25
0230	23,0	500	3300	25
0250	25,0	500	3100	25
0280	28,0	500	3100	25
0330	33,0	500	3000	25
0380	38,0	500	3000	25
0440	44,0	500	2800	22,5
0520	52,0	500	2700	19
0700	70,0	500	2300	16,5

Шестеренные насосы в чугунном корпусе фирмы Parker (США) предназначены для мобильных машин и промышленного оборудования, в особенности для погрузочных и сельскохозяйственных машин /35/ .

На рис. 2.14 изображен шестеренный насос повышенной мощности в чугунном корпусе серии PGP600.

Насос имеет две равновеликие разрезные шестерни с 12 зубьями, а также бронзовые компенсаторы (рис. 2.15). Рабочее давление данно-

го типа гидронасосов составляет 31 МПа. Разгруженные подшипники обеспечивают высокую эффективность гидронасоса и пониженный уровень шума /35/.

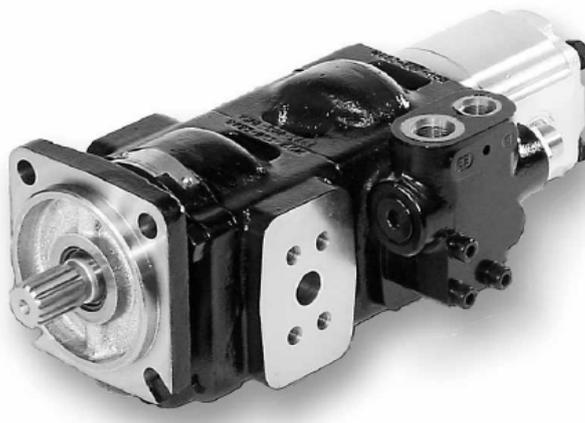


Рис. 2.14. Шестеренный насос в чугунном корпусе серии PGP 600 /35/

Частота вращения данных насосов составляет от 500 до 3500 об/мин /35/.

Характеристики рабочей жидкости аналогичны характеристикам жидкостей, применяемых в насосах серии PGP500.

Объемный КПД составляет от 0,96 до 0,98 /35/.

В табл. 2.12, 2.13 представлены основные параметры насосов типа PGP600 фирмы Parker (США).

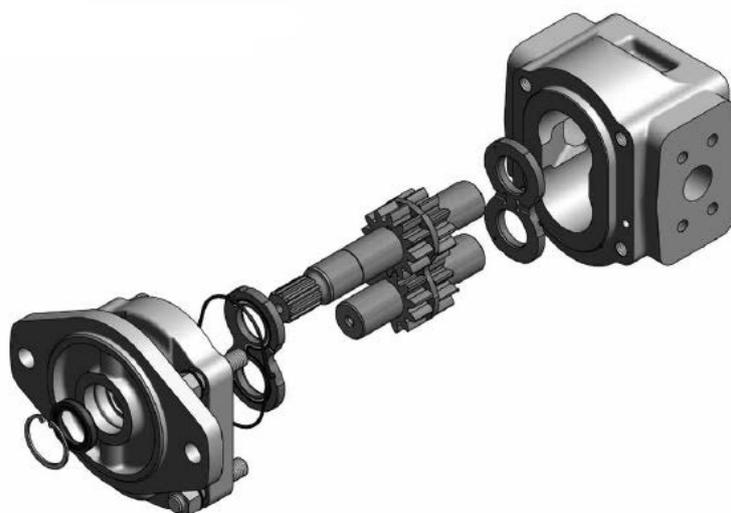


Рис. 2.15. Шестеренный насос с разрезными шестернями /35/

Таблица 2.12

**Основные параметры серии PGP 620. XXXX /35/**

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
Обозначение насоса XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0160	16,0	500	3000	27,5
0190	19,0	500	3000	27,5
0210	21,0	500	3000	27,5
0230	23,0	500	2700	27,5
0260	26,0	500	2400	27,5
0290	29,0	500	3000	27,5
0330	33,0	500	3000	27,5
0360	36,0	500	2900	25
0370	37,0	500	2900	25
0410	41,0	500	2600	22
0440	44,0	500	3000	21
0460	46,0	500	3000	21
0500	50,0	500	3000	21
0520	52,0	500	3000	21

Таблица 2.13

**Основные параметры серии PGP 640. XXXX /35/**

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа
Обозначение насоса XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.	
0300	30	500	3000	31
0350	35	500	3000	31
0400	40	500	3000	31
0450	45	500	3000	31
0500	50	500	3000	31
0550	55	500	3000	31
0600	60	500	3000	29
0650	65	500	3000	26,5
0700	70	500	3000	24,5
0750	75	500	3000	22,5
0800	80	500	3000	21

Шестеренные насосы GPA и GP1 малой и средней мощности идеально подходят операторам легких грузовых автомобилей, удовлетворяя потребности в гидравлической энергии /35/.

Данные насосы имеют небольшой вес, являются достаточно компактными /35/.

Достоинствами данной серии насосов являются компактность, легкость, простота установки, тихая работа, длительный срок безотказной работы.

Данные насосы являются реверсивными, то есть можно менять направление вращения вала.

Объемный КПД составляет 0,98 /35/.

На рис. 2.16 показан общий вид шестеренного насоса серии GPA в алюминиевом корпусе.

В табл. 2.14 приведены основные параметры насосов серии GPA.



Рис. 2.16. Шестеренный насос серии GPA, имеющий алюминиевый корпус, /35/

Таблица 2.14

**Основные параметры насоса серии GPA /35/**

Размер корпуса	008	012	016	019
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	8	12	16	19
Максимальное рабочее давление, МПа	25	25	25	23
Макс. кратковременное давление, МПа	27	27	27	25
Макс. пиковое давление, МПа	29	29	29	27
Частота вращения, об/мин, мин.	500	500	500	500
макс.	2000	2000	2000	2000

На рис. 2.17 изображен общий вид шестеренного насоса серии GP1 фирмы Parker (США), имеющий чугунный корпус, который обеспечивает высокую прочность данной серии насосов.

В табл. 2.15 приведены основные параметры насосов серии GP1.



Рис. 2.17. Шестеренный насос серии GP1, имеющий чугунный корпус

Таблица 2.15

**Основные параметры насосов серии GP1 /35/**

Размеры корпуса	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Максим. рабочее давление, МПа	Максим. пиковое давление, МПа	Частота вращения мин., об/мин	Частота вращения макс., об/мин
016	16	27	30	500	2000
019	19	26	30	500	2000
023	23	25	30	500	2000
029	29	24	29	500	2000
036	36	23	27	500	2000
041	41	21	26	500	2000
046	46	20	25	500	2000
050	50	30	32	500	2000
060	60	28	30	500	1600
070	70	24	26	500	1700
080	80	20	22	500	1600
100	100	17	19	500	1400

Одним из известных производителей гидравлических компонентов мобильных машин является фирма Vivaldi (Италия).

Шестеренные насосы данной фирмы имеют большой ряд моделей и обладают рядом преимуществ перед другими производителями.

Шестеренные насосы фирмы Vivoil, серии XV-1P изображены на рис. 2.18. В табл. 2.16 приведены основные технические данные, характерные для насосов фирмы Vivoil.



Рис. 2.18. Шестеренные насосы фирмы Vivoil, серия XV-1P /36/

Таблица 2.16

**Общие технические данные насосов фирмы Vivoil, серий XV-1P, XV-2P, XV-3P**

Тип используемой (рабочей) жидкости	Гидравлическое масло на минеральной основе HLP HV (D IN 51524),
Рабочая вязкость	10 – 100 мм <sup>2</sup> /с
Допустимая вязкость при пуске	1500 мм <sup>2</sup> /с
Рекомендуемая вязкость	20 ... 100 мм <sup>2</sup> /с
Температура окружающей среды	20 ... - 60 °С
Рабочая температура жидкости	15 ... -80 °С
Для температур выше 120 °С	Требуются сальники на основе фторосодержащего эластомера
Фильтрация жидкости на входе	30 – 60 микрон
Фильтрация жидкости на выходе	10 – 25 микрон
Максимальная скорость жидкости во входном канале	0,5 – 1,5 м/с
Максимальная скорость жидкости на выходе	3,0 – 5,5 м/с
Использование водного раствора гликоля	Макс. число оборотов в минуту 1100 об/мин, макс. давление 17 МПа
Минимальная скорость вращения	700 об/мин
Объемный КПД	0,96-0,98 /36/

В табл. 2.17 приведены основные технические характеристики шестеренных насосов фирмы Vivoil серии XV-1P.

Таблица 2.17

**Основные технические характеристики насосов серии XV-1P /36/**

Тип насоса	Рабочие объемы, см <sup>3</sup> /об	Расход насоса, л/мин, при частоте вращения двигателя			Максимальное давление, МПа	Максимальная скорость, об/мин
		1000	1500	3000		
XV-1P/0.9	0.97	0,900	1,350	2,700	28	6000
XV-1P/1.2	1.17	1,200	1,800	3,600	29	6000
XV-1P/1.7	1.56	1,700	2,550	5,100	29	6000
XV-1P/2.2	2.08	2,200	3,300	6,600	29	6000
XV-1P/2.6	2.60	2,600	3,900	7,800	30	6000
XV-1P/3.2	3.12	3,200	4,800	9,600	30	6000
XV-1P/3.8	3.64	3,800	5,700	11,400	30	6000
XV-1P/4.3	4.16	4,300	6,450	12,900	30	6000
XV-1P/4.9	4.94	4,900	7,350	14,700	30	6000
XV-1P/5.9	5.85	5,900	8,850	17,700	30	5000
XV-1P/6.5	6.50	6,500	9,750	19,500	30	5000
XV-1P/7.8	7.54	7,800	11,700	23,400	30	5000
XV-1P/9.8	9.88	9,800	14,700	29,400	23	4000

Общий вид шестеренного насоса фирмы Vivoil серии XV-3P изображен на рис. 2.19.



Рис. 2.19. Шестеренные насосы фирмы Vivoil, серия XV-3P /36/

В табл. 2.18 приведены основные технические характеристики шестеренных насосов фирмы Vivoil серии XV-3P.

Таблица 2.18

**Основные технические характеристики насосов серии XV-3P /36/**

Тип насоса	Рабочие объемы, см <sup>3</sup> /об	Расход насоса, л/мин, при частоте вращения двигателя			Максимальное давление, МПа	Максимальная скорость, об/мин
		1000	1500	3000		
XV-3P/15	14,89	14,29	21,44	42,88	32	3000
XV-3P/18	17,37	16,68	25,01	50,03	32	3000
XV-3P/21	21,10	20,26	30,38	60,77	30	3000
XV-3P/27	26,97	25,89	38,84	77,67	27	3000
XV-3P/32	32,27	30,98	46,47	92,94	27	3000
XV-3P/38	38,47	36,93	55,40	110,79	27	2800
XV-3P/43	43,44	41,70	62,55	125,11	25	2800
XV-3P/47	47,16	45,27	67,91	135,82	25	2800
XV-3P/51	50,88	48,84	73,27	146,53	25	2800
XV-3P/54	54,60	52,42	78,62	157,25	25	2300
XV-3P/61	60,81	58,38	87,57	175,13	25	2300
XV-3P/64	64,53	61,95	92,92	185,85	22	2300
XV-3P/70	70,74	67,91	101,87	203,73	22	2300
XV-3P/74	74,46	71,48	107,22	214,44	19	2300
XV-3P/90	86,87	83,40	125,09	250,19	16	2300

Общий вид шестеренного насоса фирмы Vivoil серии XV-2P изображен на рис. 2.20.



Рис. 2.20. Шестеренные насосы фирмы Vivoil, серия XV-2P /36/

В табл. 2.19 приведены основные технические характеристики шестеренного насоса серии XV-2P фирмы Vivoil.

Таблица 2.19

**Основные технические характеристики шестеренных насосов Vivoil, серии XV-2P /36/**

Тип насоса	Рабочие объемы, см <sup>3</sup> /об	Расход насоса, л/мин, при частоте вращения двигателя			Максимальное давление, МПа	Максимальная скорость, об/мин
		1000	1500	3000		
XV-2P/4	4,20	4,032	6,048	12,096	30	3500
XV-2P/6	6,00	5,76	8,64	17,28	30	3500
XV-2P/9	8,40	8,064	12,096	24,192	30	3500
XV-2P/11	10,80	10,368	15,552	31,104	30	3500
XV-2P/14	14,40	13,824	20,736	41,472	29	3500
XV-2P/17	16,80	16,128	24,192	48,384	27	3500
XV-2P/19	19,20	18,432	27,648	55,296	25	3000
XV-2P/22	22,80	21,888	32,832	65,664	24	3000
XV-2P/26	26,20	25,152	37,728	75,456	21	3000
XV-2P/30	30,00	28,8	43,2	86,4	20	2500
XV-2P/34	34,20	32,832	49,248	98,496	19	2500
XV-2P/40	39,60	38,016	57,024	114,048	18	2000

Фирма Vivoil является производителем шестерённых многосекционных насосов, которые представляют собой агрегаты, состоящие из двух, трех, четырех соединенных вместе насосов и приводимых в действие от одного приводного вала /36/.

Каждая секция имеет независимый вход и выход. Возможно соединение между собой насосов различных серий XV-1P, XV-2P, XV-3P /36/.

На рис. 2.21 изображен внешний вид трехсекционного шестеренного насоса.

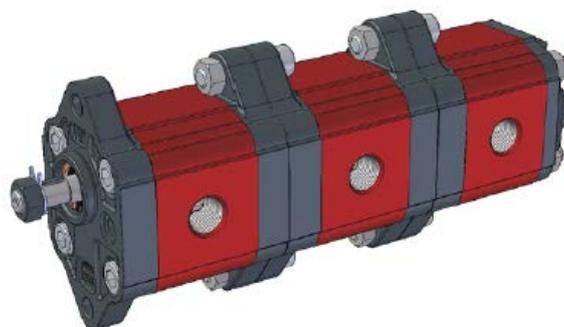


Рис. 2.21. Трехсекционный шестеренный насос /36/

На рис. 2.22 приведена схема соединения трех секции гидронасосов.

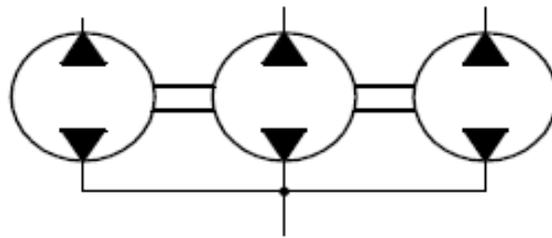


Рис. 2.22. Схемы соединения секций гидромашин /36/

На рис. 2.23 изображен общий вид четырехсекционного шестеренного насоса фирмы Vivoil.

На рис. 2.24 приведена схема соединения четырех секции гидронасосов.

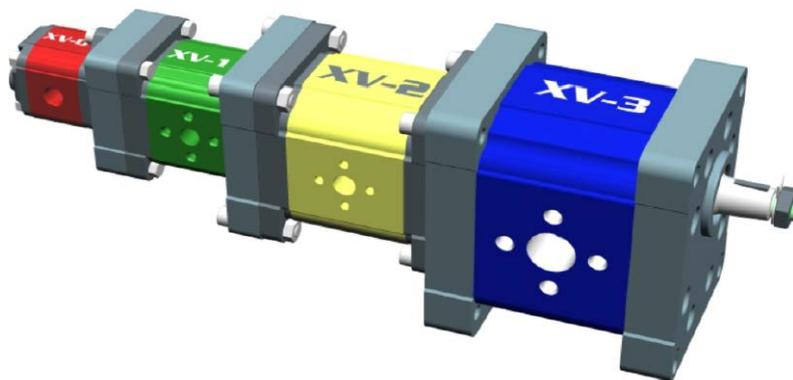


Рис. 2.23. Четырехсекционный шестеренный насос /36/

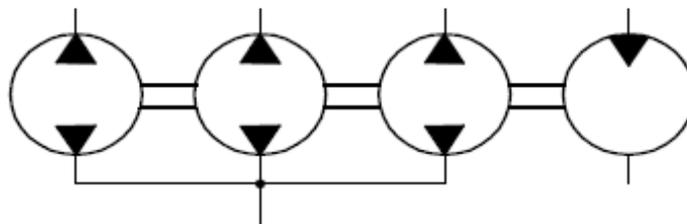


Рис. 2. 24. Схемы соединения секций гидромашин /36/

### 2.2.2. Аксиально-поршневые насосы

Одним из производителей аксиально-поршневых регулируемых насосов является фирма Kawasaki (Япония).

Рассмотрим основные характеристики насосов среднего давления серии K3VL. Насосы серии K3VL предназначены для мобильных машин, а также для промышленного и морского применения /38/.

На рис. 2.25 представлен общий вид аксиально-поршневого насоса серии K3VL.

В табл. 2.20 представлены основные параметры насоса серии K3VL.

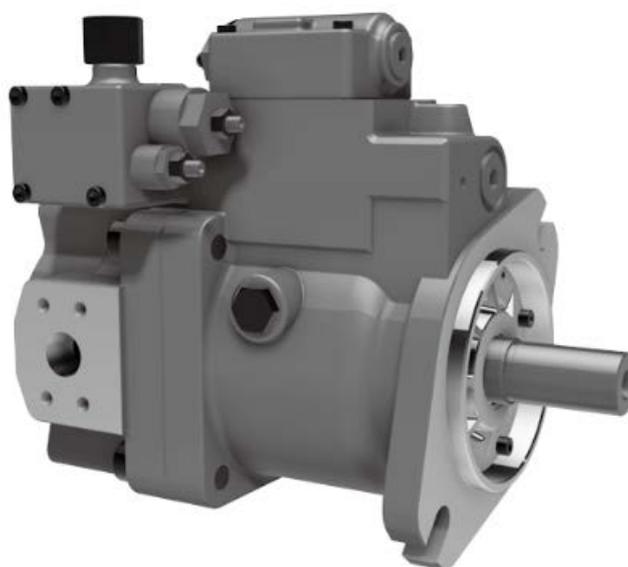


Рис. 2.25. Аксиально-поршневой насос серии K3VL /38/

Таблица 2.20

#### Основные параметры гидронасосов серии K3VL /38/

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/ мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K3VL28	28	32	35	3000	3600	20
K3VL45	45	32	35	2700	3250	25
K3VL60	60	25	28	2400	3000	25
K3VL80	80	32	35	2400	3000	35
K3VL112	112	32	35	2200	2700	65
K3VL140	140	32	35	2200	2500	65
K3VL200	200	32	35	1800	2200	95

Номинальное давление данной серии насосов достигает 32 МПа. Объемный КПД составляет 0,98.

Аксиально-поршневые насосы высокого давления серии K3VG фирмы Kawasaki разработаны специально для промышленного применения /38/.

На рис. 2.26 изображен общий вид аксиально-поршневого насоса серии K3VG.

В табл. 2.21 приведены основные параметры данной серии гидронасосов.

Номинальное давление данной серии насосов достигает 35 МПа. Объемный КПД составляет 0,98.



Рис. 2.26. Аксиально-поршневой насос серии K3VG /38/

Таблица 2.21

### Основные параметры гидронасосов серии K3VG /38/

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/ мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K3VG63	63	35	40	2600	3250	48
K3VG112	112	35	40	2200	2700	68
K3VG180	180	35	40	1850	2300	86
K3VG280	280	35	40	1600	2000	160
K3VG180DT	180 × 2	35	40	1859	2300	160
K3VG280DT	280 × 2	35	40	1600	2000	300

Аксиально-поршневые насосы серии K7VG фирмы Kawasaki разработаны для тяжелой промышленности.

На рис. 2.27 изображен внешний вид аксиально-поршневого насоса серии K7VG.

В табл. 2.22 приведены основные параметры данной серии гидронасосов.

Номинальное давление данной серии насосов достигает 35 МПа. Объемный КПД составляет 0,98.

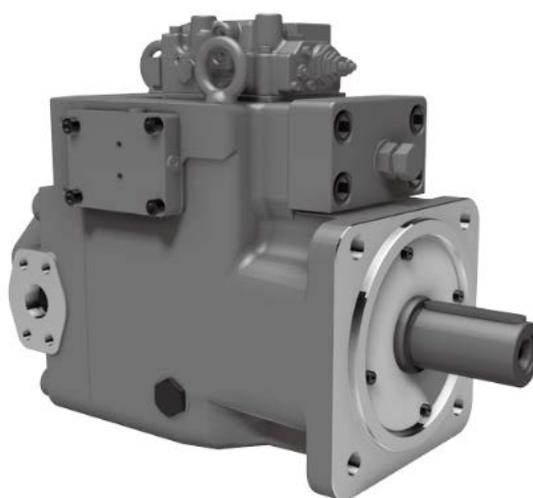


Рис. 2.27. Аксиально-поршневой насос серии K7VG

Таблица 2.22

**Основные параметры гидронасосов серии K7VG /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/ мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K7VG180	180	35	40	1800	2200	154
K7VG265	270	35	40	1600	1900	220

Аксиально-поршневые двухпоточные гидронасосы серии K3V относятся к насосам высокого давления и разработаны специально для строительной промышленности /38/.

На рис. 2.28 показан двухпоточный аксиально-поршневой гидронасос серии K3V, в табл. 2.23 приведены его основные параметры.

Номинальное давление составляет 34 МПа.

Объемный КПД насоса составляет 0,97.



Рис. 2.28. Аксиально-поршневой насос серии K3V/38/

Таблица 2.23

**Основные параметры гидронасосов серии K3V / 38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K3V63DT	63 × 2	34,3	39,2	2650	3250	81
K3V112DT	112 × 2	34,3	39,2	2360	2700	125
K3V140DT	140 × 2	34,3	39,2	2150	2500	160
K3V180DT (H)	180 × 2	34,3	39,2	1950	2300	160
K3V280DTN	280 × 2	34,3	39,2	2000	2000	270

Аксиально-поршневые двухпоточные гидронасосы серии K5V относятся к насосам высокого давления и разработаны специально для мобильных машин /38/.

На рис. 2.29 показан двухпоточный аксиально-поршневой гидронасос серии K5V, в табл. 2.24 приведены его основные параметры.

Номинальное давление составляет 34 МПа.

Объемный КПД насоса составляет 0,97.



Рис. 2.29. Серия K5V /38/

Таблица 2.24

**Основные параметры гидронасосов серия K5V /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/ мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K5V80DT	80 × 2	34,3	39,2	2460	3000	81
K5V140DT	140 × 2	34,3	39,2	2160	2500	125
K5V160DT	160 × 2	34,3	39,2	2000	2350	160
K5V200DT (H)	200 × 2	34,3	39,2	1900	2200	160

Аксиально-поршневые двухпоточные гидронасосы серии K7V относятся к насосам высокого давления и разработаны с укороченной длиной для компактных машин /38/.

На рис. 2.30 показан двухпоточный аксиально-поршневой гидронасос серии K7V, в табл. 2.25 приведены его основные параметры.

Номинальное давление составляет 35 МПа.

Объемный КПД насоса составляет 0,98.



Рис. 2.30. Серия K7V /38/

**Основные параметры гидронасосов серия K7V /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин		Масса, кг
		ном.	пик.	премьер	максимум	
K7V63DT	63 × 2	35	40	2600	3250	86

Аксиально-поршневые гидронасосы фирмы Parker (США) имеют много модификаций и типов исполнения. Они делятся на регулируемые и нерегулируемые.

Рассмотрим нерегулируемые аксиально-поршневые насосы, которые в свою очередь делятся на однопоточные и двухпоточные.

Аксиально-поршневые насосы серии F1, ISO. ISO – означает стандарт рабочих жидкостей, с которыми работает данная серия насосов. Существует также стандарт SAE.

Насосы серии F1 – это модификация широко известного «автомобильного насоса». Серия F1 применяется для грузовых (автомобильных) кранов, крюковых погрузчиков, кранов для лесоматериалов, бетономешалок и подобных грузовых механизмов /35/.

Насосы имеют очень простую конструкцию, которая обеспечивает превосходную надежность. Малый размер устройств обеспечивает простой и недорогой монтаж /35/.

На рис. 2.31 показан общий вид гидронасоса F1, ISO.



Рис. 2.31. Насос серии F1, ISO нерегулируемый для грузовых автомобилей /35/

Направление вращения данной серии насосов реверсивное. Рекомендуемая вязкость рабочей жидкости должна составлять от 20 до 30 сСт. Характеристики данной серии насосов соблюдаются при работе с высококачественным гидравлическим маслом на минеральной основе /35/. Возможно использование гидравлического масла типа HLP (согласно DIN 51524), а также биологически разлагаемых жидкостей /35/.

Максимальная температура рабочей жидкости составляет 75 °С .

Фильтрация жидкости должна соответствовать стандарту ISO 4406. Для достижения максимального срока службы насосов с постоянным рабочим объемом рекомендуется степень чистоты масла 10 мкм /35/.

Объемный КПД данной серии насосов составляет 0,98.

Аксиально-поршневой насос серии F1-25-101, ISO имеет высокую скорость заполнения. Номинальное давление составляет 40 МПа.

Основными достоинствами данной серии насосов являются высокая эффективность, низкий уровень шума, малые монтажные размеры, малый вес /35/.

Ломаная ось имеет угол излома 45°. В конструкции насоса использованы сферические поршни, работающие с высокой скоростью, а также многослойные поршневые кольца, обеспечивающие низкие утечки, возможность работы при низких температурах и в условиях мощных тепловых ударов /35/.

На рис. 2.32 показан поршень насосов серии F1, F2, T1, имеющий многослойные поршневые кольца, обеспечивающие низкие утечки.

На рис. 2.33 показано соединение поршня и вала, имеющее угол излома 45°.

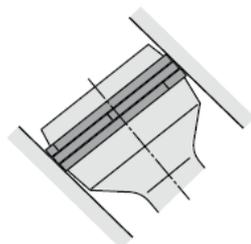


Рис. 2.32. Поршень с многослойными поршневыми кольцами /35/

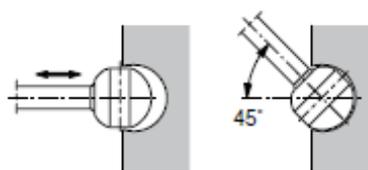


Рис. 2.33. Соединение поршня и вала /35/

В табл. 2.26 приведены основные параметры аксиально-поршневых насосов серии F1-25-101, ISO.

### Основные параметры насосов серии F1-25-101, ISO /35/

Размер корпуса	25	41	51	61	81	101
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	25,6	40,9	51,1	59,5	81,6	102,9
Максимальное рабочее давление, МПа:	непрерывный режим*	35	35	35	35	35
	кратковременный режим	40	40	40	40	40
Частота вращения вала, об/мин:	при низком давлении	2700	2700	2700	2700	2300
	при 35 МПа	2600	2400	2200	2200	2000
	при 40 МПа	2200	2100	1900	1900	1750
Крутящий момент, Нм:	при 35 МПа	142	227	284	331	453
	при 40 МПа	163	260	324	378	518

*Примечание.* \* – значения давления при работе с минеральным маслом с вязкостью 30 мм<sup>2</sup>/с.

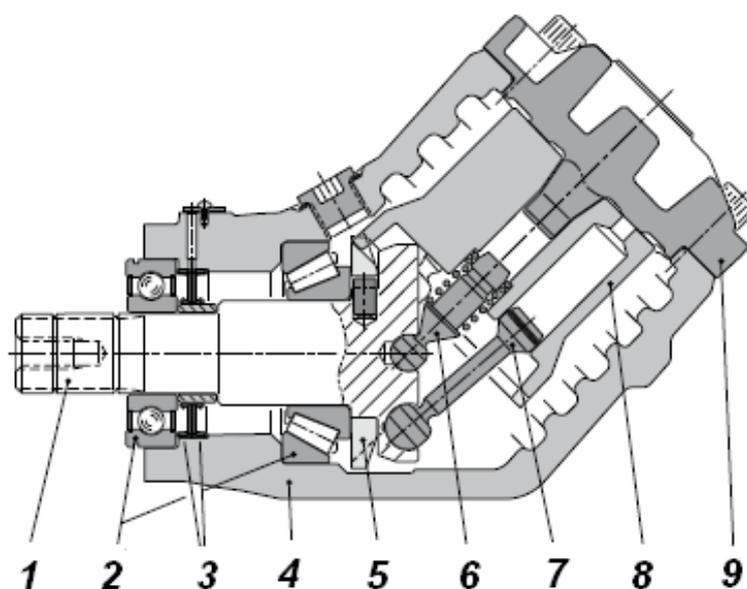


Рис. 2.34. Поперечный разрез насоса серии F1 /35/:  
 1 – входной вал; 2 – подшипники; 3 – уплотнение вала; 4 – корпус;  
 5 – распределительный механизм; 6 – опора гильзы;  
 7 – поршень с поршневым кольцом; 8 – гильза цилиндра ;  
 9 – торцевая крышка

На рис. 2.34 изображен поперечный разрез насосов серии F1-ISO. Преобразование механической энергии в энергию движущейся

жидкости происходит при вращении входного вала *1* и возвратно-поступательного движения поршней *7*.

Аксиально-поршневой насос серии F1-12 ISO имеет основные параметры, указанные в табл. 2.27.

Таблица 2.27

**Основные параметры насосов серия F1-12 ISO /35/**

Размер корпуса	12
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	12
Максимальный расход, л/мин	28
Максимальное рабочее давление, МПа*	35
Частота вращения вала, об/мин	
при низком давлении	3100
при максимальном давлении	2300
Крутящий момент, Нм	97

*Примечание.* \* – значения давления при работе с минеральным маслом с вязкостью 30 мм<sup>2</sup>/с.

На рис. 2.35 показан общий вид аксиально-поршневого гидронасоса серии F1-12 ISO.

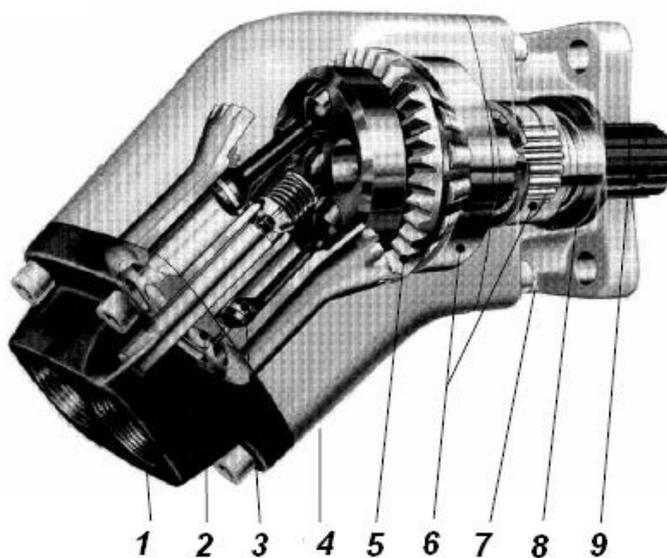


Рис. 2.35. Насос серии F1-12 ISO /35/:

- 1* – торцевая крышка; *2* – гильза цилиндра; *3* – поршень с поршневым кольцом;
- 4* – корпус гильзы; *5* – распределительный механизм;
- 6* – роликовые подшипники;
- 7* – корпус подшипника с фланцем; *8* –уплотнение вала;
- 9* – входной вал

Аксиально-поршневые гидронасосы серии F1-SAE работают с рабочими жидкостями стандарта SAE. На рис. 2.36 показан общий вид гидронасоса серии F1-SAE.

Принцип действия и основные характеристики его идентичны насосам серии F1- ISO.

Номинальное давление составляет 35 МПа.

Для данной серии насосов характерна работа при низких температурах и в условиях больших температурных перепадов /35/.



Рис. 2.36. Насос серии F1-SAE /35/

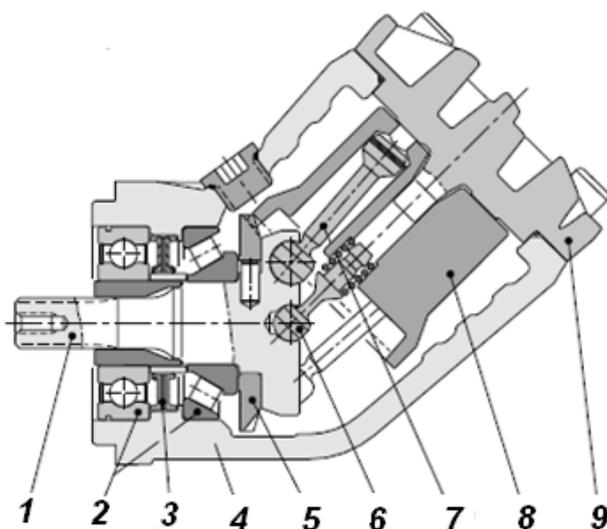


Рис. 2.37. Поперечный разрез насоса серии F1-SAE /35/:  
1 – входной вал; 2 – подшипники; 3 – уплотнение вала; 4 – корпус;  
5 – распределительный механизм; 6 – опора гильзы;  
7 – поршень с поршневым кольцом; 8 – гильза цилиндра;  
9 – торцевая крышка

В табл. 2.28 приведены основные параметры насосов серии F1-SAE.

Таблица 2.28

**Основные параметры насосов серии F1-SAE /35/**

Размер корпуса	25	41	51	61
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	25,6	40,9	51,1	59,5
Максимальное рабочее давление, МПа:				
непрерывный режим	35	35	35	35
кратковременный режим	40	40	40	40
Частота вращения вала, об/мин:				
при низком давлении	2700	2700	2700	2700
при 35 МПа	2600	2400	2200	2200
при 40 МПа	2200	2100	1900	1900
Крутящий момент, Нм:				
при 35 МПа	142	227	284	331
при 40 МПа	163	260	324	378

Двухпоточный насос серии F2 /35/ изображен на рис. 2.38. Преимущество его заключается в возможности создания двух различных величин расходов при неизменной частоте вращения вала двигателя /35/.



Рис. 2.38. Двухпоточный насос серии F2 /35/

Двухпоточный насос позволяет дополнительно оптимизировать гидравлическую систему и имеет следующие достоинства:

- снижение потребления энергии;
- снижение опасности перегрева системы;
- снижение веса;
- более простой монтаж /35/.

Двухпоточный насос позволяет управлять двумя независимыми рабочими функциями, что обеспечивает более высокую скорость и точность работы /35/.

Насос может использоваться для создания одного расхода при высоком давлении системы и для добавления расхода из другого контура после снижения давления /35/.

Такие насосы применяются в гидросистемах крупных автомобильных погрузчиков, кранов, в системах сочетания самосвалов и кранов /35/.

В табл. 2.29 приведены основные параметры данной серии насосов.

Объемный КПД данной серии насосов составляет 0,98.

Таблица 2.29

#### Основные параметры насосов серии F2 /35/

Размер корпуса	42/42	53/53	55/28	70/35	70/70
Рабочий объем, см <sup>3</sup> :					
порт А	43	54	55	69	68
порт В	41	52	28	36	68
Максимальное рабочее давление, МПа:					
непрерывный режим	35	35	35	35	30
кратковременный режим	40	40	40	40	35
Макс. частота вращения вала, об/мин, при низком давлении без нагрузки	2550	2550	2550	2550	2550

Нерегулируемый насос Т1 предназначен для применения на грузовых автомобилях, самосвалах и небольших погрузчиках в условиях небольших нагрузок с кратковременными редкими рабочими циклами /35/.

В конструкции использованы сферические поршни и многослойные поршневые кольца, что позволяет добиться высоких значений объемного и механического КПД, а благодаря небольшому числу деталей – превосходной надежности /35/.

Характеристики данной серии насосов: частота вращения вала до 2300 об/мин, высокая общая эффективность, малый вес, надежная конструкция /35/. На рис. 2.39 показан поперечный разрез аксиально-поршневого гидронасоса серии Т1.

В табл. 2.30 приведены основные параметры насосов серии Т1.

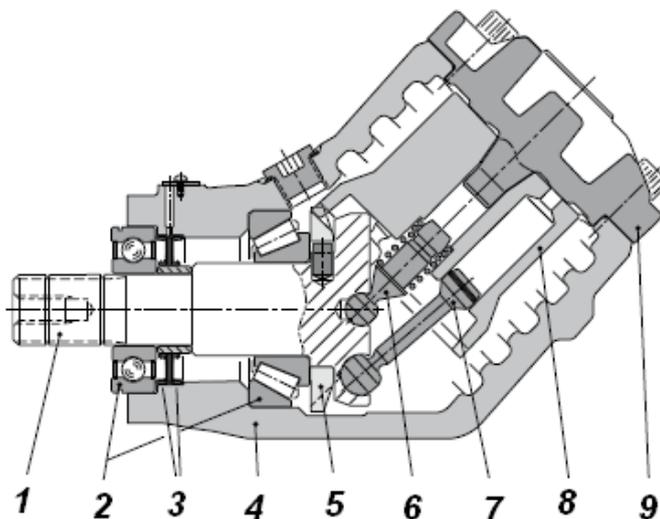


Рис. 2.39. Насос серии Т1 /35/:

- 1 – входной вал; 2 – подшипники; 3 – уплотнение вала; 4 – корпус;  
 5 – распределительный механизм; 6 – опора гильзы;  
 7 – поршень с поршневым кольцом; 8 – гильза цилиндра;  
 9 – торцевая крышка

Таблица 2.30

**Основные параметры насосов серии Т1 /35/**

Размер корпуса	81	51
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	81,5	118,5
Максимальное рабочее давление, МПа:		
непрерывный режим	20	25
кратковременный режим		35
Частота вращения вала, об/мин:		
при низком давлении	2000	1600
максимальном	2300	2300
Крутящий момент, Нм:		
при 20 МПа	258	376
при 35 МПа	453	658

Гидравлические насосы серий F11 и F12 представляют собой нерегулируемые насосы повышенной мощности с ломаной осью, они могут использоваться как в открытых, так и закрытых контурах /35/.

Угол 40° между валом и гильзой цилиндра обеспечивает очень компактную и легкую конструкцию насоса. Многослойное поршневое кольцо обеспечивает важные преимущества, например, малую внутреннюю утечку и устойчивость к температурным перепадам /35/. Распределительная шестерня обеспечивает синхронизацию вала и гильзы цилиндра, в результате чего насосы устойчивы к высоким ускорениям и торсионным вибрациям /35/.

На рис. 2.40 показаны гидравлические гидронасосы серий F11 и F12 фирмы Parker (США).

В табл. 2.31 приведены основные параметры насосов серии F11.



Рис. 2.40. Гидравлический насос (нерегулируемый) серий F11/F12 /35/

Таблица 2.31

**Основные параметры насосов серии F11 /35/**

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	4,9	9,8	12,5	14,3	19
Рабочее давление, МПа:					
макс. кратковременное	42				
макс. непрерывное	35				
Макс. частота вращения самовсасывания насоса, об/мин	4600	4200	3900	3900	3500
Температура главного контура, °С:					
макс.	80				
мин.	-40				
Момент инерции, (*10 <sup>-3</sup> )Н/м <sup>2</sup>					
	0,16	0,39	0,4	0,42	1,1
Масса, кг	4,7	7,5	8,2	8,3	11

На рис. 2.41 показан поперечный разрез насоса серии F11.

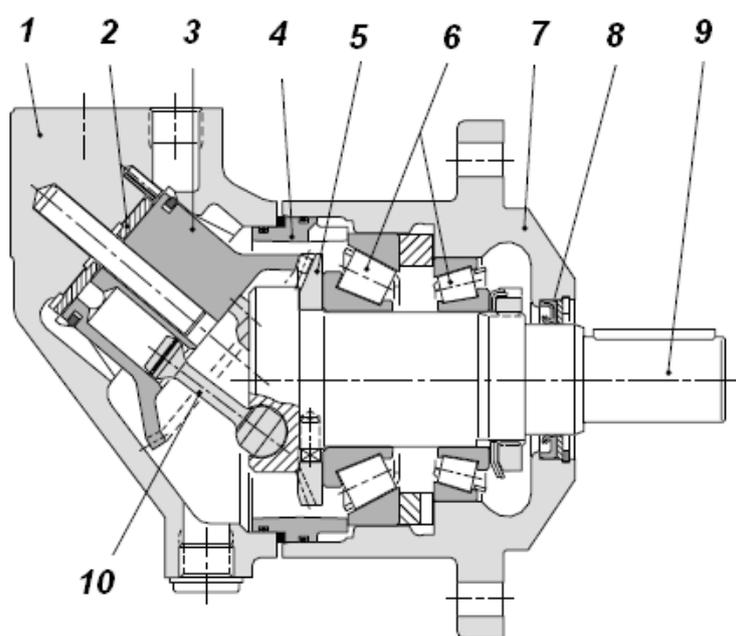


Рис. 2.41. Поперечный разрез насоса F11 /35/:

- 1 – корпус цилиндра; 2 – пластина клапана; 3 – гильза цилиндра;
- 4 – направляющая прокладка с уплотнительным кольцом;
- 5 – распределительная шестерня; 6 – роликовый подшипник;
- 7 – корпус подшипника; 8 – уплотнение вала; 9 – выходной/входной вал;
- 10 – поршень с многослойными поршневыми кольцами

В табл. 2.32 приведены основные параметры насосов серии F12.

Таблица 2.32

**Основные параметры насосов серии F12 /35/**

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	30	40	80,4	93	125	150	250
Рабочее давление, МПа:							
макс. кратковременное	48		42	48	42	42	
макс. непрерывное	42		35	42	35	35	
Макс. частота вращения само-всасывания насоса, об/мин	3150	2870	2500	2250	2100	1700	1500
Температура главного контура, °С:							
макс.	80						
мин.	-40						
Момент инерции, (*10 <sup>-3</sup> )Н/м <sup>2</sup>							
	1,7	2,9	8,4	8,4	11,2	40	46
Масса, кг	12	16,5	26	26	36	70	77

На рис. 2.42 показан поперечный разрез насоса серии F12.

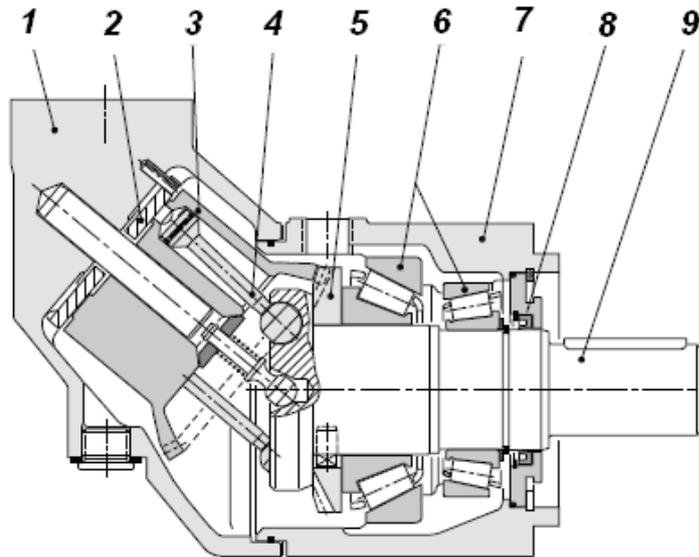


Рис. 2.42. Поперечный разрез насоса F12 /35/:

- 1 – корпус гильзы; 2 – пластина клапана; 3 – гильза цилиндра;  
4 – поршень с поршневым кольцом; 5 – распределительная шестерня;  
6 – конический роликовый подшипник; 7 – корпус подшипника;  
8 – уплотнение вала; 9 – выходной/входной вал; 10 – поршень  
с многослойными поршневыми кольцами

Объемный коэффициент полезного действия данных серий насосов 0.94 до 0.98. Благодаря высокому общему КПД для насосов серий F11 и F12 требуется меньше топлива и электроэнергии.

Далее рассмотрим регулируемые аксиально-поршневые гидронасосы фирмы Parker (США).

Регулируемые аксиально-поршневые насосы предназначены для работы в открытых контурах.

Рассмотрим аксиально-поршневой гидронасос серии P1. Основными характеристиками данных насосов являются: среднее давление, непрерывная работа при давлениях 28 МПа, высокая частота вращения. Данные насосы могут быть использованы в автомобильной промышленности /35/.

Преимуществами насосов серии P1 являются: компактность, тихая работа, низкие пульсации расхода, низкий уровень утечек, высокая эффективность, низкое потребление мощности, пониженное тепловыделение, простое гидравлическое управление, простое обслуживание.

Объемный КПД данной серии насосов составляет 0,98.

На рис. 2.43 показан общий вид регулируемого аксиально-поршневого гидронасоса серии P1. На рис. 2.44 показан поперечный разрез насоса серии P1.

В табл. 2.33 приведены основные параметры насосов серии P1.

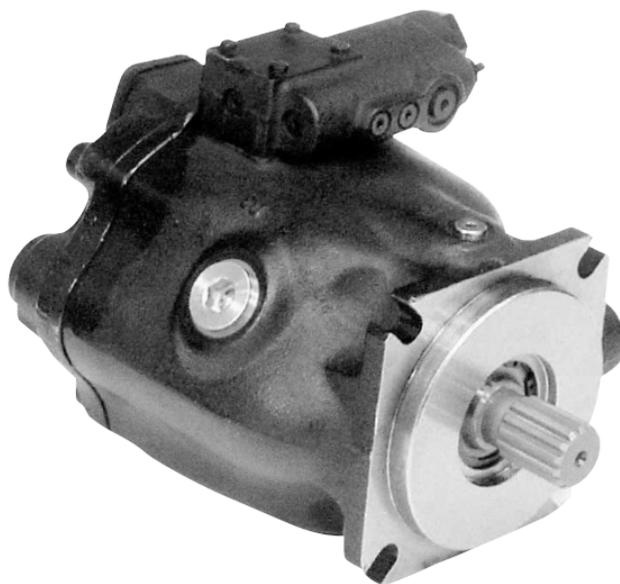


Рис. 2.43. Насос серии P1 /35/



Рис. 2.44. Поперечный разрез насоса серии P1 /35/

## Технические данные насоса серия P1 /35/

Модель	P1060	P1075	P1100	P1140
Максимальный рабочий объем, см <sup>3</sup> /об	60	75	100	140
Давление нагнетания постоянное, МПа	28			
Кратковременная работа, МПа	32			
Пиковое, МПа	35			
Максимальная частота вращения-всасывание с усилием, об/мин	2800	2700	2500	2400
Минимальная частота вращения, об/мин	600			
Давление всасывания максимальное, МПа	1			
Диапазон температуры жидкости, °С	От -40 до +95			
Вязкость жидкости – номинальная, сСт	От 6 до 160			
макс. при периодической работе, сСт	5000 для холодного запуска			
Загрязнение жидкости номинальное, ISO	20/18/14			
Масса, кг	29	30	51	66

Общий КПД насосов серии P1 зависит от давления нагнетания и от частоты оборотов вала. На рис. 2.45, 2.46, 2.47, 2.48 показаны зависимости общего КПД от давления нагнетания для насосов серии P1, имеющих разные рабочие объемы.

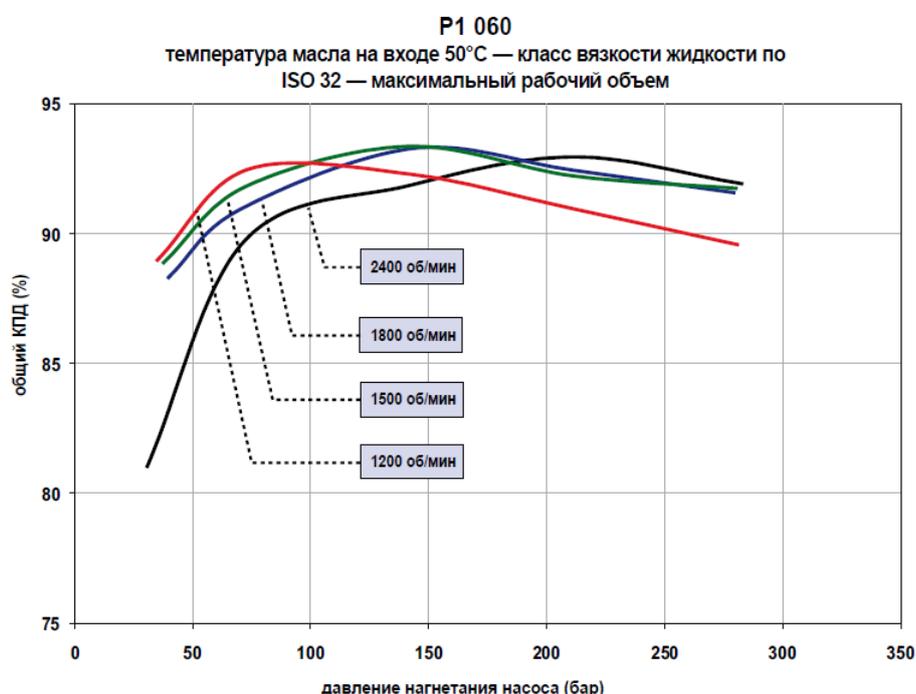


Рис. 2.45. Зависимость общего КПД насосов серии P1-60 от давления нагнетания /35/

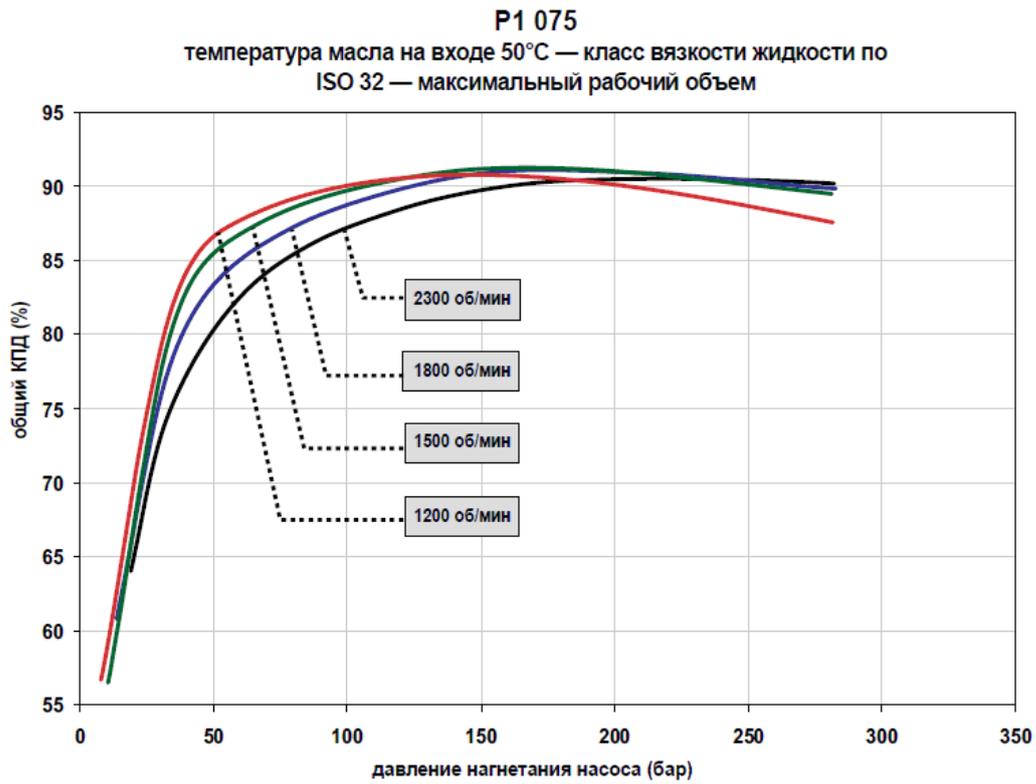


Рис. 2.46. Зависимость общего КПД насосов серии P1-75 от давления нагнетания /35/

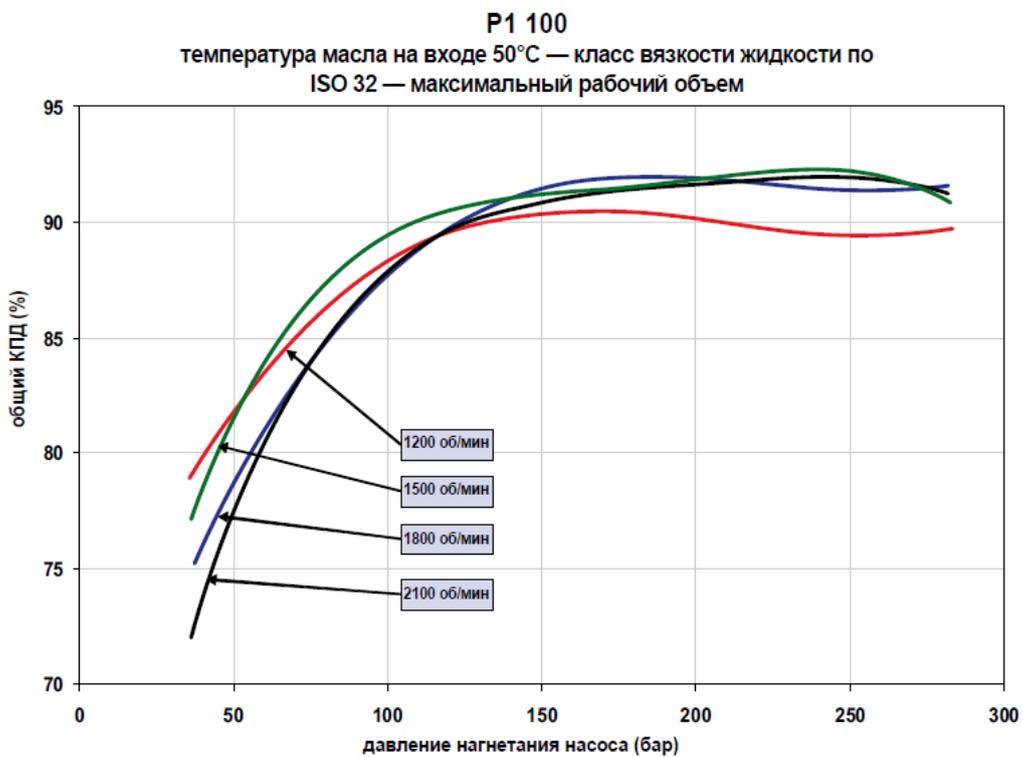


Рис. 2.47. Зависимость общего КПД насосов серии P1-100 от давления нагнетания /35/

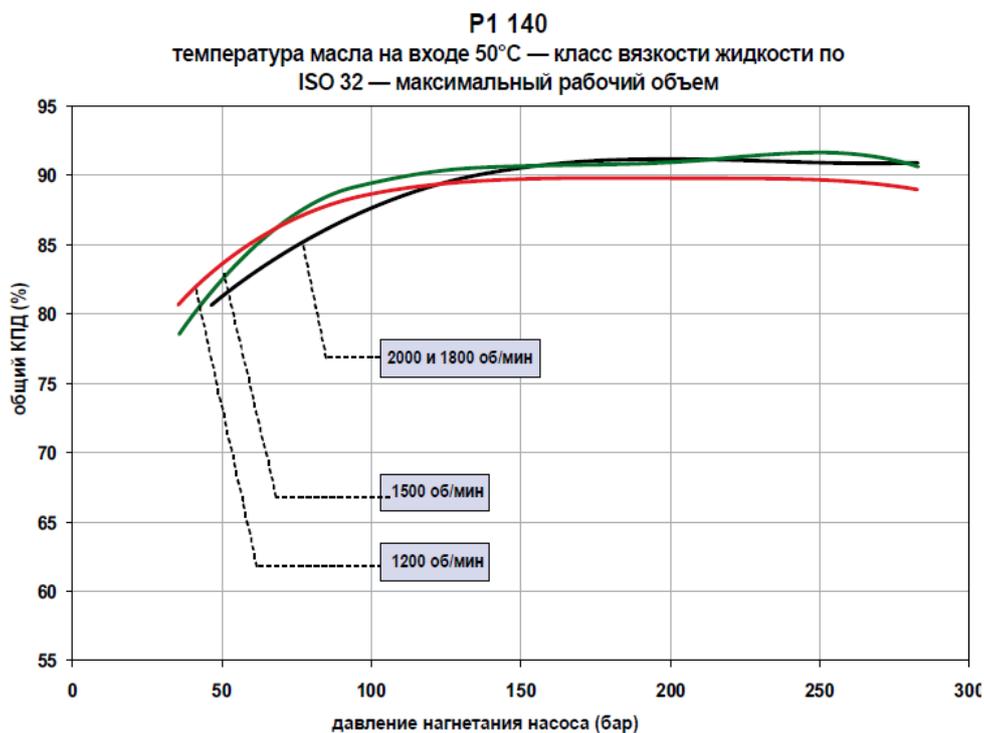


Рис. 2.48. Зависимость общего КПД насосов серии P1-140 от давления нагнетания /35/

Гидравлические аксиально-поршневые насосы серии VP1 предназначены для грузовых автомобилей и мобильных машин. Они могут быть установлены без муфт на валу отбора мощности коробки передач или независимом валу отбора мощности /35/.

На рис. 2.49 показан общий вид насоса серии VP1 фирмы Parker (США).



Рис. 2.49. Насос серии VP1 /35/

Насос VP1 может применяться в автокранах с системой измерения нагрузки, в сложных системах мусоровозов и ассенизационных машин, а также в различных сочетаний самосвалов, кранов, снегоуборщиков и разбрасывателей песка и соли.

Гидравлические системы данных машин могут быть существенно упрощены и оптимизированы благодаря использованию насосов VP1 /35/.

Насос VP1 обеспечивает подачу в гидравлическую систему требуемого количества жидкости точно в нужное время, эффективно снижая потребление энергии и выделение тепла, что позволяет гидравлической системе работать более равномерно и тихо, значительно снижая воздействие на окружающую среду /35/.

Насос VP1 обладает высокой эффективностью и очень небольшой массой. Данный насос надежен, экономичен и прост в установке /35/.

Насос серии VP1 является регулируемым. Он имеет низкий уровень шума, высокое отношение мощности к массе, является компактным и легким.

Объемный КПД данного типа насоса составляет 0,98.

Данная серия насоса предназначена для работы в условиях низких температур /35/.

В табл. 2.34 приведены основные параметры насоса VP1.

Таблица 2.34

#### Основные параметры насоса серии VP1 /35/

Модель	VP1-045	VP1-075	VP1-095	VP1-120
Максимальный рабочий объем, см <sup>3</sup> /об	45	75	95	120
Макимальное давление, МПа:				
Масса, кг	27			

При работе данных насосов возможно применение гидравлических жидкостей типа HLP, ATF (жидкостей для автоматических коробок передач) и моторных масел CDAPI /35/.

Максимальная температура работы гидропривода с данным насосом 75 °С /35/. Рекомендуемая вязкость рабочей жидкости должна составлять от 20 до 30 сСт /35/.

Фильтрация жидкости для обеспечения длительного срока службы VP1 рекомендуется:

- 25 мкм в чистой среде или при низких давлениях;
- 10 мкм в загрязненной среде или при высоких давлениях /35/.

На рис. 2.50 показан поперечный разрез аксиально-поршневого гидронасоса серии VP1.

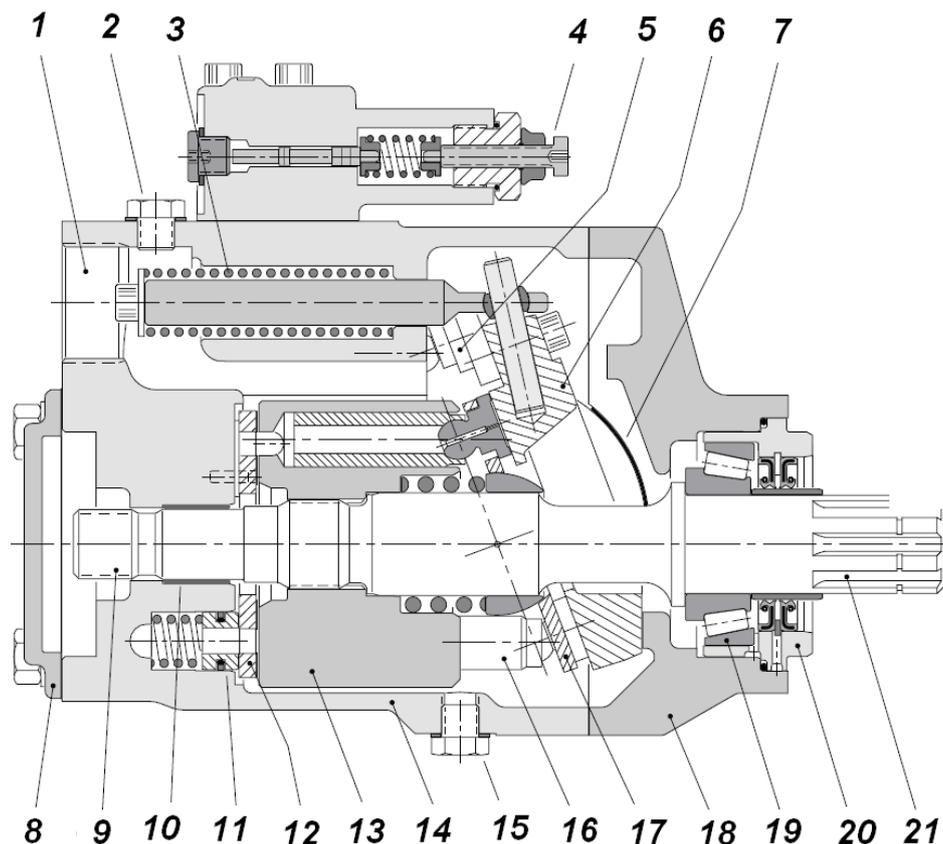


Рис. 2.50. Насос серии VP1 /35/:

- 1 – порт всасывания; 2 – верхняя заглушка продувки;  
3 – возвратная пружина; 4 – регулятор; 5 – поршень установки;  
6 – наклонная шайба; 7 – корпус подшипника; 8 – торцевая крышка;  
9 – шлиц; 10 – втулка подшипника; 11 – прижимной плунжер;  
12 – клапанная пластина; 13 – гильза цилиндра; 14 – корпус гильзы;  
15 – нижняя заглушка продувки; 16 – поршень с опорным башмаком;  
17 – упорная пластина; 18 – корпус подшипника; 19 – роликовый подшипник;  
20 – уплотнение вала с держателем; 21 – входной вал

Изменение рабочего объема данного гидронасоса происходит за счет изменения угла наклона наклонной шайбы 6. Управление углом наклона шайбы осуществляется регулятором 4. Наклонная шайба 6 соединена с упорной пластиной 17, которая упирается в поршни 16,

имеющие опорные башмаки. Таким образом, происходит процесс всасывания и нагнетания. Входной вал 21 вращается в роликовом подшипнике 19, который расположен в корпусе 18. Для устранения утечек подшипник защищен уплотнением с держателем 20.

Гидравлические аксиально-поршневые регулируемые насосы серий Р2 и Р3 рассчитаны на применение в гидросистемах мобильных машин.

Достоинствами данных типов гидронасосов являются самовсасывание при высокой частоте вращения, бесшумная работа, снижение пульсаций расхода и давления, простота монтажа, удобство техобслуживания /35/.

В табл. 2.35 приведены основные параметры насосов серий Р2 и Р3.

На рис. 2.51 показаны насосы серий Р2 и Р3.

Таблица 2.35

**Технические характеристики насосов серий Р2/Р3 /35/**

Размеры корпуса		Серия Р2				Серия Р3	
		Р2060	Р2075	Р2105	Р2145	Р3105	Р3145
Макс. рабочий объем	см <sup>3</sup>	60	75	105	145	105	145
Частота вращения самозаполнения	об/смин	2800	2500	2300	2200	2600	2500
Макс. давление в непрерывном режиме	МПа	32	32	32	32	32	32
Пиковое давление	МПа	37	37	37	37	37	37

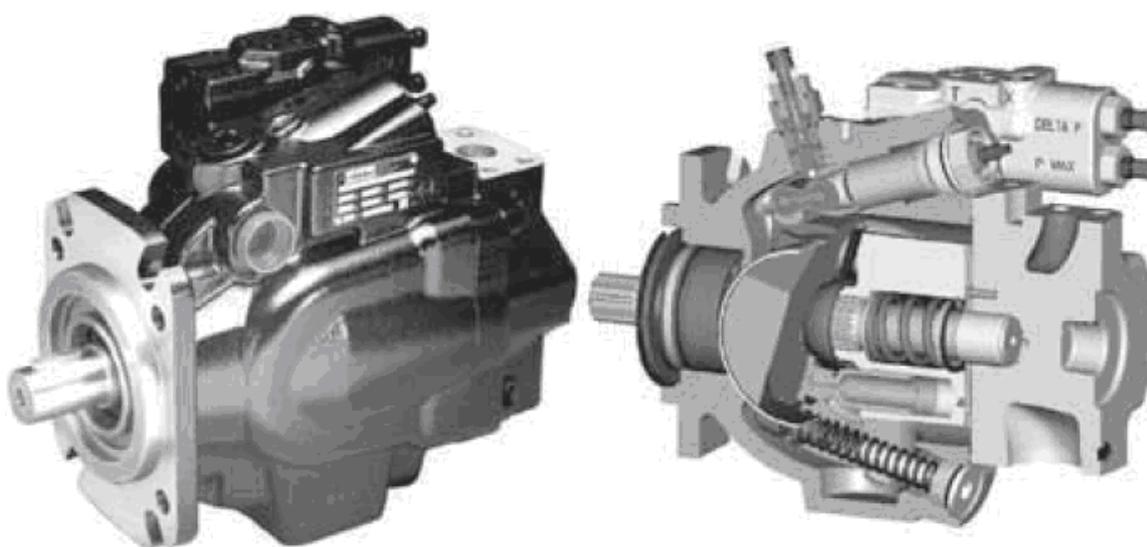


Рис. 2.51. Насосы серий Р2 и Р3 /35/

Фирма Libherr (Германия) является крупнейшим производителем как мобильной техники, так и гидравлических компонентов к ней.

Регулируемый аксиально-поршневой насос серии DPVO предназначен для открытого контура (гидросистемы) /39/.

На рис. 2.52 показан общий вид аксиально-поршневого гидронасоса серии DPVO 108.

В табл. 2.36 приведены основные параметры аксиально-поршневого насоса серии DPVO 108.



Рис. 2.52. Аксиально-поршневой насос фирмы Либхер /39/

Таблица 2.36

**Технические данные насоса серии DPVO 108 /39/**

Номинальный размер	108
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	107,7
Макс. число оборотов, об/мин	2 400 (при Vg макс.)
Пропускная способность, л/мин	258
Мощность привода, кВт	163 (при $\Delta p = 38$ МПа)
Крутящий момент, развиваемый приводом, Нм	651 (при $\Delta p = 38$ МПа)
Номинальное давление, МПа	38
Макс. давление, МПа	40 /39/

На рис. 2.53 показан общий вид аксиально-поршневого гидронасоса серии DPVO 165.

В табл. 2.37, 2.38 приведены основные параметры аксиально-поршневых насосов серий DPVO 165 и DPVO 215.

Номинальное давление данных насосов составляет 38 МПа.

Объемный КПД принимаем равным 0,98.



Рис. 2.53. Аксиально-поршневой насос фирмы Либхер /39/

Таблица 2.37

**Технические данные насоса серии DPVO 165 /39/**

Номинальный размер	165
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	167,8
Макс. число оборотов, об/мин	2 100 (при Vg макс.)
Пропускная способность, л/мин	352
Мощность привода, кВт	223 (при Δр = 38 МПа)
Крутящий момент, развиваемый приводом, Нм	1 015 (при Δр = 38 МПа)
Номинальное давление, МПа	38
Макс. давление, МПа	40 /39/

Таблица 2.38

**Технические данные насоса серии DPVO 215 /39/**

Номинальный размер	215
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	216,6
Макс. число оборотов, об/мин	2 500 (при Vg макс.)
Пропускная способность, л/мин	542
Мощность привода, кВт	343 (при Δр = 38МПа)
Крутящий момент, развиваемый приводом, Нм	1 310 (при Δр = 38 МПа)
Номинальное давление [МПа]	38
Макс. давление, МПа	40 /39/

### 2.2.3. Пластинчатые насосы

Пластинчатые нерегулируемые насосы фирмы Parker (США) предназначены для промышленных и мобильных машин.

Пластинчатые насосы серии Т6\*Р имеют повышенную подачу, которая достигается за счет использования обойм большего рабочего объема при высоких допустимых частотах вращения с атмосферным давлением всасывания /35/.

Высокое давление (до 27,5 МПа), создаваемое насосом, и минимальные размеры позволяет уменьшить стоимость исполнительных механизмов, клапанов и трубопроводов /35/.

Для насоса характерны высокая эффективность под нагрузкой, увеличенная производительность, низкий уровень шума, снижение нагрева и эксплуатационных затрат /35/.

Диапазон вязкости рабочей жидкости от 10 до 860 сСт (от 10 до 2000 сСт для мобильных машин).

Сбалансированная конструкция данного насоса компенсирует износ деталей и изменение температуры окружающей среды /35/. При работе данного насоса в условиях низких температур обеспечивается хорошее смазывание в зазоре между ротором и боковыми пластинами, благодаря чему повышается механическая эффективность насоса /35/.

На рис. 2.54 изображен внешний вид пластинчатого нерегулируемого насоса серии Т6\*Р.



Рис. 2.54. Пластинчатый нерегулируемый насос серии Т6\*Р /35/

На рис. 2.55 показан поперечный разрез пластинчатого насоса серии Т6\*Р.

В табл. 2.39 приведены основные параметры насоса серии Т6\*Р.

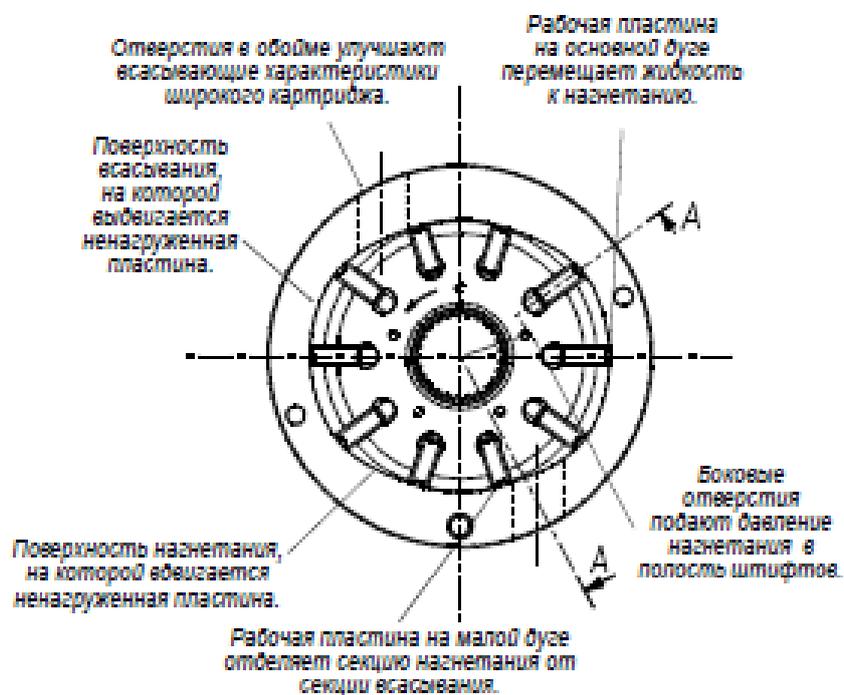


Рис. 2.55. Пластинчатый нерегулируемый насос серии Т6\*Р /35/

Таблица 2.39

**Основные параметры насоса серии Т6\*Р /35/**

Типоразмер	Серия	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Миним. частота вращения, об/мин	Максим. частота вращения, об/мин	Максимальное давление, МПа	
					кратковрем.	рабочее
1	2	3	4	5	6	7
CR CRM	*03	10,8	600/400	2800	27,5	24
	*05	17,2				
	*06	21,3				
	*08	26,4				
	*10	34,1				
	*12	37,1				
	*14	46				
	*17	58,3				
	*20	63,8				
*22	70,3					

Окончание табл. 2.39

1	2	3	4	5	6	7
	*25	79,3		2500	21	16
	*28	88,8				
	*31	100				
DR DRM	*14	47,6	600/400	2500	24	21
	*17	58,2				
	*20	66				
	*24	79,5				
	*28	89,7				
	*31	98,3				
	*35	111				
	*38	120,3				
	*42	136				
	*45	145,7				
	*50	158		2200	21	16
ER ERM	042	132,3	600/400	2200	24	21
	045	142,4				
	050	158,5				
	052	164,8				
	062	196,7				
	066	213,3				
	072	227,1				

Давление всасывания измеряется на входном фланце. Насос работает с гидравлическими жидкостями на нефтяной основе при вязкости от 10 до 65 сСт. Для предотвращения аэрации разность между давлением на всасывающем фланце насоса и атмосферным давлением не должна превышать 0,02 МПа /35/.

Преимущества применения данной серии насосов:

- способность поддерживать высокое давление до 27,5 МПа при небольших размерах;

- снижение монтажных затрат, повышение срока службы при низком давлении;

- высокой объемный КПД (0,94);

- снижение тепловыделения;

- снижение частоты вращения до 600 об/мин при полном давлении;

- высокий механический КПД (0,94);

- снижение потребления энергии;

- широкий диапазон частот вращения от 600 до 2800 об/мин в сочетании с качающим узлом с большой объемной производительностью;

стью позволяет оптимизировать эксплуатацию, обеспечивая минимальный уровень шума при минимальных размерах;

-работа насоса при высокой вязкости (до 860 сСт) и при низкой частоте вращения (до 600 об/мин) позволяет эксплуатировать насосы в холодных условиях при минимальном потреблении энергии без риска заклинивания;

-низкие пульсации давления ( $\pm 0,2$  МПа) снижает шум в трубопроводах и повышает срок службы других компонентов гидросистемы;

-высокая устойчивость к загрязнению частицами благодаря конструкции пластин с двумя кромками увеличивает срок службы насоса /35/.

Рекомендуемыми рабочими жидкостями являются гидравлические жидкости R&O на нефтяной основе с противоизносными присадками /35/.

Жидкость необходимо очищать до и после эксплуатации, чтобы обеспечить уровень загрязнения согласно NAS 1638 класс 8 или лучше /35/. Фильтры с тонкостью фильтрации 25 мкм могут быть достаточными, но не гарантируют требуемых уровней чистоты /35/.

Пластинчатые нерегулируемые насосы серии T6CCZ разработаны для мобильных машин.

На рис. 2.56 изображен внешний вид пластинчатого нерегулируемого насоса серии T6CCZ.



Рис. 2.56. Гидравлический пластинчатый нерегулируемый насос для мобильных машин серии T6CCZ /35/

Данный насос обладает высокой максимально допустимой нагрузкой на валу, что особенно подходит для машин, в которых привод насоса осуществляется от карданного вала /35/.

Двухрядный шариковый подшипник и игольчатый подшипник позволяют увеличить радиальную нагрузку в два раза /35/.

Характеристиками данного типа насосов является повышенный расход, повышенное максимальное давление, широкий диапазон частот вращения от 400 до 2800 об/мин /35/.

В табл. 2.40 приведены основные параметры насоса серии Т6ССЗ.

Таблица 2.40

**Основные параметры серии Т6ССЗ**

Серия	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Расход Q, л/мин n=1500 об/мин			Входная мощность N, кВт n=1500 об/мин		
		P=10МПа	P=14МПа	P=24МПа	P=10МПа	P=14МПа	P=24МПа
В03	10,8	16,2	10,7	-	1,3	5,3	-
В05	17,2	25,8	20,3	15,8	1,4	7,5	12,2
В06	21,3	31,9	26,4	21,9	1,5	8,9	14,7
В08	26,4	39,6	34,1	29,6	1,6	10,7	17,7
В10	34,1	51,1	45,6	41,1	1,7	13,4	22,3
В12	37,1	55,6	50,1	45,6	1,7	14,4	24,1
В14	46	69	63,5	59	1,9	17,6	29,5
В17	58,3	87,4	81,9	77,4	2,1	21,9	35,9
В20	63,8	95,7	90,7	85,7	2,2	23,6	40,2
В22	70,3	105,4	99,9	95,4	2,3	26,1	44,1
В25	79,3	118,9	113,4	108,9	2,5	29,2	49,5
В28	88,8	133,2	127,7	124,5	2,8	32,7	48,5
В31	100	150	144,5	141,3	2,8	36,5	54,4

Насосы серий Т7, Т67, Т6 разработаны для гидравлических схем с высокой и низкой производительностью. Комбинирование различных качающих узлов в конструкции сдвоенных и строенных насосов позволяет обеспечить низкий расход при высоком давлении (макс. 32 МПа) и высокий расход при низком давлении. Это удобный способ оптимизации гидравлической схемы. Такая конструкция насосов также позволяет быстро изменять цикл давления, очень точно воспроизводя уровень производительности /35/. Характеристиками данного насоса являются повышенный расход и повышенная производительность. Для данной конструкции насосов характерно снижение нагрева при его работе, что снижает эксплуатационные затраты. Низкий

уровень шума повышает безопасность оператора /35/. Диапазон вязкости рабочей жидкости составляет от 10 до 860 сСт, что позволяет осуществлять запуски и работать при высоких и низких температурах /35/. В табл. 2.41 приведены основные параметры насосов серий Т7, Т67, Т6.

Таблица 2.41

**Основные параметры одинарных насосов серий Т7, Т67, Т6С /35/**

Модель насоса	Серия	Рабочий объем, см <sup>3</sup> /об	Мин. частота вращения, об/мин	Максимальная частота вращения, об/мин		Максимальное давление, МПа					
				HF-0, HF-2, HF-1	HF-3, HF-4, HF-5	Макс.	Раб.	Макс.	Раб.	Макс.	Раб.
						HF-0, HF-2		HF-1, HF-4, HF-5		HF-3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Т7АС	В06	5,8	600	3800	1800	30	27,5	24	21	17,5	14
	В10	9,8									
	В11	11									
	В13	12,8									
	В17	17,2									
	В20	19,8									
	В22	22,5									
	В25	24,9		3000		2,5	24				
Т7АСW	В26	26	600	3800	1800	30	27,5	24	21	17,5	14
	В28	28									
	В30	30									
	В32	31,8									
	В34	34									
	В36	36									
	В40	40									
				3000		28	24				
Т7В	В02	5,8	600	3800	1800	32	29	24	21	17,5	14
	В03	9,8									
	В04	12,8									
	В05	15,9									
	В06	19,8									
	В07	22,5									
	В08	24,9									
	В09	28									
	В10	31,8									
		В11		35		3000		30	27,5		

Продолжение табл. 2.41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	B12	41										
	B14	45										
	B15	50				28	24					
T6C	003	10,8	600	2800	1800	27,5	24	21	17,5	17,5	14	
	005	17,2										
	006	21,3										
	008	26,4										
	010	34,1										
	012	37,1										
	014	46										
	017	58,3										
	020	63,8										
	022	70,3										
	025	79,3										
	028	88,8		2500	21	16	16					
	031	100										
T7D	B14	44	600	3000	1800	30	25	24	21	17,5	14	
	B17	55										
	B20	66										
	B22	70,3										
	B24	81,1										
	B28	90										
	B31	99,2		2800		28						
	B35	113,4		2500		26	23					
	B38	120,6		2200		24	21	21	17,5			
	B42	137,5										
	045	145,7										
	050	158										
T7E	042	132,3	600	2200	1800	24	21	21	17,5	17,5	14	
	045	142,4										
	050	158,5										
	052	164,8										
	054	171										
	057	183,3										
	062	196,7										
	066	213,3										
	072	227,1										
	085	268,7										2000
T67C	B02	5,8	600	2200	1800	30	27,5	24	21	17,5	14	
	B03	9,8										
	B04	12,8										
	B05	15,9										
	B06	19,8										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B07	22,5									
	B08	24,9									
	B09	28									
	B14	45									
	B15	50				28	24				
T67DC T67CB T67EC T7EE	003	10.8				27,5	24				
			600	2200	1800			21	17,5	17,5	14

*Примечание.* Рабочие жидкости HF-0, HF-2 – с противоизносными присадками на нефтяной основе, HF-1 – без противоизносных присадок на нефтяной основе, HF-3 – водные эмульсии в масле, HF-4 – водные растворы гликолей, HF-5 – синтетические жидкости /35/.

Преимущества применения данного типа насоса:

- способность поддерживать высокое давление (до 32 МПа) при небольших размерах;
- высокий объемный КПД (0,98);
- снижение тепловыделения;
- снижение частоты вращения до 600 об/мин при полном давлении;
- высокий механический КПД (0,94);
- снижение потребления энергии;
- широкий диапазон частот вращения (от 600 до 3600 об/мин);
- низкая частота вращения, низкое давление, высокая вязкость 860 сСт позволяют применять эти насосы в холодных условиях при минимальном энергопотреблении и без риска заклинивания;
- низкие пульсации давлений (+/-0,2 МПа);
- высокая устойчивость к загрязнению частицами;
- оптимизированная конструкция, устраняющая шум /35/.

Фильтрация жидкости для данного типа насосов должна соответствовать стандарту NAS 1638 класс 8 или лучше /35/, ISO 19/17/14 или лучше /35/.

При необходимости рекомендуется использовать фильтр на 149 мкм /35/.

Рекомендуемые гидравлические жидкости должны содержать противоизносные присадки для защиты от ржавчины и окисления. Они соответствуют типам HF-0, HF-2. Использование других

жидкостей приведет к снижению максимальных значений показателей работы насоса (частоты вращения и номинального давления) /35/.

#### **2.2.4. Насосы подпитки**

В закрытых гидростатических передачах мобильных машин с главным насосом обычно используется насос подпитки, который подает жидкости подпитки для восполнения объемных потерь насоса и гидромотора.

Этот насос также поддерживает достаточное давление всасывания насоса для предотвращения кавитации.

Блоки подпитки упрощают создание закрытых или полужакрытых гидростатических передач. Блоки подпитки заменяют насос подпитки во многих применениях /35/.

На рис. 2.57 изображен внешний вид насосов для подпитки рабочей жидкости.



Рис. 2.57. Насосы для подпитки /35 /

Модуль подпитки обеспечивает фильтрацию и дополнительный объем рабочей жидкости для компенсации объемных потерь в насосе и моторе, одновременно поддерживая достаточное давление на впуске насоса для предотвращения кавитации /35/. Полузакрытая система может быть оснащена баком меньшего размера и массы при одновременном повышении частоты вращения насоса /35/.

Подкачивающие модули поставляются двух рабочих объемов:

- для расхода 25–160 л/мин;
- для расхода 150–400 л/мин /35/.

На рис. 2.58 изображена схема включения насоса подпитки в замкнутый контур.

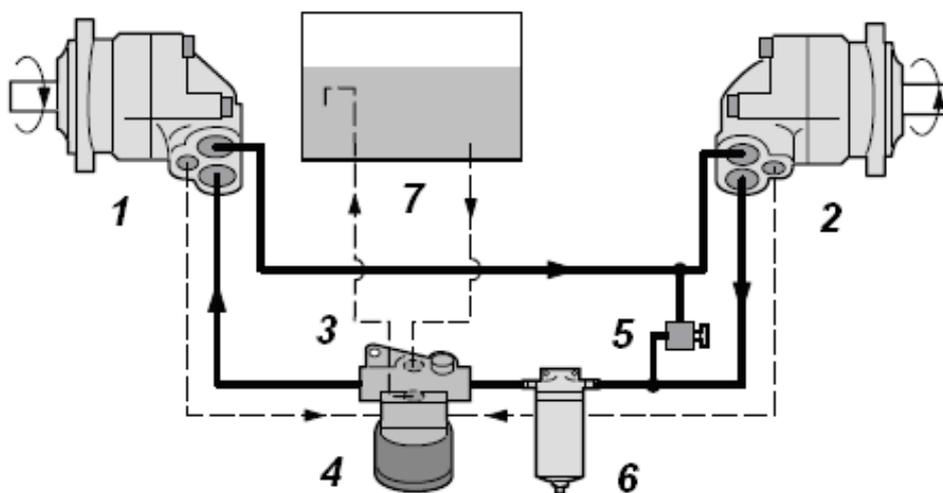


Рис. 2.58. Система подпитки /35/:  
 1 – насос; 2 – гидромотор; 3, 4 – блок подпитки;  
 5 – предохранительный клапан; 6 – фильтр; 7 – бак

### Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается принцип действия объемных насосов?
2. Назовите основные параметры насоса.
3. Что понимается под рабочим объемом насоса  $q_n$ ?
4. Что понимается под номинальным давлением гидромашины?
5. По каким параметрам выбирается насос объемного гидропривода?
6. Как рассчитать подачу насоса, зная рабочий объем и частоту вращения вала насоса?
7. Какие параметры необходимы для расчета подачи насоса?
8. Как расположены оси поршней относительно оси вращения ротора в аксиально-поршневом насосе?
9. От каких параметров зависит подача аксиально-поршневого насоса?
10. Каким образом может осуществляться регулирование рабочего объема в аксиально-поршневом насосе с наклонным блоком?
11. Действительная подача насоса больше или меньше теоретической?

12. Что учитывает механический КПД гидромашины?
13. Что учитывает гидравлический КПД гидромашины?
14. Что учитывает объемный КПД гидромашины?
15. Как определить полный КПД гидромашины, если известны гидравлический, механический и объемный КПД?
16. Как изображается на гидравлических схемах насос?
17. Как определяется потребляемая мощность насоса?
18. Как определяется полезная мощность насоса?
19. В чем основное отличие гидронасоса от гидродвигателя?

### 3. ГИДРОМОТОРЫ

Гидромоторы относятся к гидродвигателям и предназначены для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию выходного звена гидромашины.

Напомним, что по виду движения выходного звена гидродвигатели делятся на гидродвигатели с вращательным движением выходного звена (гидромоторы), с поступательным движением выходного звена (гидроцилиндры) и с ограниченным углом поворота выходного звена (поворотные гидродвигатели).

#### 3.1. Отечественные гидромоторы

Гидромоторы предназначены для преобразования энергии движущейся жидкости в механическую энергию вращения исполнительного органа различных машин и механизмов.

Основным требованием при выборе гидромотора является обеспечение исполнительным органом машины необходимого крутящего момента  $M_m$  и частоты вращения  $n_m$ .

Обычно в качестве гидромоторов используются объемные роторные гидромашины. Гидромоторы конструктивно мало отличаются от роторных насосов.

По величине крутящего момента и частоты вращения вала гидромоторы можно разделить на две группы: низкомоментные, высокомоментные.

Низкомоментные гидромоторы характеризуются развитием небольшого крутящего момента и больших частот вращения. Высокомоментные гидромоторы развивают большой крутящий момент при небольших частотах вращения. Высокомоментные гидромоторы в основном предназначены для использования их в гидроприводах без промежуточного звена (редуктора) с целью уменьшения массы, габаритов, улучшения динамических характеристик объемного гидропривода. Высокомоментные гидромоторы имеют малые значения массы на единицу передаваемого момента.

В качестве низкомоментных гидромоторов в большинстве случаев используют аксиально-поршневые, реже – шестеренные, пластинчатые гидромоторы.

В качестве высокомоментных гидромоторов в основном применяют радиально-поршневые и аксиально-поршневые гидромоторы.

Для условного разграничения низкомоментных и высокомоментных гидромоторов часто пользуются так называемым коэффициентом быстроходности /14/:

$$K_n = q_m / n_m, \quad (3.1)$$

где  $K_n$  – коэффициент быстроходности;  $q_m$  – рабочий объем гидромотора, см<sup>3</sup>/об;  $n_m$  – номинальная частота вращения, об/мин.

Гидромоторы, у которых  $K_n > 1$ , как правило, относят к низкомоментным, а при  $K_n < 1$  – к высокомоментным. Следует отметить, что коэффициент  $K_n$  является все же условной величиной.

Целесообразность применения в приводах вращательного движения низкомоментных или высокомоментных гидромоторов определяется в каждом конкретном случае отдельно исходя из конкретных требований к приводу машины.

Основными параметрами любого гидромотора являются следующие: рабочий объем гидромотора  $q_m$ , номинальное давление  $p_{ном}$ , частота вращения вала  $n_m$ , расход  $Q_m$ , мощность  $N_m$ , полный КПД  $\eta$ .

Полезная мощность гидромотора определяется выражением

$$N_{мп} = M_m \omega_m = M_m 2\pi n_m, \quad (3.2)$$

где  $N_{мп}$  – полезная мощность гидромотора, Вт;  $M_m$  – крутящий момент на валу гидромотора, Н·м;  $\omega_m$  – угловая скорость вращения вала гидромотора, с<sup>-1</sup>;  $n_m$  – частота вращения вала, с<sup>-1</sup>.

Потребляемая гидромотором мощность определяется по формуле

$$N_m = \Delta p_m Q_m = \Delta p_m q_m n_m, \quad (3.3)$$

где  $N_m$  – мощность, потребляемая гидромотором, Вт;  $\Delta p_m$  – перепад давления на гидромоторе, Па,  $\Delta p_m = p_{вх} - p_{вых}$ , здесь  $p_{вх}$  – давление на входе в гидромотор,  $p_{вых}$  – давление на выходе из гидромотора, для предварительных расчетов можно принять  $\Delta p_m = p_{ном}$ ;  $Q_m$  –

теоретический расход жидкости, м<sup>3</sup>/с;  $q_m$  – рабочий объем гидромотора, м<sup>3</sup>/об;  $n_m$  – частота вращения вала, с<sup>-1</sup> (об/с).

Потери мощности в гидромоторе оцениваются КПД.

$$\eta = \frac{N_{мп}}{N_m} = \eta_m \eta_r \eta_{об} = \eta_{гм} \eta_{об}, \quad (3.4)$$

где  $\eta$  – полный КПД гидромотора;  $\eta_m$  – механический КПД;  $\eta_r$  – гидравлический КПД;  $\eta_{об}$  – объемный КПД;  $\eta_{гм}$  – гидромеханический КПД,  $\eta_{гм} = \eta_m \eta_r$ .

Если пренебречь потерями мощности в гидромоторе, то из выражений (3.2) и (3.3) можно определить рабочий объем гидромотора.

$$q_m = M_m 2\pi / \Delta p_m. \quad (3.5)$$

По расчетным значениям рабочего объема гидромотора  $q_m$ , номинальному давлению и остальным параметрам выбирается гидромотор.

### ***3.1.1. Шестеренные гидромоторы***

Каждый конструктивный тип гидромотора (шестеренные, поршневые, пластинчатые) имеет свои достоинства и недостатки.

Шестеренные гидромоторы отличаются простотой и технологичностью конструкции, хорошими массовыми и габаритными показателями, могут работать при высокой (до 2400 об/мин) частоте вращения.

Для работы шестеренных гидромоторов не требуется высокая степень очистки рабочей жидкости. К недостаткам следует отнести невысокий КПД, большие пусковые моменты, небольшой диапазон частоты вращения, связанный с высоким нижним пределом (150...300 об/мин).

Отечественные заводы тракторных гидроагрегатов изготавливают шестеренные гидромоторы типов ГМШ-32, ГМШ-50 и ГМШ-100.

Технические характеристики гидромоторов типа ГМШ приведены в табл. 3.1 /8, 18/.

Пластинчатые гидромоторы, несмотря на отличные массовые и габаритные показатели, малый момент инерции, незначительную пульсацию момента, находят ограниченное применение, что связано с низким (до 6,3 МПа) давлением, высокой (100...150 об/мин) минимальной частотой вращения и низким КПД. Последнее вызвано

наличием трения скольжения основных рабочих элементов и трудностью уплотнения пластин /14/.

Таблица 3.1

### Технические характеристики гидромоторов типа ГМШ

Параметр	Марки гидромоторов		
	ГМШ-32	ГМШ-50	ГМШ-100
Рабочий объем гидромоторов, см <sup>3</sup>	32	50	100
Давление на входе в гидромотор, МПа:			
номинальное	14	14	14
максимальное	16	16	16
Номинальный перепад давлений, МПа	14	14	14
Максимальное давление на сливе, МПа	0,4	0,4	0,4
Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup> :			
минимальная	750	750	750
номинальная	1500	1500	1500
максимальная	1920	1920	1920
Номинальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	51,4	79,6	161
КПД гидромотора:			
гидромеханический	0,85	0,85	0,82
полный	0,78	0,78	0,75
Крутящий момент, Н·м:			
номинальный	59,6	92	180
страгивания	17,9	27,6	54
Номинальная полезная мощность, кВт	9,2	14,2	27,75
Температура рабочей жидкости, °С:			
максимальная	80	80	80
минимальная	15	15	15
Масса гидромотора, кг	6,8	7,4	17,5

### 3.1.2. Аксиально-поршневые гидромоторы

Поршневые гидромоторы отличаются от других типов возможностью надежного уплотнения рабочей камеры, что позволяет работать при высоком (до 32 МПа и выше) давлении и с высоким КПД.

Аксиально-поршневые нерегулируемые гидромоторы типа 210 (см. табл. 3.1) предназначены в основном для приводов строительного-дорожных машин, но могут использоваться и в других приводах.

Основные параметры гидромоторов типа 303... (рис. 3.1) приведены в табл. 3.2 /8/.

Таблица 3.2

**Основные параметры регулируемых гидромоторов 303....**

Параметры	303.112	303.1.56 303.3.56	303.3.160
1	2	3	4
Рабочий объем, см <sup>3</sup> :			
номинальный $Q_{ном}$	112	56	160
минимальный $Q_{min}$	31	15	0
Диапазон регулирования рабочего объема $Q_{ном}/Q_{min}$	3,61	–	–
Давление на входе в гидромотор, МПа:			
номинальное	20	20	20
максимальное	35	35	35
Давление на выходе из гидромотора, МПа:			
максимальное	20	–	–
минимальное	0	–	–
Максимальное давление дренажа, МПа	0,2	–	–
Давление устойчивой работы регулятора, МПа	2	–	–
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :			
номинальная (при $Q_{ном}$ )	1200	1800	1200
максимальная (при $Q_{ном}$ )	3000	–	–
максимальная (при $Q_{min}$ )	400	–	–
минимальная (при $Q_{min}$ )	50	50	50
Номинальный расход, л/мин	142	80	182
Расход в линии управления, л/мин	0,2	–	–
Крутящий момент, Н·м:			
номинальный	338	166	475
страгивания	260	–	–
при $Q_{min}$	93	–	–
Коэффициент полезного действия:			
гидромеханический	0,95	–	–
полный	0,90	0,90	0,90

1	2	3	4
Время цикла регулирования, с, не менее	0,5	—	—
Допустимое количество регулирования за 1 мин	10	—	—
Характеристика рабочей жидкости: класс чистоты по ГОСТ 17216–71 кинематическая вязкость, сСт номинальная фильтрация, мкм	12...14 16...25 25	— — —	— — —
Температура окружающей среды, °С: минимальная максимальная	-40 +40	— —	— —
Масса, кг	48	22	55

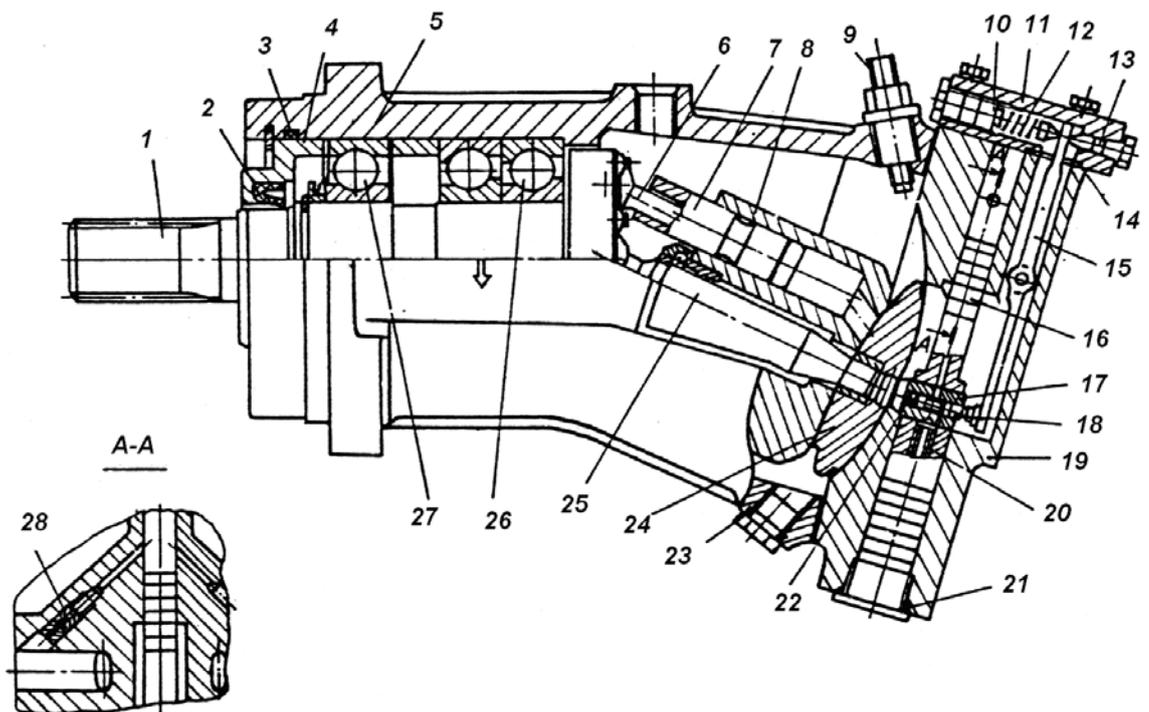


Рис. 3.1. Аксиально-поршневой регулируемый гидромотор типа 303.112:  
 1 – вал; 2 – манжета; 3, 14, 21, 23 – уплотнительные кольца; 4, 11 – крышки;  
 5 – корпус; 6 – шатун; 7, 16 – поршни; 8 – блок цилиндров; 9, 20 – винты;  
 10 – пробка; 12, 22 – пружины; 13 – плунжер; 15 – рычаг; 17 – палец;  
 18 – золотник; 19 – корпус; 24 – распределитель; 25 – шип;  
 26, 27 – подшипники; 28 – обратный клапан



### 3.1.3. Радиально-поршневые гидромоторы

Высокомоментные радиально-поршневые гидромоторы типа МР развивают значительный крутящий момент и используются для привода поворотной части экскаваторов, кранов, ходовой части, лебедок строительных, дорожных, мелиоративных и коммунальных машин, рабочих органов машин без механического редуктора или с редуктором с небольшим передаточным отношением.

Передачи вращательного движения с применением гидромоторов МР по сравнению с аксиально-поршневым гидромотором и редуктором характеризуются большей компактностью и меньшей массой, более высоким пусковым моментом (до 90%) и КПД (на 4...6%); меньшим зазором в передаче и значительно меньшим приведенным моментом инерции вращающихся масс, снижающим динамические нагрузки /8/.

На рис. 3.4 показана конструкция радиально-поршневого гидромотора МР. В расточках корпуса 9 и крышки 10 на двухрядных роликовых подшипниках установлен эксцентриковый вал 11 со сферической поверхностью, на которую опираются пять полых поршней 2, перемещающихся в цилиндрах 1.

Поршни телескопически соединены с цилиндрами, имеющими также сферические поверхности, которыми они упираются в сферические сегменты 3. Сегменты установлены в крышках цилиндров 4, соединенных с корпусом 9. Центр сферы сегмента находится на геометрической оси цилиндра, проходящей через центр эксцентрикового вала. Поршень совершает возвратно-поступательное движение по направляющему стержню.

Предварительное прижатие поршня и цилиндра к сферическим опорам создается пружиной. Поршень и цилиндр уплотняются резиновым кольцом круглого сечения и антифрикционным ситаллофторопластовым кольцом.

Смещение цилиндропоршневой пары от рабочего положения ограничивается полукольцами, закрепленными в крышках цилиндров, и кольцами, скользящими по рамкам поршня.

Распределительный узел установлен в крышке распределителя 5, прикрепленной к корпусу гидромотора. На шлицах поводкового валика 12, соединенного двумя штифтами с коленчатым валом, установлен распределитель 7 между упорным кольцом 6 и тарелкой распределителя 8.

Жидкость поступает в рабочие камеры цилиндров через каналы в крышке распределителя, отверстия упорного кольца, распределитель и каналы в корпусе гидромотора и крышках цилиндров.

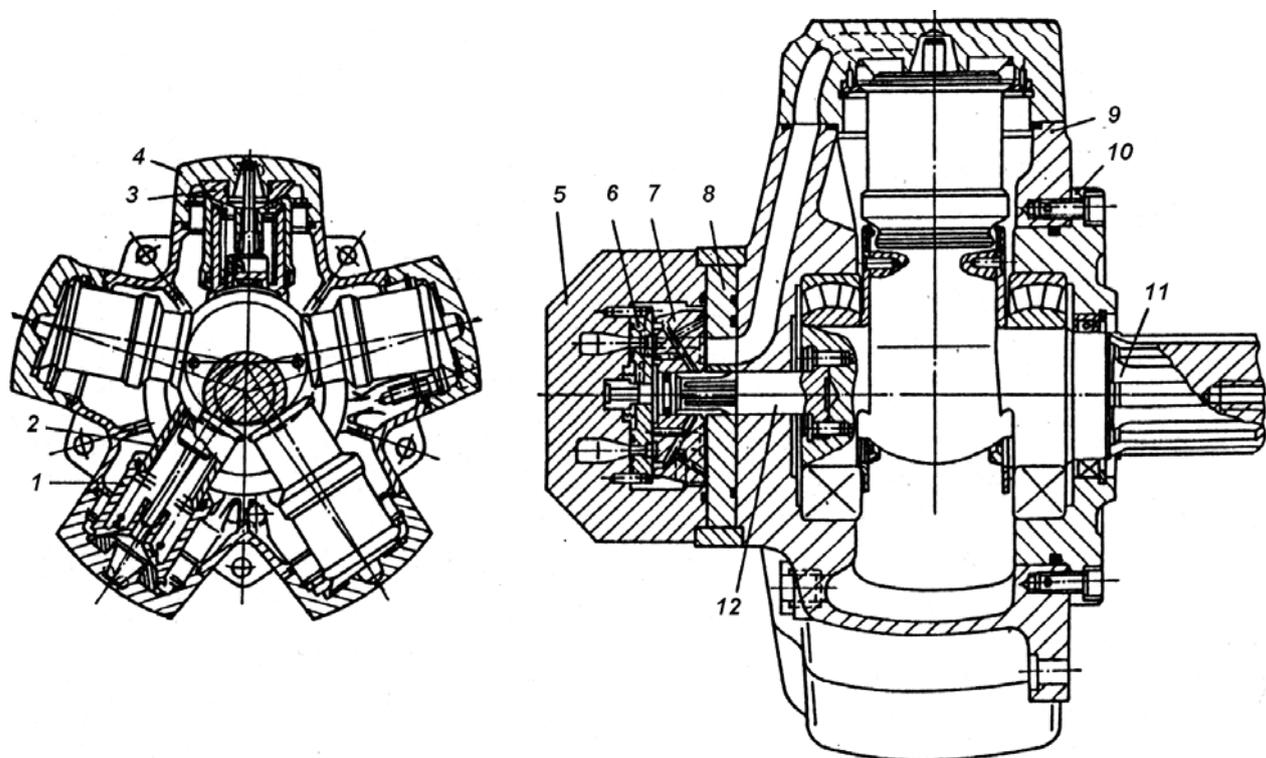


Рис. 3.4. Радиально-поршневой гидромотор типа МР:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – сегмент сферический; 4 – крышка цилиндра;  
 5 – крышка распределителя; 6 – кольцо упорное; 7 – распределитель;  
 8 – тарелка распределителя; 9 – корпус гидромотора; 10 – крышка;  
 11 – вал эксцентриковый; 12 – валик поводковый

Распределение рабочей жидкости по цилиндрам осуществляется серповидными каналами на торце распределителя, прилегающего к тарелке распределителя. Поскольку цилиндр и поршень имеют отверстия в днищах, давление рабочей жидкости передается непосредственно на сферическую поверхность коленчатого вала, создавая крутящий момент за счет эксцентриситета вала.

Направление вращения вала гидромотора (при наблюдении со стороны выходного вала) зависит от того, к какому из двух отверстий подводится рабочая жидкость.

### 3.1.4. Гидромоторы планетарные МГП

Гидромоторы МГП предназначены для привода активных рабочих органов, транспортеров сельскохозяйственных и других машин.

На рис. 3.5 показаны габаритные размеры гидромоторов планетарных типа МГП. Общий вид гидромотора планетарного МГП80 представлен на рис. 3.6. На рис. 3.7 изображена конструкция гидромоторов планетарных типа МГП.

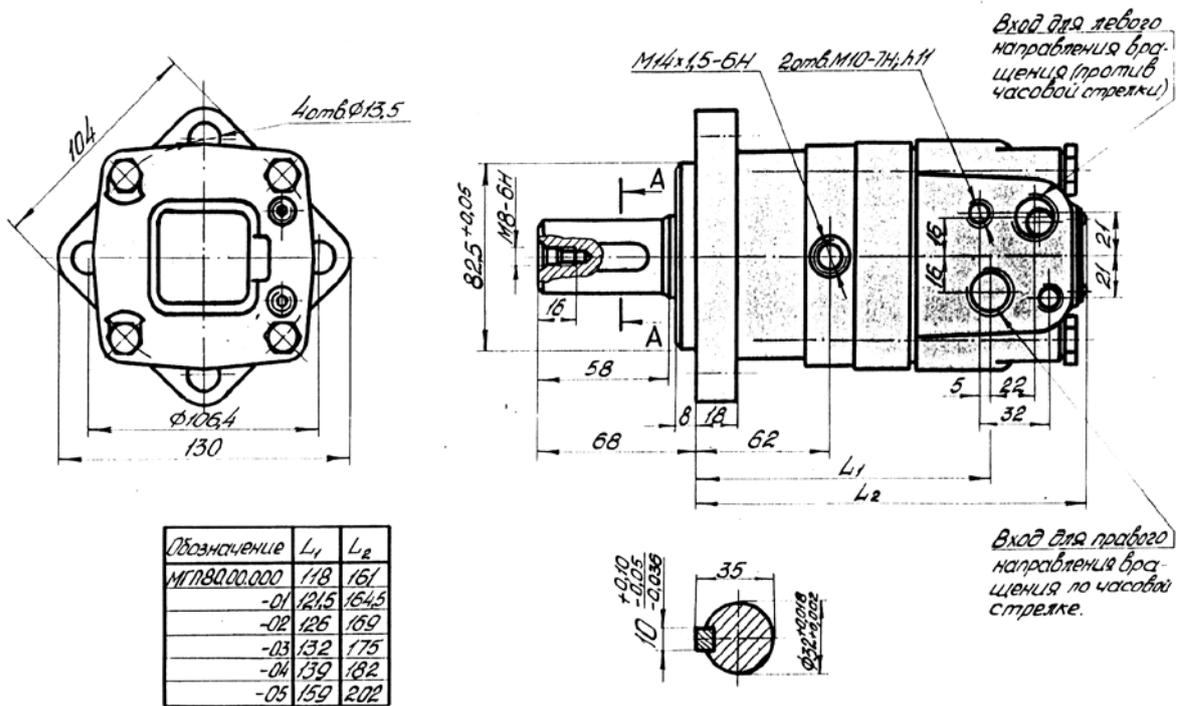


Рис. 3.5. Гидромотор планетарный типа МГП (габаритные размеры)

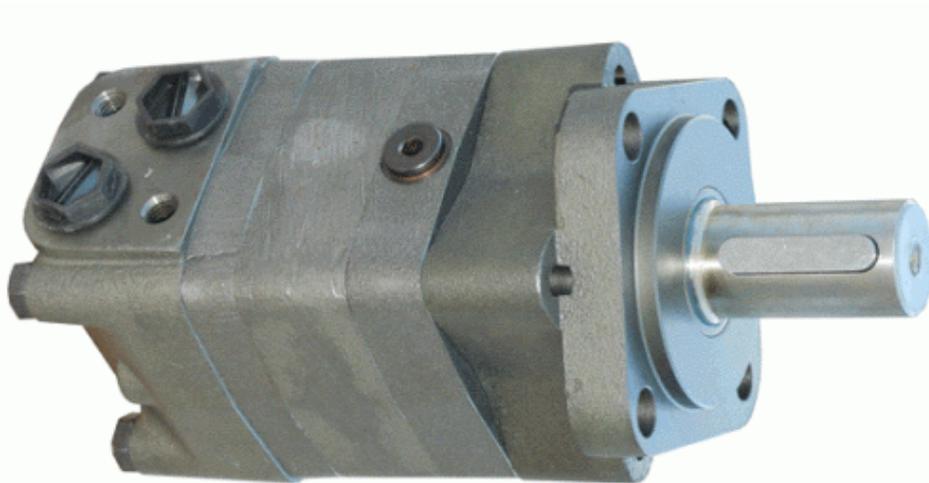


Рис. 3.6. Общий вид гидромотора планетарного МГП80

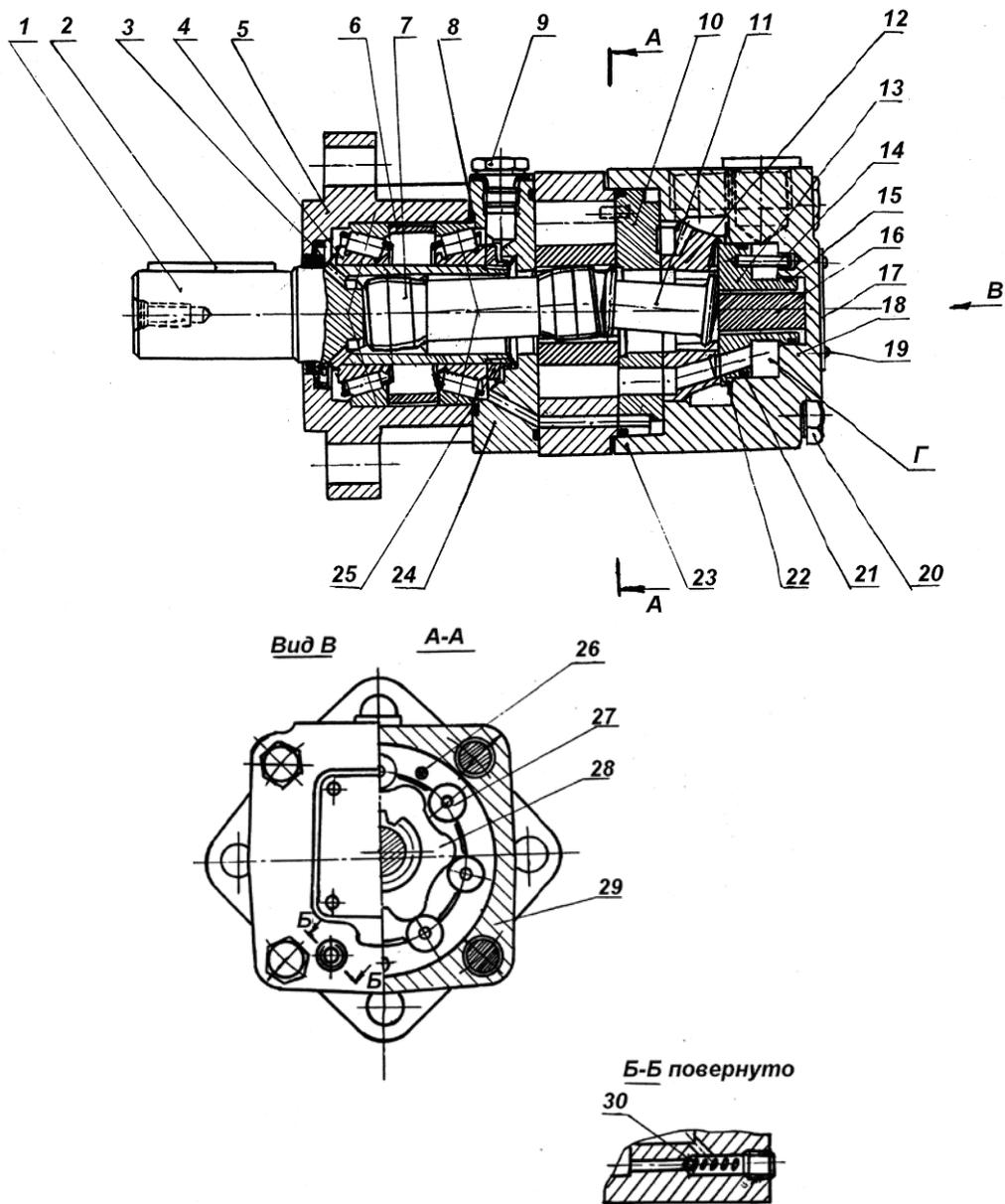


Рис. 3.7. Гидромотор планетарный типа МГП

### 3.1.5. Гидромоторы планетарно-роторные ГПР-Ф

Гидромоторы типа ГПР-Ф являются реверсивными гидромашинами планетарного типа многократного действия, имеют торцевое распределение рабочей жидкости и бескарданную кинематическую схему передачи крутящего момента на выходной вал.



Рис. 3.8. Общий вид гидромотора планетарно-роторного типа ГПР-Ф

Гидромотор (рис. 3.9) состоит из следующих основных элементов: корпуса 4 с насаженными с двух сторон крышками 2, 10, вала 1, шестерни 7, ротора 6, щеки 5, золотника 11, распределителя 8, уплотнения 12.

В корпусе 4 гидромотора на радиально-упорном шарикоподшипнике 3 и роликовом радиальном подшипнике 9 установлен вал 1 с насаженной на него шестерней 7. В корпусе 4 нарезаны зубья эвольвентного зацепления.

Установленный эксцентрично ротор 6 имеет два зубчатых венца – наружный и внутренний. Наружный венец ротора 6 с зубьями корпуса 4 гидромотора образует пару с внутренним зацеплением. Внутренний венец ротора 6 входит в зацепление с шестерней 7, имеющей круговой профиль зуба. Эта пара образует рабочие камеры гидромотора. С торцов камеры ограничиваются распределителем 8 и щекой 5, насаженными на вал 1 гидромотора.

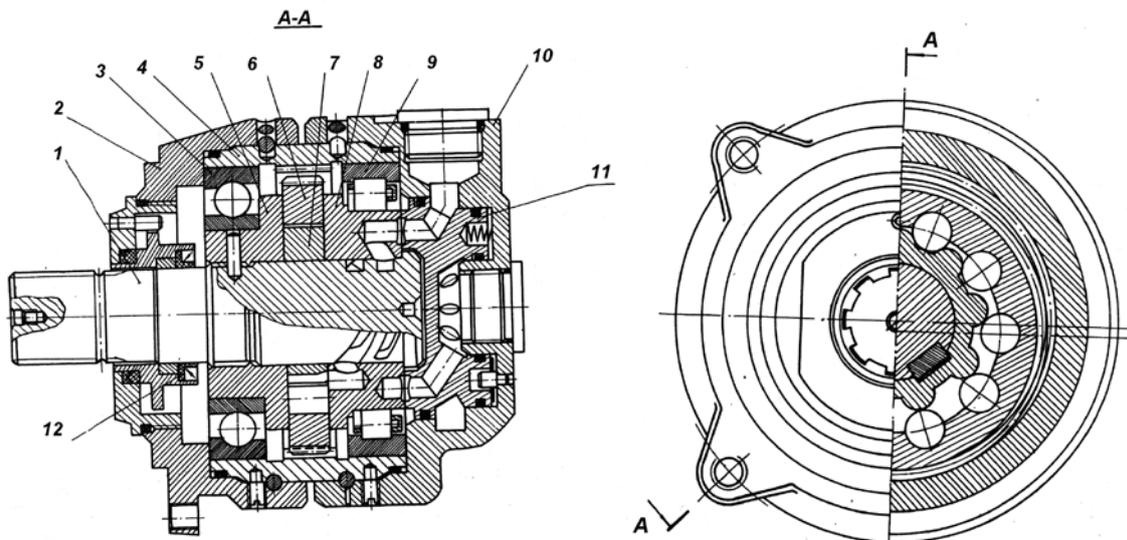


Рис. 3.9. Гидромотор планетарно-роторный ГПР-Ф:  
 1 – вал; 2, 10 – крышки; 3, 9 – подшипники; 4 – корпус; 5 – щека; 6 – ротор;  
 7 – шестерня; 8 – распределитель; 11 – золотник; 12 – уплотнение

Ротор 6 гидромотора совершает сложноплоское движение, одновременно обкатываясь по зубчатому венцу шестерни 7 и зубчатому венцу неподвижного корпуса 4.

За один оборот вала 1 ротор 6 совершает шесть обкатываний по зубчатому венцу корпуса 4.

Таким образом, планетарно-роторный гидромотор совмещает функции объемной гидромашин и редуктора.

В крышке 10 установлен золотник 11, который за счет давления масла во внутренней полости прижимается к рабочей поверхности распределителя 8. В распределителе 8 выполнены подводящие каналы, количество которых равно количеству обкатываний ротора 6 по зубчатому венцу 4.

В золотнике 11 имеются каналы, которые (через один) сообщаются с полостями гидромотора. При подаче рабочей жидкости в одну из полостей жидкость через часть каналов золотника 11 поступает в одну половину рабочих камер.

Под действием давления жидкости в этих камерах ротор 6 обкатывается по венцу корпуса 4 гидромотора, передавая вращение на выходной вал 1. Отработанная жидкость из второй половины рабочих камер через вторую часть каналов золотника 11 вытесняется в другую полость.

Направление и скорость вращения вала *I* гидромотора определяются направлением потока и количеством рабочей жидкости, подводимой к гидромотору.

Направление вращения вала *I* определяется при взгляде на гидромотор со стороны вала *I*.

Гидромоторы ГПР-Ф-160, ГПР-Ф-200, ГПР-Ф-250, ГПР-Ф-320 отличаются один от другого только шириной деталей рабочего органа.

Гидромоторы ГПР-Ф-400, ГПР-Ф-500, ГПР-Ф-630 различаются наличием двух унифицированных с ГПР-Ф-200, ГПР-Ф-250, ГПР-Ф-320 рабочих органов, что дает удвоение рабочих объемов.

### ***3.1.6. Гидромоторы планетарные ПМТ и ПМТТ***

Предназначены для привода активных рабочих органов, транспортеров, ходовых колес, сельскохозяйственных и других машин при эксплуатации в районах с умеренным климатом.

Гидромоторы ПМТ и ПМТТ (рис. 3.10) по своей конструкции относятся к планетарным шестеренным гидромашинам и имеют бескарданную схему передачи крутящего момента на выходной вал.

На шлицах вала *I* гидромоторов установлен ротор *13* с зубьями эпитрохоидного профиля, расположенный внутри сателлита *14*, имеющего два зубчатых венца: внутренний, образованный вставными роликами *12*, и наружный с эвольвентным профилем зубьев.

Все ролики находятся в зацеплении и непрерывном контакте с зубьями ротора, образуя при этом ряд (по числу роликов) изолированных одна от другой рабочих камер.

Своими наружными зубьями сателлит входит в зацепление с внутренним зубчатым венцом статора *15*, выполняющего роль корпусной детали. Вал, ротор и статор имеют общую ось, а ось сателлита в любом его положении смещена на величину эксцентриситета, определяемого параметрами зубчатого венца ротора и являющегося межцентровым расстоянием в зацеплениях ротор-сателлит и сателлит-статор.

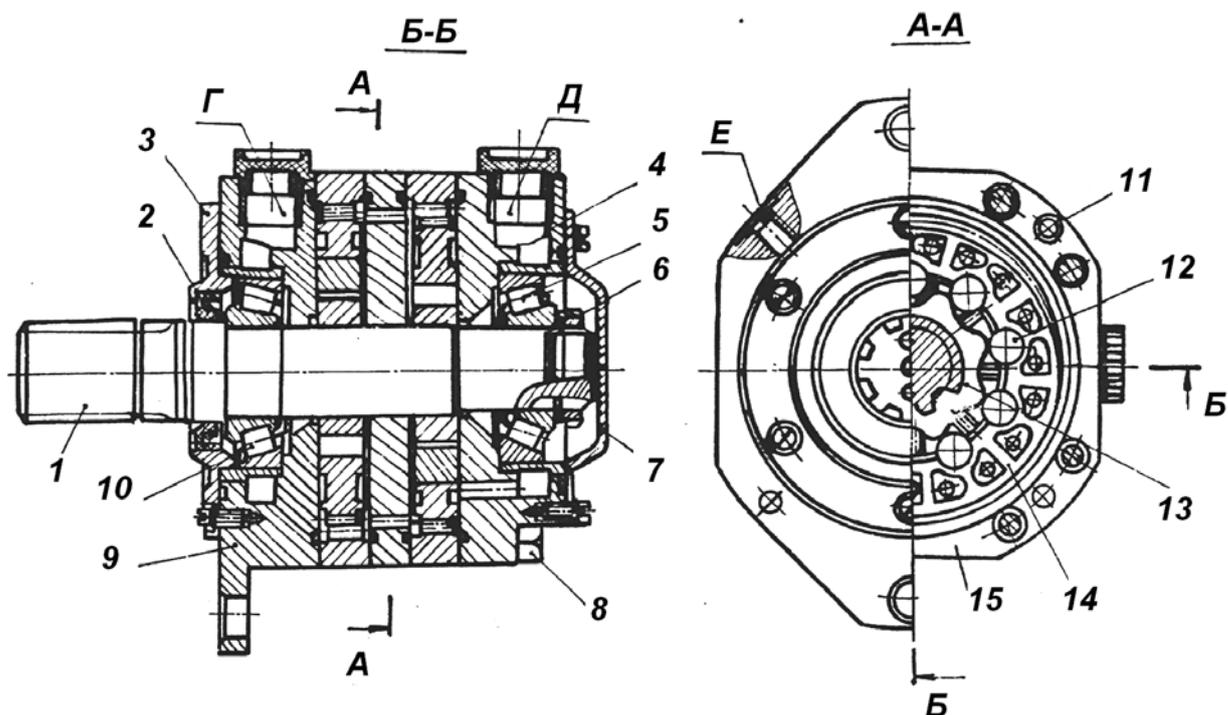


Рис. 3.10. Гидромотор планетарный ПМТТ

Ротор, сателлит с роликами и статор образуют силовой гидравлический блок (рабочий орган), торцевыми замыкателями которого являются крышки 9 и 4, каждая из них имеет отверстие Г (Д) для подсоединения к гидросистеме, коллектор и ряд аксиальных каналов, образующие вместе с аксиальными сквозными отверстиями в сателлите и радиальными пазми на торцах крышек систему распределения рабочей жидкости к рабочим камерам.

В расточках крышек 9 и 4 установлены радиально-упорные подшипники 10 и 5, в которых вращается вал 1. Регулировка зазоров в подшипниках обеспечивается гайкой 6. Полости подшипниковых узлов герметизируются крышками 3 и 7 и манжетой 2.

Статор 15 и крышки 9 и 4 соединены болтами 8, точность сборки обеспечивается штифтами 11, а герметичность стыков — уплотнительными кольцами.

При подсоединении напорной гидролинии, например, к отверстию 7 рабочая жидкость поступает через коллектор, аксиальные каналы в крышке 9, отверстия в сателлите и соединенные с ними в данном положении сателлита радиальные пазы на торцах крышек 9 и 4 в соответствующие рабочие камеры, которые расширяются с одновременным вращением ротора и вала, а сателлит при этом совершает поступательное планетарное движение в обратную сторону с постоянным эксцентриситетом.

Реактивный момент воспринимается зацеплением сателлита со статором. Рабочая жидкость из уменьшающихся в объеме рабочих камер вытесняется через соответствующие радиальные пазы, отверстия в сателлите, аксиальные каналы, коллектор и отверстие *Д* в крышке *4* в сливную магистраль. Для выхода утечек служит отверстие *Е* в крышке *9*.

За один планетарный оборот сателлита совершается полный цикл всех рабочих камер, а ротор с валом поворачивается на один угловой шаг (один зуб), что соответственно увеличивает рабочий объем гидромотора и крутящий момент на валу.

Величина этого увеличения (кратность) равна числу зубьев ротора, то есть восьми. Таким образом, планетарные гидромоторы совмещают функции объемной гидромашины и редуктора.

Гидромоторы ПМТ 320, ПМТ 400, ПМТ 500 отличаются друг от друга только шириной деталей рабочего органа.

Гидромоторы ПМТТ 630, ПМТТ 800 и ПМТТ 1000 различаются наличием двух унифицированных с ПМТ рабочих органов, что дает удвоение рабочих объемов по сравнению с соответствующими гидромоторами ПМТ.

Рабочие органы гидромоторов ПМТТ разделены проставкой, в которой для соединения каждого из рабочих органов с отверстиями *Г* и *Д* выполнены сквозные аксиальные отверстия, соосные с аксиальными каналами в крышках *9* и *4*.

Роторы в гидромоторах ПМТТ установлены на общем валу с относительным смещением, равным половине углового шага зубчатого венца, что обеспечивает работу гидравлических блоков в противофазе и, как следствие, компенсацию внутренних нагрузок на вал и повышение плавности его вращения.

Технические характеристики гидромоторов типа МР-1100А и МР-1800А МР приведены в табл. 3.3 /8/, а гидромоторов МР – в табл. 3.4.

Основные характеристики гидромоторов типа МГП ОАО «Омскгидропривод» приведены в табл. 3.5 /11/, основные характеристики гидромоторов типа ГПР-Ф – в табл. 3.6 /12/.

Основные характеристики гидромоторов ПМТ и ПМТТ приведены в табл. 3.7 /11/.

Таблица 3.3

### Основные параметры гидромоторов МР-1100А, МР-1800А

Параметры	МР-1100А	МР-1800А
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	1126	1809
Давление на входе, МПа: номинальное максимальное	21 25	
Давление на выходе, МПа: максимальное минимальное	2,5 0 (избыточное)	
Номинальный перепад давления, МПа	21	
Максимальное давление в дренажной гидролинии, МПа	0,15	
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> : минимальная номинальная максимальная	1 100 280	1 80 220
Расход номинальный, л/мин	119	153
Крутящий момент, кН: номинальный, не менее страгивания, не менее	3,38 3,06	5,44 4,95
Номинальная эффективная мощность, кВт	34,74	44,65
КПД при номинальных параметрах: гидромеханический, не менее полный, не менее	0,90 0,85	
Характеристика рабочей жидкости: класс чистоты по ГОСТ 17216–71 кинематическая вязкость, сСт: минимальная номинальная максимальная	12 14 35 ± 5 1500	
Температура, °С: минимальная максимальная	–40 70	
Номинальная тонкость фильтрации фильтра, мкм	25	
Температура окружающего воздуха рабочая, °С	–40...+40	–40...+40
Масса (без рабочей жидкости), кг, не более	150	220

Таблица 3.4

## Технические характеристики высокомоментных гидромоторов типа МР

Параметр	МР-450	МР-700	МР-1100	МР-1800	МР-2800	МР-4500	МР-7000
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	452	707	1126	1809	2780	4503	6995
Давление на входе, МПа:							
максимальное	25	25	25	25	25	25	25
пиковое в момент пуска и торможения	32	32	32	32	32	32	32
Номинальный перепад давления, МПа	21	21	21	21	21	21	21
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :							
минимальная	1,5	1	1	1	1	1	1
номинальная	140	120	100	80	60	40	30
максимальная	400	340	280	220	170	120	80
Номинальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	62	90	119	153	176	192	222
Развиваемый крутящий момент, Н·м:							
номинальный	1343	2124	3384	5436	8354	13532	21020
при пуске, не менее	1190	1900	3060	4950	7550	12300	19200
Номинальная эффективная (полезная) мощность, кВт	19,3	26,17	34,74	44,65	51,46	55,57	64,74
КПД при номинальных параметрах:							
гидромеханический	0,89	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
полный	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Допускаемая температура рабочей жидкости, °С:							
минимальная	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
максимальная	+70	+70	+70	+70	+70	+70	+70
Масса, кг, не более	85	105	150	220	320	560	760

Таблица 3.5

### Основные характеристики гидромоторов планетарных типа МГП

Наименование параметра	МГП 80	МГП 100	МГП 125	МГП 160	МГП 200	МГП 315
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	80,5	100,0	125,7	159,7	200,0	314,9
Частота вращения, с <sup>-1</sup> :						
номинальная	5,75	4,60	3,67	2,87	2,34	1,48
максимальная	13,5	10,8	8,67	6,67	5,41	3,50
минимальная	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Максимальное давление на выходе при закрытом дренажном отверстии, МПа	1					
Давление на входе, МПа:	16					
номинальное	21					
максимальное	21					
Перепад давлений, МПа:						
номинальный	14	14	14	14	11	7
максимальный	21,0	21,0	21,0	21,0	16,5	11,0
Максимальное давление дренажа, МПа	1					
Коэффициент полезного действия, не менее гидромеханический	0,85					
полный	0,78					
Номинальная полезная мощность, кВт, не менее	6,0	6,0	6,0	6,0	4,5	3,0
Крутящий момент, Н·м, не менее:						
номинальный	151	189	237	303	300	300
страгивания	120	145	170	230	230	230
Рабочая жидкость	Любые минеральные масла с кинематической вязкостью 20... 800 сСт при температуре (243...363) К					
Масса, кг, не более	9,8	10,0	10,3	10,7	11,1	12,3

Таблица 3.6

## Основные характеристики гидромоторов ГПР - Ф...

Наименование параметра	ГПР-Ф-160	ГПР-Ф-200	ГПР-Ф-250	ГПР-Ф-320	ГПР-Ф-400	ГПР-Ф-500	ГПР-Ф-630
Номинальный рабочий объем, см <sup>3</sup>	160 ± 4,8	200 ± 6	250 ± 7,5	320 ± 9	400 ± 12	500 ± 15	630 ± 19
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :							
номинальная	600 ± 60	480 ± 36	378 ± 36	300 ± 24	240 ± 24	190 ± 15	150 ± 15
максимальная	780	630	499	390	310	250	200
минимальная	10	10	6	5	5	4	3
Номинальный расход жидкости, дм <sup>3</sup> /с	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,16
Давление, МПа:							
на входе:							
номинальное	16	16	16	16	16	16	16
максимальное	20	20	20	20	20	20	20
на выходе:							
максимальное	8	8	8	8	8	8	8
Крутящий момент, Н·м, не менее:							
номинальный	365	454	567	716	908	1114	1430
страгивания	300	370	465	585	745	915	1174
Гидромеханический КПД, не менее	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Коэффициент полезного действия, не менее	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Масса (без рабочей жидкости), кг, не более	20	20,5	21	23	23,5	23,5	24

Таблица 3.7

## Основные характеристики гидромоторов ПМТ

Наименование параметра	ПМТ320	ПМТ400	ПМТ500	ПМТТ630	ПМТТ800	ПМТТ1000
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	322,4	403,0	503,8	644,8	806,0	1007,6
Частота вращения, с <sup>-1</sup> , (мин <sup>-1</sup> ):						
номинальная	3,2 (192)	2,5 (150)	2,5 (150)	3,2 (192)	2,5 (150)	2,5 (120)
максимальная	6,5 (390)	6,0 (360)	5,5 (330)	5,5 (330)	5,0 (300)	4,5 (270)
минимальная	0,3 (18)	0,3 (18)	0,3 (18)	0,3 (18)	0,3 (18)	0,3 (18)
Номинальный расход жидкости, л/мин, не более	73	71,3	89,1	146	141	141
Давление, МПа:						
на входе:						
номинальное	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
максимальное	16	16	16	16	16	16
на выходе:						
максимальное	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
минимальное	0	0	0	0	0	0
Номинальный перепад давлений, МПа	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Максимальное давление дренажа, МПа	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Гидромеханический КПД, не менее	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91
Коэффициент полезного действия, не менее	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Полезная номинальная мощность, кВт, не менее	11,86	11,59	14,48	23,73	22,92	22,92
Крутящий момент, Н·м, не менее:						
номинальный	590	738	922	1180	1459	1824
страгивания	472	590	738	944	1167	1459
Масса (без рабочей жидкости), кг	20,8	22,0	23,5	28,4	31,1	34,1

## 3.2. Зарубежные гидромоторы

### 3.2.1. Шестеренные гидромоторы

Шестеренные гидромоторы, выпускаемые зарубежными производителями, являются нерегулируемыми и могут быть изготовлены в алюминиевом или чугунном корпусе.

Фирма Parker (США) изготавливает шестеренные гидромоторы серии PGM 500, выполненные в алюминиевом корпусе.

Гидромоторы серии PGM 500 обеспечивает превосходную производительность, высокую эффективность и тихую работу при высоких рабочих давлениях /35/.

Выпускаются гидромоторы типоразмера PGM 511 с рабочим объемом от 6 до 33 см<sup>3</sup>. Гидромотор, отвечающий особенностям применения, можно выбрать из широкого ряда стандартных исполнений /35/.

Характеристики данной серии насосов:

- непрерывная работа при давлении до 25 МПа;
- высокопрочные материалы и большой диаметр шейки вала обеспечивают низкие нагрузки на подшипники для работы при высоком давлении;
- низкий уровень шума, профиль шестерен с 12 зубьями и оптимизированное регулирование расхода обеспечивают снижение пульсаций давления и исключительно низкий уровень шума при работе;
- высокая эффективность;
- разгруженные блоки подшипников обеспечивают максимальную эффективность при любых условиях эксплуатации;
- разнообразие применений, типов крепления и соединительных рабочих отводов в соответствии с международными стандартами, возможность установки встроенных клапанов обеспечивают уникальность конструкции и универсальность применения /35/.

Данная серия гидромоторов относится к реверсивным гидромоторам повышенной мощности с внешним зацеплением /35/.

Частота вращения вала гидромотора составляет от 500 до 3500 об/мин /35/.

Рекомендуется применять гидравлические жидкости типа HLP, DIN51624-2 /35/ с интервалом температур от -15 до +80 °С.

Вязкость жидкости может составлять от 8 до 1000 мм<sup>2</sup>/с. Максимально допустимое рабочее давление зависит от вязкости рабочей жидкости /35/.

Диапазон температуры окружающей среды, при котором будет работать гидромотор, от –40 до 70 °С.

Фильтрация рабочей жидкости должна соответствовать ISO 4406 класс 18/16/13 /35/.

На рис. 3.11 изображен общий вид шестеренного гидромотора серии PGM 500. В табл. 3.8 приведены основные параметры данного гидромотора.



Рис. 3.11. Шестеренный гидромотор в алюминиевом корпусе серии PGM /35/

Таблица 3.8

**Основные параметры гидромотора серии PGM 511 XXXX /35/**

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа	Типовой крутящий момент при рабочем давлении, Нм
Обозначение XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.		
0060	6,0	500	3500	25	21,5
0080	8,0	500	3500	25	28,6
0100	10,0	500	3500	25	35,8
0110	11,0	500	3500	25	39,4
0140	14,0	500	2700	25	50,1
0160	16,0	500	3500	25	57,3
0190	19,0	500	3200	25	68
0230	23,0	500	2700	22,5	74,1
0270	27,0	500	2300	19	73,5
0310	31,0	500	2000	16,5	73,3
0330	33,0	500	1800	15,5	73,3

Реверсивные гидромоторы повышенной мощности серии PGM 600 компании Parker имеют стальной литой корпус, 12 шестерен с внешним зацеплением, а также бронзовые компенсаторы. Данные гидромоторы разработаны и испытаны для мобильных машин и промышленного оборудования. Данные гидромоторы могут использоваться в усилителях рулевого управления и тормозных системах мобильных машин /35/.

На рис. 3.2 изображен шестеренный гидромотор серии PGM 600.



Рис. 3.12. Шестеренный гидромотор в стальном корпусе серии PGM600 /35/

Требования к рабочей жидкости аналогичны требованиям, предъявляемым к рабочей жидкости для гидромотора серии PGM 500. Объемный КПД данной серии гидромоторов составляет 0,97.

Таблица 3.9

**Технические характеристики гидромоторов серии PGM 620 XXXX /35/**

Обозначение XXXX	Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа	Типовой крутящий момент при рабочем давлении, Нм
	см <sup>3</sup>		мин.	макс.		
1	2	3	4	5	6	
0160	16	500	3000	27,5	63	
0190	19	500	3000	27,5	74	

Окончание табл. 3.9

1	2	3	4	5	6
0210	21	500	3000	27,5	82,7
0230	23	500	3000	27,5	90,6
0260	26	500	3000	27,5	102,4
0290	29	500	2700	27,5	114,2
0330	33	500	2400	27,5	130
0360	36	500	2200	27,5	129,9
0370	37	500	2200	25	132,5
0410	41	500	3000	25	129,2
0440	44	500	2800	22	132,4
0460	46	500	2700	21	138,4
0600	60	500	2600	21	150,4
0620	62	500	2400	21	156,4

В табл. 3.9 приведены основные параметры гидромотора серии PGM 620.

В табл. 3.10 приведены основные параметры гидромотора серии PGM 640.

Таблица 3.10

#### Технические характеристики гидромотора серии PGM 640 XXXX /35/

Рабочий объем		Частота вращения, об/мин		Рабочее давление макс., МПа	Типовой крутящий момент при рабочем давлении, Нм
Обозначение XXXX	см <sup>3</sup>	мин.	макс.		
0300	30	500	3000	31	63
0350	35	500	3000	31	74
0400	40	500	3000	31	82,7
0460	45	500	3000	31	90,6
0500	50	500	3000	31	102,4
0550	55	500	3000	31	114,2
0600	60	500	3000	29	130
0650	65	500	3000	26,5	129,9
0700	70	500	2800	24,5	132,5
0750	75	500	3000	22,5	129,2
0800	80	500	3000	21	132,4

*Примечание.* Приведенные в табл. 3.9, 3.10 значения основных параметров гидромоторов имеют место при вязкости жидкости 30 сСт.

### 3.2.2. Аксиально-поршневые гидромоторы

Аксиально-поршневые гидромоторы с регулируемым рабочим объемом (регулируемые) компании Parker серий V12, V14 имеют в конструкции ломаную ось и предназначены для работы в открытых и закрытых контурах на мобильных машинах. Данные гидромоторы могут работать при очень высоких частотах вращения. Высокий общий КПД во всем диапазоне рабочих объемов, небольшие габариты, низкий уровень шума – это основные достоинства данной серии гидромоторов /35/.

На рис. 3.13 изображен общий вид аксиально-поршневого гидромотора серии V12.



Рис. 3.13. Гидромотор серии V12 /35/

Таблица 3.11

#### Технические характеристики гидромотора V12 /35/

Характеристики типоразмера	60	80
1	2	3
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	60	80
Рабочее давление, МПа:		
-макс. кратковр.	48	48
-макс. рабочее	42	42
Рабочая частота вращения, об/мин:		
-макс. кратковр. при 35 °С	4400	4000
-макс. рабочее	3600	3100
-макс. кратковр. при 7...-20 °С	7000	6250
-макс. рабочее	5600	5000

1	2	3
Расход, л/мин:		
-макс. кратковр.	265	320
-макс. рабоч.	215	250
Крутящий момент, Нм	95	127
Угловая мощность, кВт:		
-макс. кратковр.	335	400
-макс. рабоч.	235	280
Масса, кг	28	33
Объемный КПД	0,92...0,98	
КПД	0,8...0,95	

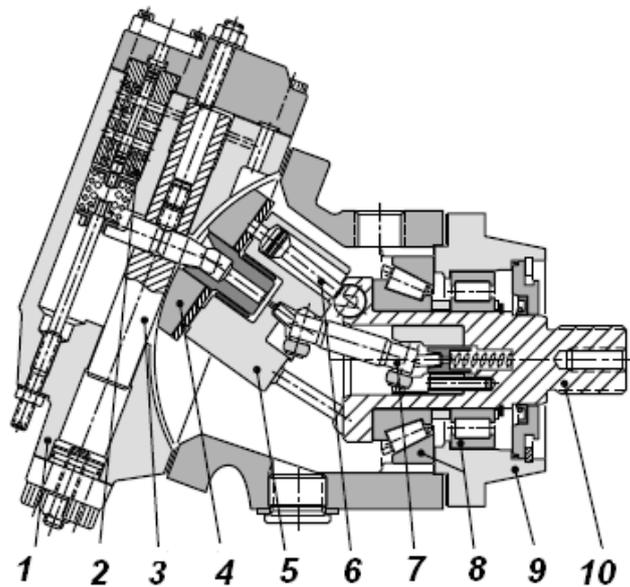


Рис. 3.14. Поперечный разрез гидромотора серии V12 /35/:

1 – торцевая крышка; 2 – клапан сервоуправления;  
3 – поршень установки; 4 – секция клапанов;  
5 – гильза гидроцилиндра; 6 – сферический поршень с многослойным поршневым кольцом; 7 – синхронизирующий вал;  
8 – роликовые подшипники; 9 – корпус подшипника;  
10 – выходной вал

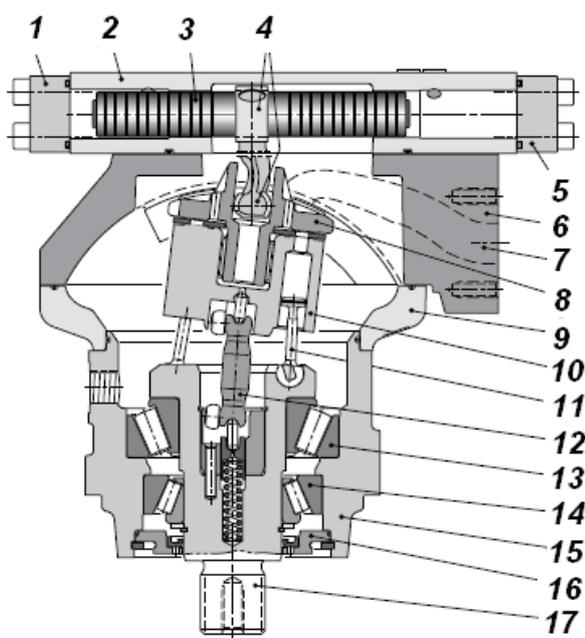
В табл. 3.11 приведены основные параметры гидромоторов серии V12. На рис. 3.14 изображен поперечный разрез гидромотора серии V12.

Новым поколением регулируемых гидромоторов с ломаной осью являются гидромоторы серий V14 /35/. Данные гидромоторы предназначены для эксплуатации в трансмиссиях с открытым и закрытым контурами, в машинах высокой мощности (экскаваторы, машины для

горных работ, колесные погрузчики, приводы лебедок) /35/. На рис. 3.15 изображен общий вид аксиально-поршневого гидромотора серии V14, а на рис. 3.16 – поперечный разрез гидромотора серии V14.



Рис. 3.15. Гидромотор серии V14 /35/



- Рис. 3.16. Поперечный разрез гидромотора серии V14 /35/:
- 1 – торцевая крышка; 2 – модуль регулятора; 3 – поршень установки;
  - 4 – соединительный рычаг; 5 – торцевая крышка;
  - 6 – модуль подключения; 7 – главный порт нагнетания;
  - 8 – секция клапанов; 9 – промежуточный корпус; 10 – гильза цилиндра;
  - 11 – сферический поршень; 12 – синхронизирующий вал;
  - 13 – внутренний роликовый подшипник;
  - 14 – наружный роликовый подшипник; 15 – корпус подшипника;
  - 16 – уплотнения вала с фиксатором; 17 – выходной вал

В табл. 3.12 приведены основные параметры гидромотора серии V14 фирмы Parker.

Таблица 3.12

**Технические характеристики гидромотора V14 /35/**

Характеристики типоразмера	110	160
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	110	160
Рабочее давление, МПа:		
-макс. кратковр.	48	48
-макс. рабочее	42	42
Рабочая частота вращения, об/мин:		
-макс. кратковр. при 35 °С	3900	3400
-макс. рабочее	3400	3000
-макс. кратковр. при 7...-20 °С	6500	5700
-макс. рабочее	5700	5000
Расход, л/мин:		
-макс. кратковр.	430	550
-макс. рабоч.	375	480
Крутящий момент, Нм	175	255
Угловая мощность, кВт:		
-макс. кратковр.	570	730
-макс. рабоч.	440	560
Масса, кг	54	68
Объемный КПД	0,8...0,96	
КПД	0,8...0,94	

Нерегулируемые гидромоторы данной фирмы представлены гидромоторами для грузовых автомобилей серии F1.

На рис. 3.17 изображен общий вид гидромотора серии F1.



Рис. 3.17. Гидромотор для грузовых автомобилей серии F1

В табл. 3.13 приведены основные параметры гидромотора серии F1 фирмы Parker.

Таблица 3.13

**Технические характеристики гидромотора серии F1**

Типоразмер	25	41	51	61	81	101	121
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	25,6	40,9	51,1	59,5	81,6	102,9	118,5
Макс. раб давление, МПа: рабочее кратковр.	25 35						
Крутящий момент, Нм: при 20 МПа при 35 МПа	81 142	130 227	162 284	189 331	259 453	327 572	376 658
Макс. вых. мощность, кВт: рабочая кратковр.	20 26	27 37	31 41	34 44	41 54	48 2	51 67
Масса, кг	8,5	8,5	8,5	8,5	12,5	12,5	12,5

Аксиально-поршневые гидромоторы Kawasaki представлены гидромоторами серии K3X.

На рис. 3.18 изображен общий вид аксиально-поршневого гидромотора серии K3X.

Область применения аксиально-поршневых гидромоторов серии K3X в мобильных машинах средней и высокой скорости /38/.

В табл. 3.14 приведены основные параметры гидромоторов серии K3X.



Рис. 3.18. Аксиально-поршневые гидромоторы серии K3X /38/

Таблица 3.14

**Основные параметры гидромоторов серии КЗХ /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин максимум	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
		ном.	пик.			
КЗХ63	63	31,4	34,5	3000	320	23
КЗХ80	82	31,4	34,5	3000	410	40
КЗХ90	89	31,4	34,5	3000	446	40
КЗХ112	111	31,4	34,5	3000	554	40

Область применения аксиально-поршневых моторов серии МЗХ достаточно широкая /38/. На рис. 3.19 изображен общий вид гидромотора серии МЗХ.

В табл. 3.15 приведены основные параметры насосов серии МЗХ.



Рис. 3.19. Гидромотор серии МЗХ /38/

Таблица 3.15

**Основные характеристики гидромоторов серии МЗХ /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин макс.	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
		ном.	пик.			
МЗХ200	195	29,4	34,3	1900	910	42
МЗХ280	280	29,4	34,3	1700	1310	62
МЗХ530	533	29,4	34,3	1400	2500	90
МЗХ800	800	29,4	34,3	1200	3750	133



Рис. 3.20. Серия МЗВ /38/

Двойные аксиально-поршневые гидромоторы данной фирмы применяются на экскаваторах таких марок, как JCB, Case, Volvo, Doosan, Mitsubishi и др.

Общий вид гидромотора серии МЗВ изображен на рис. 3.20.

В табл. 3.16 приведены основные параметры гидромоторов серии МЗВ.

Таблица 3.16

**Основные характеристики гидромоторов серии МЗВ /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>		Давление, МПа		Скорость, об/ мин		Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
			ном.	пик.	100%	50%		
	100%	50%						
МЗВ200	195	106	32	35	1900	2930	990	72
МЗВ280	280	140	30	35	1700	2200	1340	93
МЗВ530	533	267	29,4	34,3	1400	1700	2500	147
МЗВ800	800	400	29,4	34,3	1200	1500	3750	235

Область применения гидромоторов аксиально-поршневого типа серии МЗХ/МЗВ-RG характерна в случаях, требующих увеличения крутящего момента на низких скоростях /38/.

На рис. 3.21 изображен общий вид гидромотора серии МЗХ/МЗВ-RG.

В табл. 3.17 приведены основные параметры гидромоторов серии МЗХ/МЗВ-RG.



Рис. 3.21. Гидромотор серии M3X/M3B-RG /38/

Таблица 3.17

**Основные характеристики гидромоторов серии M3X/M3B-RG /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Макс. давление, МПа	Скорость, об/мин макс.	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
M3X200-RG03S5.7	840	22,5	270	2930	98
M3X280-RG06S6.4	1610	20,7	190	5280	150
M3B280-RG06S6.4	1610	20,7	190	5280	150
M3X530-RG11S5.7	3010	20,7	150	9870	243
M3B530-RG11S5.7	3010	20,7	150	9870	243
M3X800-RG16S6.4	5120	19,7	130	16 000	420
M3B800-RG16S6.4	5120	19,7	130	16 000	420

На рис. 3.22, 3.23 изображены аксиально-поршневые гидромоторы серий M2X и M5X с фиксированным осевым смещением поршней. Данные гидромоторы предназначены специально для экскаваторов.

Они преобразуют энергию жидкости в механическую энергию.

В табл. 3.18, 3.19 соответственно приведены основные параметры аксиально-поршневых гидромоторов серии M2X и M5X.



Рис. 3.22 . Аксиально-поршневой гидромотор серии M2X /38/

Таблица 3.18

**Основные параметры насосов серии M2X /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин макс.	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
		ном.	макс.			
M2X63	64	29,4	34,3	2200	300	29
M5X130-121	122	34,3	41,2	1850	665	47
M5X130	129	32,4	39,2	1850	670	47
M5X180-169	169	34,3	41,2	1680	921	61
M5X180	180	32,4	39,2	1680	932	61
M2X210	210	29,4	34,3	1400	980	66



Рис. 3.23. Гидромоторы серии M5X /38/

### Основные параметры гидромоторов серии M5X /38/

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление макс., МПа	Скорость макс., об/мин	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
M2X63CHB-RG06D	1230	276	115	5400	104
M5X130CHB-RG11D	2590	260	92	10700	217
M5X130CHB-RG14D	2590	324	92	13800	280
M5X180CHB-RG14D	3400	255	84	13800	289
M5X180CHB-RG20D	4540	287	67	20700	419

Аксиально-поршневые гидромоторы фирмы Либхер представлены на рис. 3.24, 3.25, 3.26.

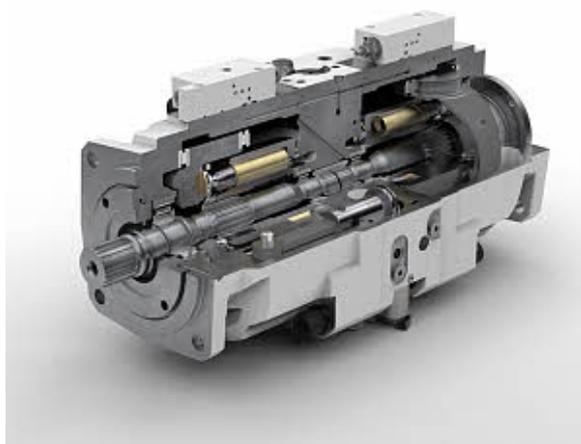


Рис. 3.24. Гидромотор фирмы Либхер /39/

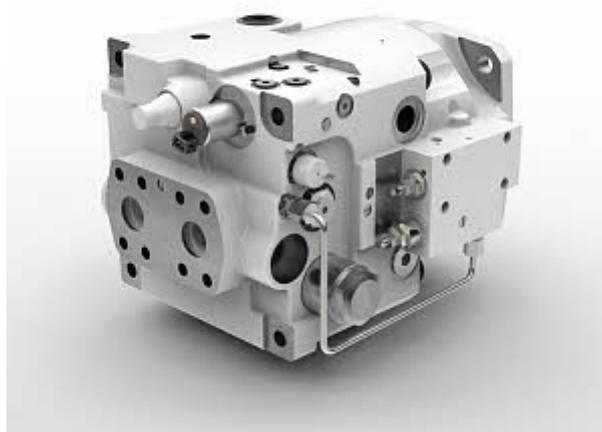


Рис. 3.25. Гидромотор DMVA /39/

Основные параметры гидромоторов фирмы Либхер представлены в табл. 3.20, 3.21, 3.22, 3.23.

Таблица 3.20

**Технические данные гидромотора серии DMVA108**

Номинальный размер	108
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	107,7
Макс. число оборотов, об/мин	3 350
Расход, л/мин	361
Мощность на выходном валу, кВт	259 (при $\Delta p = 43$ МПа)
Крутящий момент на выходном валу, Нм	737 (при $\Delta p = 43$ МПа)
Номинальное давление, МПа	45
Макс. давление, МПа	50 /39/

Таблица 3.21

**Технические данные гидромотора серии DMVA 165 /39/**

Номинальный размер	165
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	167,8
Макс. число оборотов, об/мин	3 000
Расход, л/мин	503
Мощность на выходном валу, кВт	361 (при $\Delta p = 43$ МПа)
Крутящий момент на выходном валу, Нм	1 149 (при $\Delta p = 43$ МПа)
Номинальное давление, МПа	45
Макс. давление, МПа	50

Таблица 3.22

**Технические данные гидромотора серии DMVA 355 /39/**

Номинальный размер	355
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	355,6
Макс. число оборотов, об/мин	2 400
Расход, л/мин	853
Мощность на выходном валу, кВт	512 (при $\Delta p = 36$ МПа)
Крутящий момент на выходном валу, Нм	2 038 (при $\Delta p = 36$ МПа)
Номинальное давление, МПа	38
Макс. давление, МПа	40



Рис. 3.26. Гидромотор DMFA 355 /39/

Таблица 3.23

**Технические данные гидромотора серии DMFA 355 /39/**

Номинальный размер	355
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	355,6
Макс. число оборотов, об/мин	2 400
Расход, л/мин	853
Мощность на выходном валу, кВт	512 (при $\Delta p = 36$ МПа)
Крутящий момент на выходном валу, Нм	2 034 (при $\Delta p = 36$ МПа)
Номинальное давление, МПа	38
Макс. давление, МПа	40 /39/

**3.2.3. Героторные гидромоторы**

Героторные (нерегулируемые) гидромоторы серии TF компании Parker изображены на рис. 3.27.



Рис. 3.27. Нерегулируемый героторный гидромотор серии TF /35/

Героторный гидромотор имеет низкую частоту вращения. Переключающий клапан с нулевой утечкой обеспечивает повышенный и более постоянный объемный КПД /35/. Шибберный ротор обеспечивает снижение трения и внутренней утечки /35/.

На рис. 3.28 изображен общий вид нерегулируемого героторного гидромотора серии TF.

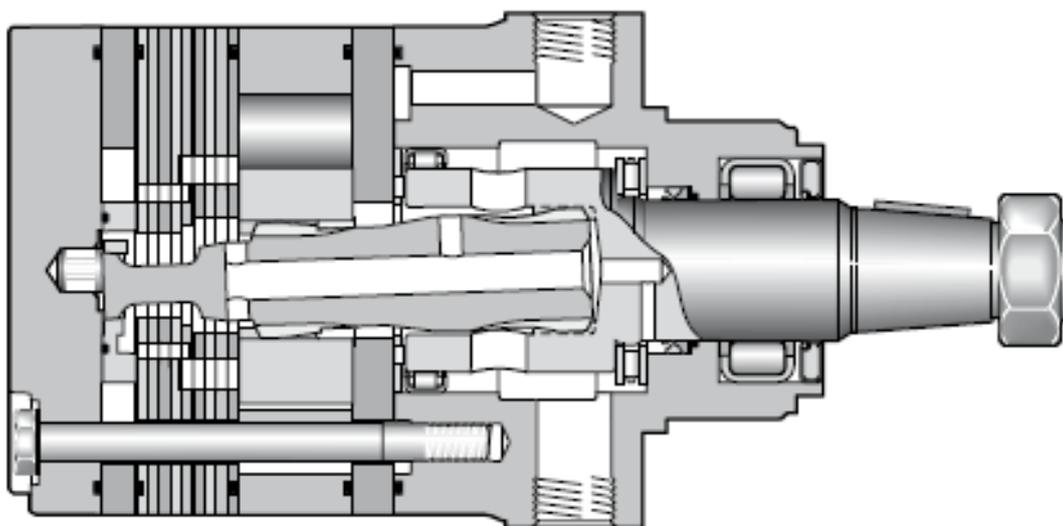


Рис. 3.28. Нерегулируемый героторный гидромотор серии TF /35/



Рис. 3.29. Героторный гидромотор серии TF /35/

На рис. 3.29 изображено условное обозначение и поперечный разрез героторного гидромотора серии TF.

В табл. 3.24 и 3.25 приведены основные параметры гидромоторов серий TF и TG.

Таблица 3.24

**Технические характеристики гидромоторов серии TF /35/**

Серия моторов TF	Раб. объем, см <sup>3</sup>	Макс. част. вращ., об/мин, раб./кратковр.	Макс. перепад давления, МПа, раб./кратковр.	Макс. рабочее давление, МПа	Мин. пусковой крутящий момент, Нм	Макс. расход масла, л/мин
TF80	81	550/730	20/28	30	172/236	45/60
TF100	100	600/750	16/24	30	168/252	60/75
TF130	128	470/580	14/20	30	192/280	60/75
TF140	141	370/530	14/20	30	197/308	60/75
TF170	169	365/440	14/20	30	264/388	60/75
TF195	197	300/380	14/20	30	304/448	60/75
TF240	238	320/420	14/20	30	368/548	75/100
TF280	280	270/350	14/20	30	440/640	75/100
TF360	364	200/260	13/20	30	510/780	75/100
TF405	405	170/230	13/17	30	575/789	75/100
TF475	477	150/200	11,5/14	30	603/740	75/100

Таблица 3.25

**Технические характеристики гидромоторов серии TG /35/**

Серия моторов TG	Раб. объем, см <sup>3</sup>	Макс. част. вращ., об/мин, раб./кратковр.	Макс. перепад давления, МПа, раб./кратковр.	Макс. рабочее давление, МПа	Мин. пусковой крутящий момент, Нм	Макс. расход масла, л/мин
TG140	140	530/710	20/28	30	320/436	75/100
TG170	169	400/575	20/28	30	388/536	75/100
TG195	195	380/510	20/28	30	448/616	75/100
TG240	237	320/420	20/28	30	548/756	75/100
TG280	280	270/350	20/28	30	640/880	75/100
TG335	337	225/290	20/28	30	784/1080	75/100
TG405	405	185/245	17/24	30	768/1080	75/100
TG475	476	160/240	14/20	30	768/1120	75/115
TG530	529	140/215	14/17	30	840/1024	75/115
TG625	624	120/185	12/16	30	832/1088	75/115
TG785	786	95/145	10/14	30	920/1192	75/115
TG960	958	78/119	7/11.5	30	740/1112	75/115

Героторный гидромотор серии ТН компании Parker изображен на рис. 3.30.

В табл. 3.26 представлены основные параметры гидромоторов серии ТН.

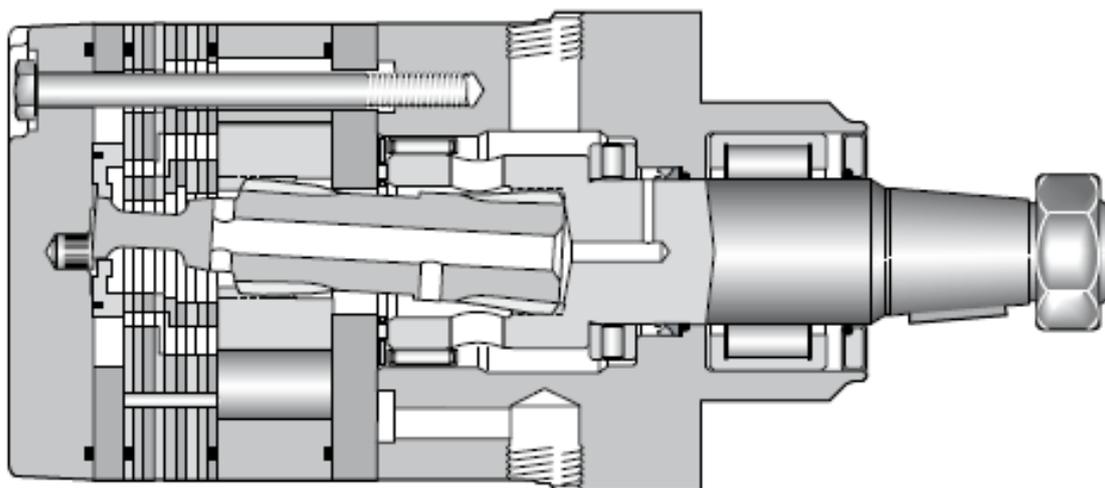


Рис. 3.30. Героторный насос серии ТН /35/

Таблица 3.26

**Технические характеристики серии ТН /35/**

Серия моторов ТН	Раб. объем, см <sup>3</sup>	Макс. част. вращ., об/мин, раб./кратковр.	Макс. перепад давления, МПа раб./кратковр.	Макс. рабочее давление, МПа	Мин. пусковой крутящий момент, Нм	Макс. расход масла, л/мин
ТН140	140	460/660	20/28	30	320/430	75/100
ТН170	169	400/560	20/28	30	380/540	75/100
ТН195	195	340/480	20/28	30	450/620	75/100
ТН240	237	270/400	20/28	30	550/740	75/100
ТН280	280	230/340	20/28	30	640/880	75/100
ТН335	337	190/280	20/28	30	790/1080	75/100
ТН405	405	170/240	17/24	30	770/1080	75/100
ТН475	476	160/240	14/20	30	770/1120	75/115
ТН530	529	130/220	14/17	30	840/1024	75/115
ТН625	624	110/190	12/16	30	830/1090	75/115
ТН785	786	90/150	10/14	30	920/1200	75/115
ТН960	958	80/120	7/11.5	30	740/1110	75/115

Героторный гидромотор серии ТК изображен на рис. 3.31.

В табл. 3.27 представлены основные параметры гидромоторов серии ТК компании Parker.

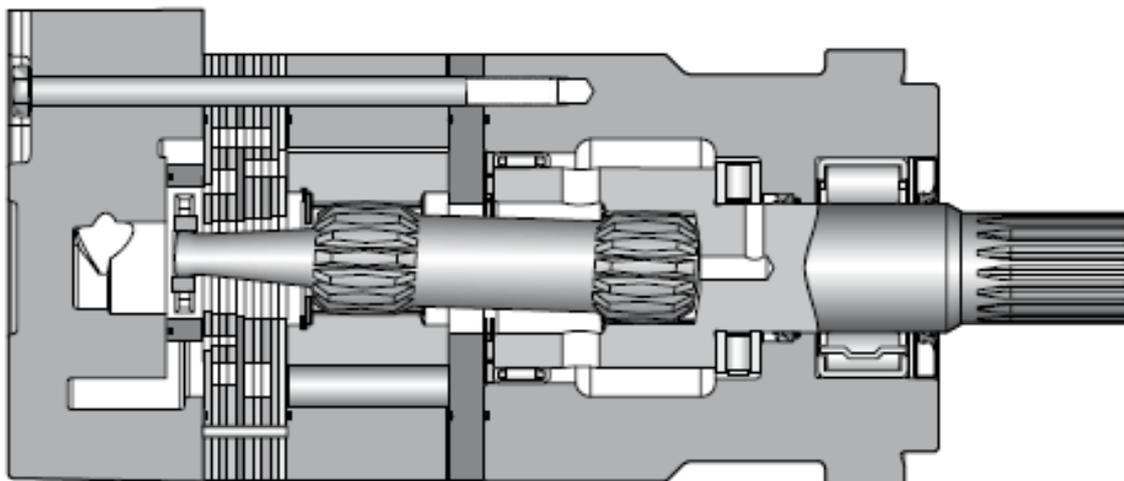


Рис. 3.31. Героторный гидромотор серии ТК /35/

Таблица 3.27

**Технические характеристики серии ТК /35/**

Серия моторов ТН	Раб. объем, см <sup>3</sup>	Макс. част. вращ., об/мин	Макс. перепад давления, МПа, раб./кратковр.	Макс. рабочее давление, МПа	Мин. пусковой крутящий момент, Нм	Макс. расход масла, л/мин
ТК250	251	520	24/31	33	690/880	114/133
ТК315	315	410	24/31	33	950/1220	114/133
ТК400	400	370	20/27	33	1050/1410	114/151
ТК500	500	300	20/27	33	1320/1780	114/151
ТК630	629	240	20/22	33	1500/1620	114/151
ТК800	800	275	19/20	33	1740/1900	151/227
ТК1000	1000	220	17/19	33	1980/2180	151/227

**3.2.4. Радиально-поршневые гидромоторы**

Радиально-поршневые гидромоторы серии MR, MRE фирмы Parker являются регулируемыми, реверсивными. Рекомендуемая вязкость рабочей жидкости для данных гидромоторов должна составлять 30...50 сСт. Жидкость – это минеральные масла HLP согласно DIN51524 /35/. Диапазон температур жидкости составляет от –30 до +80 °С. Диапазон вязкости меняется от 18 до 1000 мм<sup>2</sup>/с /35/.

На рис. 3.32 изображен радиально-поршневой гидромотор серий MR, MRE.

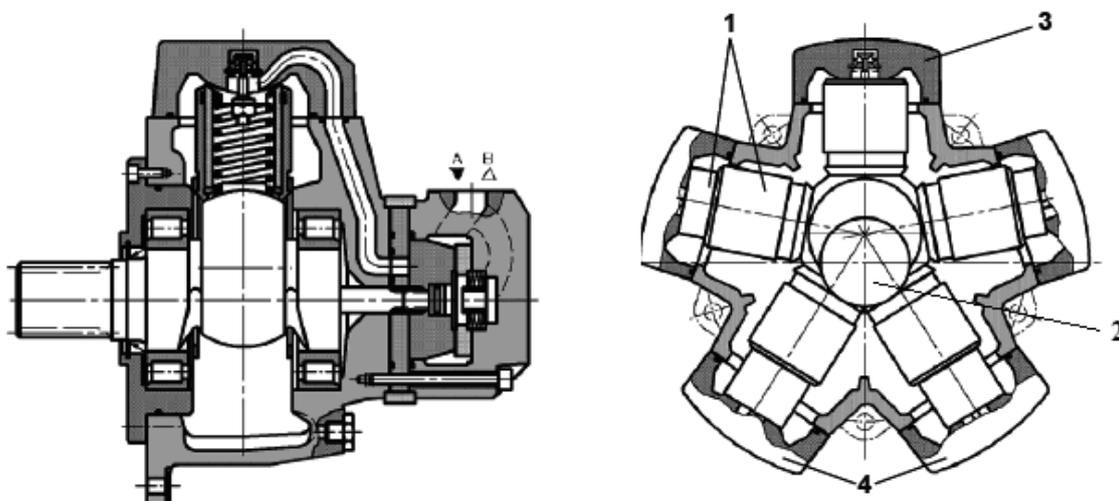


Рис. 3.32. Радиально-поршневые гидромоторы серий MR, MRE /35/

Принцип работы данного насоса заключается в передаче усилия от статора к вращающемуся валу гидромотора 2 посредством столба масла под давлением вместо более часто используемых соединительных стержней, поршней, пальцев /35/.

Столб масла содержится в телескопическом цилиндре 1 с механическим соединением на кромках с обеих сторон, телескопические цилиндры расположены в корпусе 3 подпятника 4 /35/.

Система синхронизации реализована при помощи ротационного клапана, соединенного с вращающимся валом /35/.

Температура масла на сливе зависит от давления и частоты вращения, она обычно выше температуры в контуре или в резервуаре, если оптимальные условия не могут быть обеспечены из-за экстремальных эксплуатационных параметров или из-за высокой температуры окружающей среды, всегда рекомендуется промывка корпуса мотора для обеспечения эксплуатации в пределах допустимых значений вязкости /35/.

В табл. 3.28 приведены основные параметры гидромотора серии MR.

В табл. 3.29 приведены основные параметры гидромотора серии MRE.

Номинальное давление данной серии гидромоторов составляет 25 МПа.

Объемный КПД составляет 0,96. Полный КПД составляет 0,9.

Таблица 3.28

## Технические характеристики гидромотора MR /35/

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Момент инерции вращ. частей, кг·см <sup>2</sup>	Давление, МПа			Давление слива, МПа	Диапазан частот вращения, об/мин	Макс. вых. мощность, кВт	Масса, кг
		раб.	кратков-рем.	пик.				
32,1	4,32	25	30	42	0,5	1-1400	10	30
56,4	4,76					1-1300	17	30
72,6	14,03					1-1200	20	38
92,6	15,11					1-1150	25	38
109	16,19					1-1100	28	38
124,7	56,88					1-900	25	46
159,7	57,5					1-900	30	46
191,6	58,2					1-850	36	46
199,2	57,15					1-800	38	50
250	60,8					1-800	48	50
304,1	65,43					1-750	53	50
349,5	225,9					1-640	62	77
451,6	229,8					1-600	75	77
607,9	265,07					1-520	84	97
706,9	358,4					1-500	97	97
1125,8	451,5					0,5-330	119	140
1598,4	666					0,5-260	144	209
1809,6	854					0,5-250	153	209
2393	2835					0,5-220	183	322
2792	2975					0,5-215	194	322
3636	4851	0,-150	185	505				
4502	5015	0,-130	210	505				

Таблица 3.29

## Технические характеристики гидромотора MRE /35/

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Момент инерции вращ. частей, кг·см <sup>2</sup>	Давление, МПа			Давление слива, МПа	Диапазан частот вращения, об/мин	Макс. вых. мощность, кВт	Масса, кг
		раб.	кратков-рем.	пик.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
332,4	65,5	21	25	35	0,5	1-750	49	50
497,9	229,8					1-600	70	77
804,2	358,4					1-450	93	97
1369,5	451,5					0,5-280	102	145

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2091,2	854,1					0,5-250	148	221
3103,7	2975,7					0,5-215	190	326
5401,2	5015					0,-12049	210	509

Радиально-поршневые гидромоторы серий MRD, MRDE, MRV, MRVE изображены на рис. 3.33.



Рис. 3.33. Радиально-поршневые моторы MRD, MRDE, MRV, MRVE /35/

Радиально-поршневые моторы MRD, MRDE, MRV, MRVE имеют по два рабочих объема. Гидромоторы MRV, MRVE имеют регулируемые рабочие объемы. Направление вращения данного типа гидромоторов – реверсивное. Диапазон рабочих температур составляет от  $-30$  до  $80$  °C /35/. Достоинством данной серии гидронасосов является то, что рабочий объем может изменяться даже при вращении под полной нагрузкой /35/.

Основные параметры данных насосов представлены в табл. 3.30, 3.31, 3.32.

Таблица 3.30

**Технические характеристики гидромотора серии MRD/35/**

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Момент инерции вращ. частей, кг·см <sup>2</sup>	Давление, МПа			Давление слива, МПа	Диапазан частот вращения, об/мин	Макс. вых. мощность, кВт	Масса, кг
		раб.	кратковрем.	пик.				
мин./макс.	мин./макс.						мин./макс.	
152/304	58,5/65,5	25	30	42	0,5	1-1000	20/35	56
225/451	208/229					1-850	29/46	83
237/706	309/358					1-750	45/97	103
381/1125	392/451					0.5-600	54/119	117
603/1809	752/854					0.5-450	69/157	209
930/2792	2622/2975					0.5-120	80/194	337

Таблица 3.31

**Технические характеристики гидромотора серии MRV**

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Момент инерции вращ. частей, кг·см <sup>2</sup>	Давление, МПа			Давление слива, МПа	Диапазан частот вращения, об/мин	Макс. вых. мощность, кВт	Масса, кг
		раб.	кратковрем.	пик.				
мин./макс.	мин./макс.						мин./макс.	
133/451	185/229	25	30	42	0.5	1-1000	35/75	110
237/706	309/358					1-750	45/97	103
381/1125	392/451					0.5-600	54/119	117
603/1809	752/854					0.5-450	69/157	209
930/2792	2622/2975					0.5-120	80/194	337

Таблица 3.32

**Технические характеристики гидромотора серий MRDE, MRVE**

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Момент инерции вращ. частей, кг·см <sup>2</sup>	Давление, МПа			Давление слива, МПа	Диапазан частот вращения, об/мин	Макс. вых. мощность, кВт	Масса, кг
		раб.	кратковрем.	пик.				
166,2	58,5	21	25	35	0,5	1-1000	32	56
248,9	208,4					1-800	38	83
270,2	309,67					1-750	40	103
463,9	392,67					0,5-550	55	147
697,0	752,89					0,5-250	72	226
1034,6	2622,99					0,5-120	85	341

Радиально-поршневые гидромоторы фирмы Kawasaki представлены в данном учебном пособии гидромоторами серий НМВ, НМС, НРС.

На рис. 3.34 изображен общий вид радиально-поршневого гидромотора серии НМВ.

В табл. 3.33 приведены основные параметры гидромотора серии НМВ.



Рис. 3.34. Радиальные поршневые моторы серии НМВ /38/

Таблица 3.33

**Основные параметры гидромоторов серии НМВ /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Давление, МПа		Скорость, об/мин	Номинальный крутящий момент, Нм	Масса, кг
		ном.	пик.	максимум		
НМВ010	188	20,7	24,0	500	578	40
НМВ030	442	20,7	29,3	450	1359	73
НМВ045	740	25,0	29,3	400	2738	120
НМВ060	983	25,0	29,3	300	3638	144
НМВ080	1344	25,0	29,3	300	4964	144
НМВ100	1639	25,0	29,3	250	6046	144
НМВ125	2050	25,0	29,3	220	7668	217
НМВ150	2470	25,0	29,3	220	9232	265
НМВ200	3080	25,0	29,3	175	11517	265
НМВ270	4310	25,0	29,3	125	15941	420
НМВ325	5310	25,0	29,3	100	19859	429
НМНДВ400	6800	25,0	29,3	120	25315	481
НМВ700	11600	20,7	25,0	100	36129	1050

Область применения радиально-поршневых гидромоторов серии НМС – мобильные машины. Благодаря двойному объему, высокому крутящему моменту данные гидромоторы получили широкое распространение /38/. В табл. 3.34 приведены основные параметры данной серии насосов.

Таблица 3.34

**Основные параметры гидромоторов серии НМС /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>		Давление, МПа		Скорость, об/мин		Номинальный крутящий момент, Нм		Масса, кг
			ном.	пик.	макс.	мин.	макс.	мин.	
	мин.	макс.							
НМС030	98	492	20,7	24,0	450	600	1420	236	100
НМС045	153	737	25,0	27,5	450	600	2665	378	150
НМС080	164	1600	25,0	27,5	300	600	5505	393	172
НМС125	164	2048	25,0	27,5	190	600	7472	148	234
НМС200	160	3080	25,0	27,5	175	600	11649	148	282
НМС270	328	4588	25,0	27,5	120	350	17351	590	450
НМС325	1557	5326	25,0	27,5	100	350	20104	5211	460

Область применения радиально-поршневых гидромоторов серии НРС – отрасли с высокой производительностью /38/.

Номинальное давление данных насосов составляет 25 МПа.

Объемный КПД составляет 0,97.

Полный КПД данной гидромашины 0,9...0,94.

В табл. 3.35 приведены основные параметры радиально-поршневых гидромоторов серии НРС.

Таблица 3.35

**Основные параметры насосов серии НРС /38/**

Модель	Рабочий объем, см <sup>3</sup>		Давление, МПа		Скорость, об/мин		Номинальный крутящий момент, Нм		Масса, кг
			ном.	пик.	макс.	мин.	макс.	мин.	
	мин.	макс.							
НРС080	97,6	164	25	25	365	630	6025	400	172
НРС125	125	328	25	25	300	630	7700	1025	234
НРС200	188	328	25	25	230	630	11800	1050	282
НРС270	280	328	25	25	545	150	17525	1000	450
НРС325	325	492	25	25	515	130	20400	1575	460

## Контрольные вопросы и задания

1. Каково назначение гидромотора?
2. Какие основные параметры гидромотора?
3. В чем отличие полезной мощности гидромашины от потребляемой?
4. Как определяется полный КПД гидромашины?
5. Как определяется полезная мощность гидромотора?
6. Как определяется потребляемая мощность гидромотора?
7. Каково назначение объемного гидропривода?
8. Из каких основных элементов состоит объемный гидропривод?
9. Назовите основные параметры объемного гидропривода.

#### 4. ГИДРОЦИЛИНДРЫ

Гидравлические цилиндры (силовые гидроцилиндры) предназначены для преобразования энергии движущейся жидкости в механическую энергию поступательного движения выходного звена.

Основным требованием при выборе гидроцилиндра является обеспечение исполнительным органом машины необходимого усилия  $F$  и скорости движения  $V$  выходного звена. Выходным звеном может быть как шток, так и корпус (гильза) гидроцилиндра.

В зависимости от конструктивного исполнения гидроцилиндры могут быть поршневые с односторонним или двусторонним штоком и телескопические.

Для привода рабочих органов мобильных машин наиболее широко применяются поршневые гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним выходом штока.

Основными параметрами гидроцилиндров, определяющими их геометрические размеры и внешние характеристики, являются следующие: номинальное давление  $p_{ном}$ , диаметр поршня (гильзы)  $D$ , диаметр штока  $d$ , ход поршня  $L$ .

Из опыта проектирования установлено, что отношение диаметра штока к диаметру поршня равно  $\psi = d/D = 0,3...0,7$  [25, 26, 27, 28, 29].

Диаметры поршня и штока определяют усилие, развиваемое гидроцилиндром при заданном рабочем давлении, и скорость движения выходного звена при заданном расходе рабочей жидкости.

Усилие на штоке гидроцилиндра без учета сил трения и инерции определяется выражением

$$F = \Delta p_{ц} S, \quad (4.1)$$

где  $F$  – усилие на штоке, Н;  $\Delta p_{ц}$  – перепад давления на гидроцилиндре, Па;  $\Delta p_{ц} = p_{вх} - p_{вых}$ , здесь  $p_{вх}$  – давление на входе в гидроцилиндр,  $p_{вых}$  – давление на выходе из гидроцилиндра;  $S$  – рабочая (эффективная) площадь поршня,  $m^2$ ,  $S = S_{ц} = \pi D^2 / 4$  для поршневой полости,  $S = S_{шт} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$  для штоковой полости.

Расчетную скорость движения штока без учета утечек рабочей жидкости определяют по формуле

$$V = Q_{ц} / S, \quad (4.2)$$

где  $V$  – скорость движения штока, м/с;  $Q_{ц}$  – расход рабочей жидкости, м<sup>3</sup>/с;  $S$  – рабочая (эффективная) площадь поршня, м<sup>2</sup>.

Полезная мощность гидроцилиндра определяется выражением

$$N_{цп} = FV, \quad (4.3)$$

$N_{цп}$  – полезная мощность, развиваемая гидроцилиндром, Вт;  $F$  – усилие на штоке, Н;  $V$  – скорость движения штока, м/с.

Потребляемая мощность гидроцилиндра определяется по формуле

$$N_{ц} = \Delta p_{ц} Q_{ц}, \quad (4.4)$$

где  $\Delta p_{ц}$  – перепад давления на гидроцилиндре, Па;  $Q_{ц}$  – расход рабочей жидкости, м<sup>3</sup>/с.

Потери мощности в гидроцилиндре оцениваются КПД

$$\eta = \frac{N_{цп}}{N_{ц}} = \eta_{м} \eta_{г} \eta_{об} = \eta_{гм} \eta_{об}. \quad (4.5)$$

#### 4.1. Отечественные гидроцилиндры

Основные параметры поршневых гидроцилиндров регламентируются ГОСТ 6540–68, телескопических гидроцилиндров – ГОСТ 16029–70, общетехнические требования к гидроцилиндрам – ГОСТ 16514–79.

Основные параметры нормализованных поршневых гидроцилиндров общего назначения двустороннего действия с односторонним штоком, рассчитанных на номинальные давления 10 и 16 МПа, приведены в табл. 4.1, на номинальные давления 25 и 32 МПа – в табл. 4.2.

Основные параметры поршневых гидроцилиндров двустороннего действия с односторонним штоком, рассчитанных на номинальное давление 16 МПа, специально предназначенных для самоходных кранов и других грузоподъемных и подъемно-транспортных машин, приведены в табл. 4.3 /5/.

Основные параметры выпускаемых поршневых гидроцилиндров двустороннего действия различных моделей приведены в табл. 4.4 /10/.

Таблица 4.1

**Основные параметры гидроцилиндров общего назначения двустороннего действия  
на номинальные давления 10 и 16 МПа**

φ = 1,25			φ = 1,6	
Диаметр поршня D, мм	Диаметр штока d, мм	Ход поршня L, мм	Диаметр штока d, мм	Ход поршня L, мм
40	18	80, 100, 110	25	400
50	22	100	32	320, 400
63	28	125, 160, 180, 280	40	–
80	36	160, 200, 220, 250, 280, 320, 400	50	450, 500, 560, 630, 710
100	45	200, 250, 360, 400	63	630, 710, 800, 900, 1000
110	50	250, 360, 400	70	630, 800, 1000
125	56	250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 630	80	710, 800, 1000, 1250
140	63	320, 500, 560, 630	90	800, 1120, 1250
160	70	400, 630, 800	100	1000, 1250
180	80	500, 560, 630, 800	110	1000, 1250
200	90	500, 630, 710	125	1400
220	100	630	140	1400
250	110	–	160	2000, 2240

*Примечания:* 1. Значение φ равно отношению рабочей площади поршневой полости к площади штоковой полости, т.е.  $\varphi = S_{\text{п}} / S_{\text{шт}}$ .

2. Допускается применять гидроцилиндры с ходами по ГОСТ 6540–68, не указанными в табл. 4.1.

Таблица 4.2

**Основные параметры гидроцилиндров двустороннего действия  
общего назначения на номинальные давления 25 и 32 МПа**

$\phi = 1,6$		
Диаметр поршня $D$ , мм	Диаметр штока $d$ , мм	Ход поршня $L$ , мм
125	80	500; 1250
140	90	100; 1250; 1400
160	100	1250; 1400
180	110	1400; 1800

*Примечание.* Значение  $\phi = S_{\text{п}}/S_{\text{шт}}$ .

Таблица 4.3

**Основные параметры гидроцилиндров двустороннего действия  
с односторонним штоком на номинальное давление 16 МПа,  
предназначенных для самоходных кранов**

Параметры/Обозначение	Ц 21.000	Ц 22.000	Ц 22.000-01	Ц 41.000	Ц 41.000-01	Ц 42.000	Ц 51.000
Диаметр поршня $D$ , мм	100	100	100	160	160	160	200
Диаметр штока $d$ , мм	80	80	80	140	140	140	160
Ход поршня $L$ , мм	4000	500	500	1400	1600	360	1400

Таблица 4.4

**Основные параметры поршневых гидроцилиндров двустороннего действия**

Модель	Конструктивные особенности	Диаметр поршня D, мм	$p_{\text{ном}}$ , МПа	Ход поршня L, мм	Диаметр штока d, мм	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150–69
У4564.200А	С креплением на проушинах	80	16	160...1000	50	У, Т
У4564.210А	-//-	100	16	250...1000	63	У, Т
У4564.230А	-//-	125	16	630	80	У, Т
Д498.06.460Б	-//-	125	16	500	63	У, Т
ЭО2621.03.61Б	-//-	125	16	1000	63	У, Т
У4560.08 (У4564.232)	-//-	125	16	200...100	80	У, Т, ХЛ
У4560.09 (У4564.243)	-//-	140	16	500...1250	80	У, Т, ХЛ
У4564.300.00–02 (У4564.320)	-//-	125	25	250...1000	80	У, Т, ХЛ
У4564.300.00–03 (У4564.330)	-//-	140	25	1000	90	У, Т, ХЛ
У4564.201А	С креплением на цапфах	80	16	160...1000	50	У, Т
У4564.212А	-//-	100	16	800...1000	63	У, Т
Д498.06.480Б	-//-	125	16	800	63	У, Т
ЭО2621.03.61Б	-//-	125	16	1000	63	У, Т
У4564.203А	С задней крышкой под сварку	80	16	160...800	50	У, Т
У4564.213А	-//-	100	16	800	63	У, Т

Конструкции некоторых гидроцилиндров приведены на рис. 4.1, 4.2.

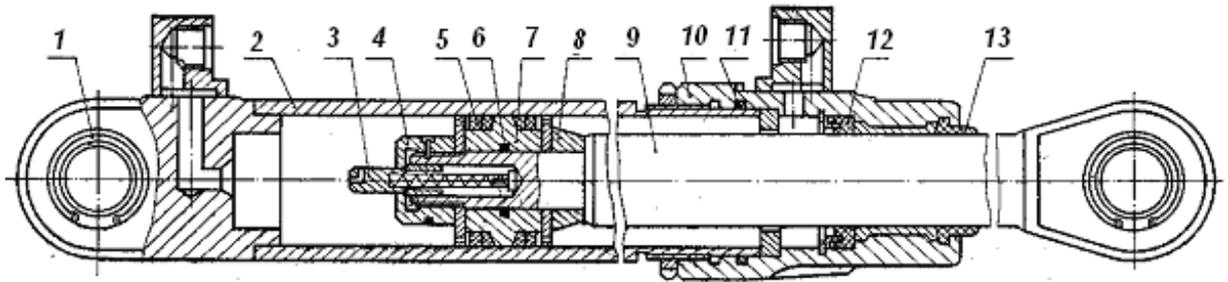


Рис. 4.1. Гидроцилиндр экскаватора ЭО-2621:

1 – проушина; 2 – цилиндр; 3 – демпфер; 4 – гайка; 5,6, 11, 12 – уплотнения; 7 – поршень; 8 – упор; 9 – шток; 10 – передняя крышка; 13 – грязесъемник

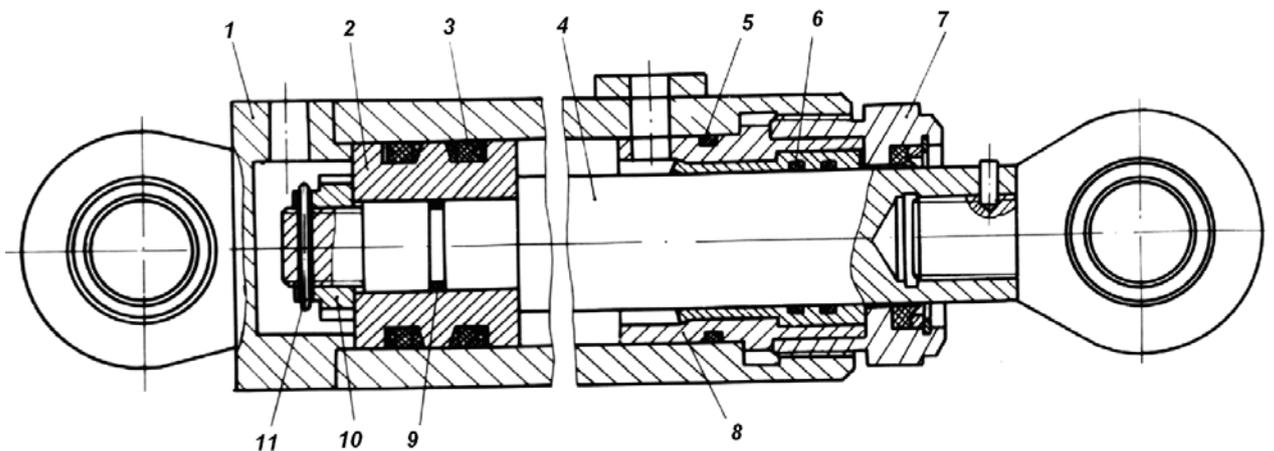


Рис. 4.2. Гидроцилиндр:

1 – корпус; 2 – поршень; 3, 5, 6, 9 – уплотнения; 4 – шток; 7 – крышка; 8 – втулка; 10 – гайка; 11 – шплинт

В гидроприводах строительных и дорожных машин применяются поршневые гидроцилиндры двустороннего действия, рассчитанные на номинальные давления 10, 16, 25 и 32 МПа. Для самоходных кранов применяются специальные гидроцилиндры на 16 МПа /5, 10/.

Конструкция и размеры деталей поршневых гидроцилиндров двустороннего действия, применяемых на строительных и дорожных машинах, должны соответствовать отраслевой нормали ОН-22-176-69; телескопических гидроцилиндров одностороннего действия – отраслевой нормали ОСТ-22-117-70.

Устройство гидроцилиндра является понятным и достаточно простым. Оно состоит из корпуса и подвижного рабочего органа (поршня со штоком). В конструкциях гидроцилиндров

одностороннего действия жидкость подаётся в поршневую полость, шток выдвигается, а возврат производится пружиной.

В гидроцилиндрах двухстороннего действия поршень движется в обоих направлениях за счет жидкости. Если она поступает в правую полость, поршень перемещается влево, в левую – вправо, и у него две рабочие плоскости.

Телескопический гидроцилиндр представляет собой вставленные друг в друга поршни, выдвигающиеся по очереди. Телескопические гидроцилиндры применяются в случае, когда необходимо максимальное перемещение.

Отечественными производителями изготавливаются гидроцилиндры различных типоразмеров с различными типами креплений штока и задней крышки /37, 40/.

Сварные конструкции гидроцилиндров выполняются при номинальном давлении до 21 МПа, гидроцилиндры на шпильках – до 16 МПа, гидроцилиндры на винтах – до 32 МПа /37/.

Таблица 4.5

**Типы крепления штока**

Исполнение крепления штока	Наименование исполнения
	01 – шток с наружной резьбой /37/
	02 – шток с внутренней резьбой/37/
	03 – шток с проушиной /37/
	04 – шток с проушиной и сферическим шарниром /37/

В табл. 4.5 показаны типы крепления штока гидроцилиндра.  
В табл. 4.6 показаны типы крепления гильзы гидроцилиндра.

Таблица 4.6

## Типы крепления гильзы

Исполнение крепления гильзы	Наименование исполнения
	00 – без крепления /37/
	03 – с проушиной /37/
	04 – с проушиной и сферическим шарниром
	05 – с проушиной и бронзовой втулкой /37/
	06 – с передним фланцем /37/
	07 – с задним фланцем /37/
	08 – на лапах /37/
	09 – с цапфой на промежуточной опоре /37/

Гидроцилиндры специализированного назначения:

- Гидроцилиндры со встроенными клапанами (гидрозамки, аварийные клапаны).

- Гидроцилиндры с демпфированием в крайних положениях.
- Гидроцилиндры с увеличенной радиальной нагрузкой.
- Гидроцилиндры с противоположным штоком.
- Двусторонние гидроцилиндры с проходным штоком (для протягивания трубных заготовок).
- Гидроцилиндры с низким давлением срабатывания.
- Гидроцилиндры со встроенным датчиком положения.
- Гидроцилиндры со встроенным следящим распределителем (гидроусилителем).
- Сервоцилиндры.
- Пневмогидроцилиндры /37/.

К отечественным производителям гидравлических цилиндров и других элементов гидропривода для современной мобильной техники относится фирма «Гидроласт».

Гидроцилиндры двухстороннего действия серии 600 /40/ имеют диаметры поршня от 50 до 125 мм. Номинальное давление составляет 20 МПа.

Гильза гидроцилиндра изготовлена из хонингованной трубы, сталь St52. Шток – это хромированный пруток. Поршень, крышки, вилки гидроцилиндра выполнены из стали 45. Уплотнения фирм Simrit, Hallite /40/.

На рис. 4.3 изображен гидроцилиндр серии 600 фирмы «Гидроласт».

В табл. 4.7 приведены основные конструктивные размеры гидроцилиндров серии 600.

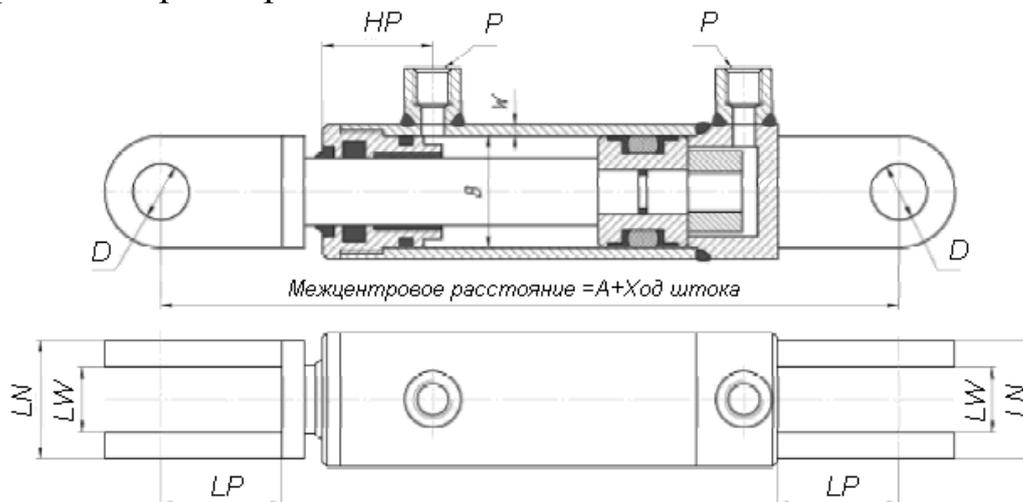


Рис. 4.3. Гидроцилиндр серии 600 фирмы «Гидроласт» /40/

Таблица 4.7

**Конструктивные размеры гидроцилиндров серии 600 /40/**

Модель	Диаметр поршня В, мм	Диаметр штока, мм	А, мм	Ход поршня, мм	W, мм	D, мм	LP, мм	LW, мм	LN, мм	HP, мм	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
62004	50	30	362	100	5	25	54	29	53	48	6,39
62006	50	30	413	150	5	25	54	29	53	48	7,06
62008	50	30	464	200	5	25	54	29	53	48	7,73
62010	50	30	514	250	5	25	54	29	53	48	8,4
62012	50	30	565	300	5	25	54	29	53	48	9,07
62014	50	30	616	350	5	25	54	29	53	48	9,74
62016	50	30	362	100	5	25	54	29	53	48	10,41
62018	50	30	718	450	5	25	54	29	53	48	11,08
62020	50	30	768	500	5	25	54	29	53	48	11,75
62024	50	30	870	600	5	25	54	29	53	48	13,09
62028	50	30	972	700	5	25	54	29	53	48	14,43
62030	50	30	1022	750	5	25	54	29	53	48	15,1
62032	50	30	1073	800	5	25	54	29	53	48	15,77
62034	50	30	1124	850	5	25	54	29	53	48	16,44
62036	50	30	1175	900	5	25	54	29	53	48	17,11
662504	63	40	362	100	5	25	54	29	53	48	8,03
662506	63	40	413	150	5	25	54	29	53	48	8,91
662508	63	40	464	200	5	25	54	29	53	48	8,91
662510	63	40	512	250	5	25	54	29	53	48	10,68
662512	63	40	565	300	5	25	54	29	53	48	11,56
662514	63	40	616	350	5	25	54	29	53	48	12,45
662516	63	40	667	400	5	25	54	29	53	48	13,33
662518	63	40	718	450	5	25	54	29	53	48	14,21
662520	63	40	768	500	5	25	54	29	53	48	15,10
662524	63	40	870	600	5	25	54	29	53	48	16,87
662528	63	40	972	700	5	25	54	29	53	48	18,63
662530	63	40	1022	750	5	25	54	29	53	48	19,52
662532	63	40	1073	800	5	25	54	29	53	48	20,4
662534	63	40	1124	850	5	25	54	29	53	48	21,28
63004	80	40	362	100	5	25	54	29	53	48	9,81
63006	80	40	413	150	5	25	54	29	53	48	10,92
63008	80	40	464	200	5	25	54	29	53	48	12,03
63010	80	40	514	250	5	25	54	29	53	48	13,14
63012	80	40	565	300	5	25	54	29	53	48	14,03
63014	80	40	464	350	5	25	54	29	53	48	15,37
63016	80	40	667	400	5	25	54	29	53	48	16,48
63018	80	40	718	450	5	25	54	29	53	48	17,59

Продолжение табл. 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63020	80	40	768	500	5	25	54	29	53	48	18,7
63024	80	40	870	600	5	25	54	29	53	48	20,92
63028	80	40	972	700	5	25	54	29	53	48	23,14
63030	80	40	1022	750	5	25	54	29	53	48	12,03
63032	80	40	1073	800	5	25	54	29	53	48	25,36
63034	80	40	1124	850	5	25	54	29	53	48	26,48
63032	80	40	1175	900	5	25	54	29	53	48	27,59
63504	90	45	362	100	7,5	25	54	29	53	48	11,88
63506	90	45	413	150	7,5	25	54	29	53	48	13,26
63508	90	45	464	200	7,5	25	54	29	53	48	14,64
63510	90	45	514	250	7,5	25	54	29	53	48	16,02
63512	90	45	565	300	7,5	25	54	29	53	48	17,4
63514	90	45	616	350	7,5	25	54	29	53	48	18,78
63516	90	45	667	400	7,5	25	54	29	53	48	20,16
63518	90	45	718	450	7,5	25	54	29	53	48	21,54
63520	90	45	768	500	7,5	25	54	29	53	48	22,92
63524	90	45	870	600	7,5	25	54	29	53	48	25,68
63528	90	45	972	700	7,5	25	54	29	53	48	28,44
63530	90	45	1022	750	7,5	25	54	29	53	48	29,82
63532	90	45	1073	800	7,5	25	54	29	53	48	31,2
63534	90	45	1124	850	7,5	25	54	29	53	48	32,58
63536	90	45	1175	900	7,5	25	54	29	53	48	33,96
64004	100	50	362	100	7,5	25	54	29	53	48	14,59
64006	100	50	413	150	7,5	25	54	29	53	48	16,26
64008	100	50	464	200	7,5	25	54	29	53	48	17,93
64010	100	50	514	250	7,5	25	54	29	53	48	19,6
64012	100	50	565	300	7,5	25	54	29	53	48	21,27
64014	100	50	616	350	7,5	25	54	29	53	48	22,94
64016	100	50	667	400	7,5	25	54	29	53	48	24,61
64018	100	50	718	450	7,5	25	54	29	53	48	26,28
64020	100	50	768	500	7,5	25	54	29	53	48	27,95
64024	100	50	870	600	7,5	25	54	29	53	48	27,95
64028	100	50	972	700	7,5	25	54	29	53	48	34,63
64030	100	50	1022	750	7,5	25	54	29	53	48	36,3
64032	100	50	1073	800	7,5	25	54	29	53	48	37,97
64036	100	50	1175	900	7,5	25	54	29	53	48	41,31
65004	125	63	362	100	7,5	25	54	38	62	64	25,62
65006	125	63	413	150	7,5	25	54	38	62	64	27,97
65008	125	63	464	200	7,5	25	54	38	62	64	30,32
65010	125	63	514	250	7,5	25	54	38	62	64	32,67
65012	125	63	565	300	7,5	25	54	38	62	64	35,02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65014	125	63	616	350	7,5	25	54	38	62	64	37,37
65016	125	63	667	400	7,5	25	54	38	62	64	39,72
65018	125	63	718	450	7,5	25	54	38	62	64	42,07
65020	125	63	768	500	7,5	25	54	38	62	64	44,42
65024	125	63	870	600	7,5	25	54	38	62	64	49,12
65028	125	63	972	700	7,5	25	54	38	62	64	53,82
65030	125	63	1022	750	7,5	25	54	38	62	64	56,17
65032	125	63	1073	800	7,5	25	54	38	62	64	58,52
65034	125	63	1124	850	7,5	25	54	38	62	64	60,87
65036	125	63	1175	900	7,5	25	54	38	62	64	63,22

Гидроцилиндр серии 700 – двустороннего действия. Отличается от гидроцилиндров серии 600 типом крепления штока и задней крышки. Диаметры поршня данной серии гидроцилиндров составляют от 50 до 125 мм. Номинальное давление составляет 20 МПа. Материалы и уплотнения данной серии гидроцилиндров соответствуют серии 600.

На рис. 4.4 изображен гидроцилиндр серии 700 фирмы «Гидроласт».

В табл. 4.8 приведены основные конструктивные параметры гидроцилиндров серии 700.

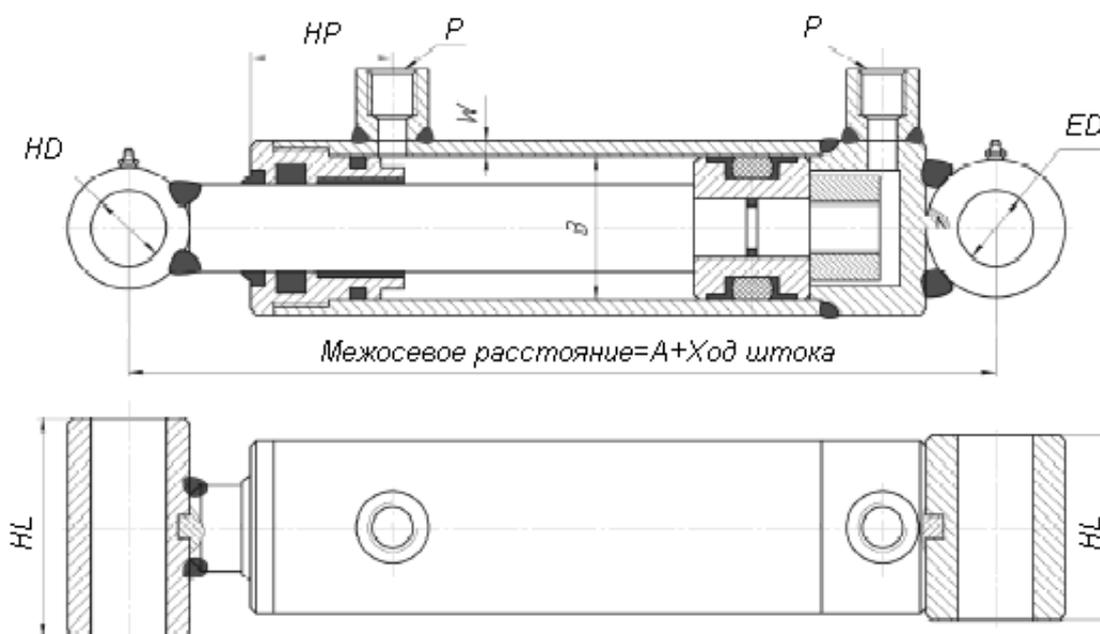


Рис. 4.4. Гидроцилиндр серии 700 /40/

Таблица 4.8

**Конструктивные размеры гидроцилиндров /40/**

Модель	Диаметр поршня В, мм	Диаметр штока, мм	А, мм	Ход поршня, мм	W, мм	HD/ED, мм	EL, мм	HL, мм	HP, мм	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
71504	40	25	300	100	5	20	64	57	48	3,64
71506	40	25	350	150	5	20	64	57	48	4,11
71508	40	25	400	200	5	20	64	57	48	4,58
71510	40	25	450	250	5	20	64	57	48	5,05
72004	50	30	305	100	5	26	76	64	48	5,92
72006	50	30	356	150	5	26	76	64	48	6,59
72008	50	30	406	200	5	26	76	64	48	7,26
72010	50	30	457	250	5	26	76	64	48	7,93
72012	50	30	508	300	5	26	76	64	48	8,6
72014	50	30	559	350	5	26	76	64	48	9,27
72016	50	30	610	400	5	26	76	64	48	9,94
72018	50	30	660	450	5	26	76	64	48	10,61
72020	50	30	711	500	5	26	76	64	48	11,28
72024	50	30	813	600	5	26	76	64	48	12,62
72028	50	30	914	700	5	26	76	64	48	13,96
72504	63	40	305	100	5	26	83	64	48	7,73
72506	63	40	356	150	5	26	83	64	48	8,62
72508	63	40	406	200	5	26	83	64	48	9,51
72510	63	40	457	250	5	26	83	64	48	10,40
72512	63	40	508	300	5	26	83	64	48	11,28
72514	63	40	559	350	5	26	83	64	48	12,17
72516	63	40	610	400	5	26	83	64	48	13,05
72518	63	40	660	450	5	26	83	64	48	13,94
72520	63	40	711	500	5	26	83	64	48	14,82
72524	63	40	813	600	5	26	83	64	48	16,59
72528	63	40	914	700	5	26	83	64	48	18,36
72530	63	40	965	750	5	26	83	64	48	19,25
72532	63	40	1016	800	5	26	83	64	48	20,13
72536	63	40	1118	900	5	26	83	64	48	21,9
72540	63	40	1219	1000	5	26	83	64	48	23,67
72548	63	40	1422	1200	5	26	83	64	48	23,67
73004	80	40	305	100	5	26	95	64	48	9,76
73006	80	40	356	150	5	26	95	64	48	10,87
73008	80	40	406	200	5	26	95	64	48	11,98
73010	80	40	457	250	5	26	95	64	48	13,09
73012	80	40	508	300	5	26	95	64	48	14,2
73014	80	40	559	350	5	26	95	64	48	15,32

Продолжение табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
73016	80	40	610	400	5	26	95	64	48	16,43
73018	80	40	660	450	5	26	95	64	48	17,54
73020	80	40	711	500	5	26	95	64	48	18,65
73024	80	40	813	600	5	26	95	64	48	20,88
73028	80	40	914	700	5	26	95	64	48	23,1
73030	80	40	965	750	5	26	95	64	48	23,1
73032	80	40	1016	800	5	26	95	64	48	25,32
73036	80	40	1118	900	5	26	95	64	48	27,55
73040	80	40	1219	1000	5	26	95	64	48	29,77
73048	80	40	1422	1200	5	26	95	64	48	34,22
73504	90	45	305	100	7,5	32	108	70	48	12,18
73506	90	45	356	150	7,5	32	108	70	48	13,56
73508	90	45	406	200	7,5	32	108	70	48	14,94
73510	90	45	457	250	7,5	32	108	70	48	16,32
73512	90	45	508	300	7,5	32	108	70	48	17,69
73514	90	45	559	350	7,5	32	108	70	48	19,07
73516	90	45	610	400	7,5	32	108	70	48	20,44
73520	90	45	711	500	7,5	32	108	70	48	23,2
73524	90	45	813	600	7,5	32	108	70	48	25,95
73528	90	45	914	700	7,5	32	108	70	48	28,7
73530	90	45	965	750	7,5	32	108	70	48	30,08
73532	90	45	1016	800	7,5	32	108	70	48	31,45
73536	90	45	1118	900	7,5	32	108	70	48	34,2
73540	90	45	1219	1000	7,5	32	108	70	48	36,96
73548	90	45	1422	1200	7,5	32	108	70	48	42,46
74004	100	50	305	100	7,5	32	108	70	48	16,87
74006	100	50	356	150	7,5	32	108	70	48	18,54
74008	100	50	406	200	7,5	32	108	70	48	20,21
74010	100	50	457	250	7,5	32	108	70	48	21,88
74012	100	50	508	300	7,5	32	108	70	48	23,54
74014	100	50	559	350	7,5	32	108	70	48	25,21
74016	100	50	610	400	7,5	32	108	70	48	26,87
74018	100	50	660	450	7,5	32	108	70	48	28,54
74020	100	50	711	500	7,5	32	108	70	48	30,21
74024	100	50	813	600	7,5	32	108	70	48	33,54
74028	100	50	914	700	7,5	32	108	70	48	36,87
74030	100	50	965	750	7,5	32	108	70	48	38,54
74032	100	50	1016	800	7,5	32	108	70	48	40,20
74036	100	50	1118	900	7,5	32	108	70	48	43,53
75004	125	63	305	100	7,5	32	108	70	48	28,63
75006	125	63	356	150	7,5	32	108	70	48	30,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
75008	125	63	406	200	7,5	32	108	70	48	33,33
75010	125	63	457	250	7,5	32	108	70	48	35,68
75012	125	63	508	300	7,5	32	108	70	48	38,03
75014	125	63	559	350	7,5	32	108	70	48	40,38
75016	125	63	610	400	7,5	32	108	70	48	42,73
75018	125	63	660	450	7,5	32	108	70	48	45,08
75020	125	63	711	500	7,5	32	108	70	48	47,43
75024	125	63	813	600	7,5	32	108	70	48	52,13
75028	125	63	914	700	7,5	32	108	70	48	56,83
75030	125	63	965	750	7,5	32	108	70	48	59,18
75032	125	63	1016	800	7,5	32	108	70	48	61,53
75048	125	63	1422	1200	7,5	32	108	70	48	80,33

Монтажные крепления штока и задней крышки выполняются различными, в зависимости от условий заказа или применения.

На рис. 4.5 проказано монтажное крепление штока типа «Вилка» /40/.

В табл. 4.9 приведены основные конструктивные размеры данного типа крепления в зависимости от диаметра штока гидроцилиндра.

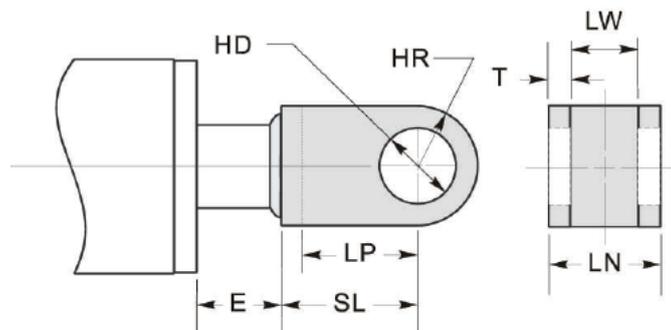


Рис. 4.5. Монтажные крепления штока «Вилка»

Таблица 4.9

**Основные размеры крепления штока «Вилка» [40]**

Номер	Диаметр штока, мм	HD	HR	LW	T	LN	LP	SL	E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CE01	25	25	25	35	15	60	50	63	25
CE02	30	25	25	35	15	60	50	63	25

Окончание табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CE03	30	25	25	35	15	60	50	63	25
CE04	30	30	25	35	15	60	50	63	25
CE05	35	25	25	35	15	60	50	63	25
CE06	35	30	25	35	15	60	50	63	25
CE07	40	25	25	35	15	60	50	63	25
CE08	40	30	25	35	15	60	50	63	25
CE09	45	25	25	35	15	60	50	63	25
CE10	45	30	25	35	15	60	50	63	25
CE11	45	30	30	40	20	80	50	70	25
CE12	45	40	40	40	25	90	50	80	25
CE13	50	25	25	35	15	60	50	63	25
CE14	50	30	25	35	15	60	50	63	25
CE15	50	30	30	40	20	80	50	70	25
CE16	50	40	40	40	25	90	50	80	25
CE17	50	40	40	55	25	105	63	90	25
CE18	50	45	45	55	25	105	60	80	25
CE19	63	25	25	35	15	60	50	63	25
CE20	63	30	30	40	20	80	50	70	25
CE21	63	40	40	40	25	90	50	80	25
CE22	63	40	40	55	25	105	63	90	25
CE23	63	45	45	55	25	105	60	80	25
CE24	63	45	45	55	30	120	60	90	25
CE25	63	50	50	65	30	130	63	95	25
CE26	63	55	63	65	30	130	80	110	25
CE27	80	40	40	40	25	90	50	80	25
CE28	80	40	40	55	25	105	63	90	25
CE29	80	45	45	55	25	105	60	80	25
CE30	80	45	45	55	30	120	60	90	25
CE31	80	50	50	65	30	130	63	95	25
CE32	80	55	63	65	30	130	80	110	25
CE33	90	45	45	55	25	105	60	80	25
CE34	90	45	45	55	25	120	60	90	25
CE35	90	50	50	65	30	130	63	95	25
CE36	90	55	63	65	30	130	80	110	25
CE37	90	55	63	65	30	130	80	110	25
CE38	100	80	80	80	40	155	100	140	25
CE39	100	55	63	65	30	130	80	110	25
CE40	115	55	63	65	30	130	80	110	25
CE41	115	80	80	80	40	155	100	140	25

Тип крепления штока «Широкая проушина» показан на рис. 4.6.

Основные конструктивные размеры крепления «Широкая проушина» приведены в табл. 4.10.

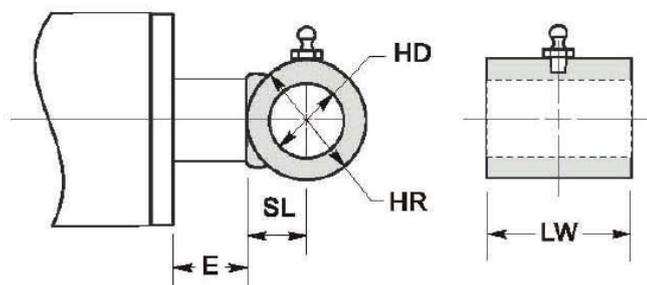


Рис. 4.6. Монтажные крепления штока типа «Широкая проушина»

Таблица 4.10

Основные размеры крепления штока «Широкая проушина» [40]

Номер	Диаметр штока, мм	HD	LW	SL	HR	E
1	2	3	4	5	6	7
СТ01	25	25	63	20	45	20
СТ02	25	30	63	20	50	20
СТ03	30	25	63	20	45	20
СТ04	30	30	63	20	50	20
СТ05	30	25	63	20	45	20
СТ06	30	30	63	20	50	20
СТ07	35	25	63	20	45	20
СТ08	35	30	63	20	50	20
СТ09	40	25	63	20	45	20
СТ10	40	25	70	20	45	20
СТ11	40	30	63	20	50	20
СТ12	40	30	70	20	25	20
СТ13	40	40	70	25	63	20
СТ14	45	25	63	25	45	20
СТ15	45	25	70	25	45	20
СТ16	45	30	70	25	50	20
СТ17	45	30	80	25	50	20
СТ18	45	40	70	25	63	20
СТ19	45	40	75	25	63	20
СТ20	45	45	63	30	70	20
СТ21	45	45	75	35	70	20
СТ22	45	45	80	35	70	20
СТ23	45	50	90	35	75	20
СТ24	45	60	90	35	75	20

Окончание табл. 4.10

CT25	50	25	63	20	45	20
CT26	50	25	70	20	45	20
CT27	50	30	70	25	50	20
CT28	50	30	80	25	50	20
CT29	50	40	70	25	63	20
CT30	50	40	75	25	63	20
CT31	50	45	63	30	70	20
CT32	50	45	75	30	70	20
CT33	50	45	75	30	70	20
CT34	50	45	80	30	70	20
CT35	50	50	90	35	75	20
CT36	63	60	90	35	75	20
CT37	63	30	70	25	50	20
CT38	63	40	70	25	63	20
CT39	63	40	75	25	63	20
CT40	63	45	80	30	70	20
CT41	63	50	90	35	75	20
CT42	63	65	130	40	90	20
CT43	75	40	110	30	63	20
CT44	75	45	120	30	70	20
CT45	75	50	90	35	75	20
CT46	75	60	130	40	90	20
CT47	75	65	130	40	90	20
CT48	75	70	130	40	90	20
CT49	90	40	110	30	63	20
CT50	90	45	120	30	70	20
CT51	90	50	120	35	75	20
CT52	90	60	130	40	80	20
CT53	90	60	130	40	90	20
CT54	90	70	130	45	100	20
CT55	90	75	130	50	100	20
CT56	100	45	120	30	70	20
CT57	100	50	130	35	75	20
CT58	100	60	130	40	80	20
CT59	100	60	130	40	90	20
CT60	100	70	130	45	100	20
CT61	100	75	130	50	100	20
CT62	115	45	130	30	70	20
CT63	115	50	130	35	75	20
CT64	115	60	130	40	80	20
CT65	115	60	130	40	90	20
CT66	115	70	130	45	100	20

Монтажное крепление крышки типа «Вилка» изображено на рис. 4.7.

Основные размеры крепления крышки «Вилка» представлены в табл. 4.11.

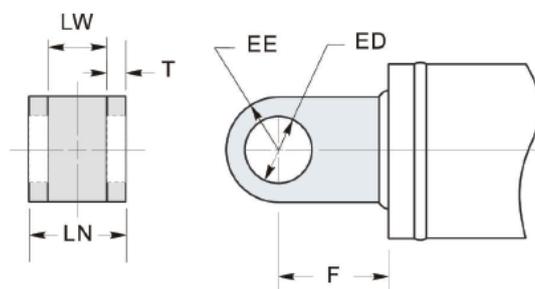


Рис. 4.7. Крепление крышки «Вилка»

Таблица 4.11

**Основные размеры крепления крышки «Вилка» [40]**

Номер	Диаметр поршня, мм	ED	LW	T	LN	EE	F
EC 01	50	25	30	15	65	20	30
EC02	50	25	30	15	60	25	50
EC03	63	25	30	15	65	20	30
EC04	63	25	30	15	60	25	50
EC05	75	25	30	15	60	25	50
EC06	80	25	40	20	60	30	40
EC07	90	25	30	15	60	25	50
EC08	90	30	40	20	80	30	50
EC09	100	25	30	15	60	25	50
EC10	100	35	50	25	100	40	55
EC11	100	40	40	25	90	40	50
EC12	115	30	40	20	80	30	50
EC13	115	40	40	25	90	40	50
EC14	130	40	55	25	105	40	63
EC15	130	45	55	25	105	45	55
EC16	130	45	64	30	130	55	55
EC17	140	45	55	30	120	45	55
EC18	150	50	64	30	130	60	63
EC19	150	50	65	30	130	50	63
EC20	180	60	65	30	130	63	75
EC21	180	60	75	40	150	75	75
EC22	205	75	75	40	150	80	80
EC23	205	75	80	40	155	75	100

Монтажное крепление крышки типа «Широкая проушина» изображено на рис. 4.8.

Основные размеры крепления крышки «Широкая проушина» представлены в табл. 4.12.

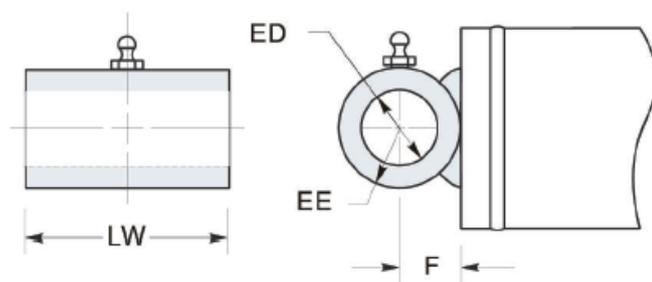


Рис.4.8. Крепление крышки «Широкая проушина»

Таблица 4.12

**Основные размеры крепления крышки «Широкая проушина» [40]**

Номер	Диаметр поршня, мм	ED	LW	F	EE
ET01	50	25	75	26	20
ET02	63	25	80	26	20
ET03	75	25	95	26	20
ET04	75	30	110	25	25
ET05	80	30	110	25	25
ET06	90	30	110	25	25
ET07	100	30	120	25	25
ET08	100	40	120	30	30
ET09	115	30	135	25	25
ET10	115	40	140	30	30
ET11	130	40	150	30	30
ET12	130	45	150	30	35
ET13	140	45	180	30	35
ET14	140	50	180	35	40
ET15	150	50	180	35	40
ET16	180	60	210	40	45
ET17	205	75	235	50	50

## 4.2. Зарубежные гидроцилиндры

Гидроцилиндры немецкой фирмы «Rauh» имеют следующие рабочие характеристики: максимальная скорость перемещения поршня 30 м/мин (0,5 м/с), максимальное рабочее давление 20 МПа, работают при температуре окружающей среды  $-20...+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  /41/.

На рис. 4.9 показан гидроцилиндр фирмы «Rauh» (Германия).

В табл. 4.13 приведены основные конструктивные параметры гидроцилиндров фирмы «Rauh».



Рис. 4.9. Гидроцилиндр двустороннего действия /41/

Таблица 4.13

**Основные параметры гидроцилиндров «Rauh» /41/**

Диаметр поршня D, мм	Диаметр штока d, мм	Ход поршня L, мм	Обозначение
1	2	3	4
25	16	50, 100, 150, 200, 500	256449...51
32	20	50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500	256452...58
40	20	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	256459...66
40	25	150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600	256467...76
50	25	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800, 1000	256477...89
50	30	150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800, 1000	243142...45

1	2	3	4
60	30	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800,1000	256468...6510
60	35	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800,1000	256510...22
60	40	200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800,1000	256523...40
70	35	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800,1000	256549...64
70	40	200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 800,1000	256565...6652
80	40	200, 250, 300, 400, 500, 600, 800,1000	256664...71
80	50	200, 250, 300, 400, 500, 600, 800,1000	245461...1864
100	50	200, 250, 300, 400, 500, 600, 800,1000	256691...98
100	60	300, 400, 500, 600, 800,1000	256699...256704

На рис. 4.10 изображен гидроцилиндр одностороннего действия фирмы «Rauh».

В табл. 4.14 приведены основные конструктивные параметры гидроцилиндров данного типа.



Рис. 4.10. Гидроцилиндр одностороннего действия /41/

Таблица 4.14

**Основные параметры гидроцилиндров «Rauh» /41/**

d штанги	L (ход поршня)	Обозначение
30	200, 250, 300, 350, 400, 500	256707...13
40	200, 300, 400, 500, 600	256717...20
50	300, 400, 500, 600	256721...24

Фирма Либхер изготавливает гидроцилиндры для мобильных машин. Диаметр поршня составляет от 70 до 500 мм.

На рис. 4.11 изображен гидроцилиндр фирмы Либхер. На рис. 4.12 изображен гидроцилиндр повышенной мощности и длины.

В табл. 4.15 приведены основные параметры гидроцилиндров Либхер. В табл. 4.16 приведены основные параметры усиленных гидроцилиндров Либхер.



Рис. 4.11. Гидроцилиндры фирмы Либхер /39/

Таблица 4.15

**Основные параметры гидроцилиндров фирмы Либхер /39/**

Диаметр поршня, мм	70-500
Диаметр поршневого штока, мм	50-140
Установочная длина, мм	До 5 500
Величина хода, мм	До 5 000
Рабочее давление, МПа	До 38



Рис. 4.12. Гидроцилиндры Либхер /39/

**Основные параметры усиленных гидроцилиндров фирмы Либхер /39/**

Диаметр поршня, мм	70-580
Диаметр поршневого штока, мм	40-550
Установочная длина, мм	До 12 000
Величина хода, мм	До 10 000
Рабочее давление, МПа	До 38

**Контрольные вопросы и задания**

1. Каково назначение гидроцилиндра?
2. Как рассчитать скорость движения поршня гидроцилиндра  $V$ , если известны расход жидкости  $Q$  и площадь рабочей полости  $S$  ?
3. От каких параметров зависит скорость движения поршня гидроцилиндра?
4. По каким параметрам выбирают гидроцилиндры?
5. В чем отличие полезной мощности гидромашины от потребляемой?
6. Как определяется полный КПД гидромашины?
7. Назовите основные параметры гидроцилиндра.
8. Как определяется полезная мощность гидроцилиндра?
9. Как определяется потребляемая мощность гидроцилиндра?
10. Каково назначение объемного гидропривода?
11. Из каких основных элементов состоит объемный гидропривод?
12. Назовите основные параметры объемного гидропривода.

## 5. ГИДРОАППАРАТУРА

Гидравлическим аппаратом называют устройство гидропривода, которое выполняет хотя бы одну из следующих функций: изменяет направление потока рабочей жидкости, открывает или перекрывает поток рабочей жидкости (расход, давление) или поддерживает их заданное значение.

Для любого гидроаппарата характерно наличие запорно-регулирующего элемента – подвижной детали (клапана, золотника, крана), при перемещении которой частично или полностью перекрывается рабочее проходное сечение гидроаппарата.

Гидроаппараты в соответствии с ГОСТ 17752 – 72 подразделяются по следующим признакам: по конструкции запорно-регулирующего элемента – золотниковые, крановые и клапанные; по принципу воздействия на запорно-регулирующий элемент – клапаны и гидроаппараты неклапанного действия; по характеру открытия рабочего проходного сечения – регулирующие и направляющие; по возможности регулирования – регулируемые и нерегулируемые; по назначению – клапаны давления, распределители, дроссели, обратные клапаны и т.д.

Условные графические обозначения гидроаппаратов на схемах устанавливает ГОСТ 2.782–96.

Основными параметрами гидроаппаратов являются условный проход  $d_y$ , номинальное давление  $p$  и расход  $Q$  рабочей жидкости, площадь рабочего проходного сечения  $S$ .

По этим параметрам проводится выбор гидроаппаратуры. Под условным проходом понимают номинальный внутренний диаметр присоединительной трубы или входного (выходного) отверстия, округленный до ближайшей величины из установленного ряда.

Рекомендуемые значения условного прохода согласно ГОСТ 16516–80 следующие: 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 мм и др.

На различной мобильной технике применяются различные типы гидроаппаратов [(например, распределитель типа Р26.14.01.000 / - 01 (ГР100 -01 / -02) используется на экскаваторе ЭО-2621, распределитель типа РС25.20-20.3-01-06-30 – на автокране «Галичанин»)].

Размеры присоединительных резьб для гидроаппаратуры, применяемой на строительных и дорожных машинах, приведены в табл. 5.1.

**Ряд размеров присоединительных резьб**

Условный проход, мм	Размер присоединительной резьбы, мм	
	для $p = 16$ МПа	для $p = 40$ МПа
4	–	М 14x1,5
6	–	М 18x1,5
8	М 14 x 1,5	М 20x1,5
10	М 16 x 1,5	М 22x1,5
12	М 18 x 1,5	М 27x2
16	М 22 x 2	М 33x2
20	М 27 x 2	М 42x2
25	М 33 x 2	М 48x2
32	М 42 x 2	–
40	М 48 x 2	–

**5.1. Отечественная гидроаппаратура****5.1.1. Гидрораспределители**

Отечественные гидрораспределители, так же как и все гидроаппараты, используются в основном на мобильной технике отечественного производства. Существует большое разнообразие типов гидрораспределителей.

Гидрораспределители предназначены для изменения направления, регулирования величины и запираания потока рабочей жидкости в зависимости от внешнего управляющего воздействия.

В гидрораспределителях строительных и дорожных машин применяются в основном золотниковые распределители. Крановые распределители используются для низких и средних давлений (до 6,3 МПа) в гидросистемах управления.

Гидрораспределители классифицируются по числу позиций, по числу подводимых к нему гидролиний (ходов) и по виду управления.

Трехпозиционные распределители имеют наибольшее распространение и предназначены для управления гидроцилиндрами двустороннего действия или гидромоторами. В таких распределителях золотник имеет нейтральную позицию и две рабочие, соответствующие операциям «подъем», «опускание». В четырехпозиционном распределителе золотник, кроме трех вышеуказанных положений, имеет

четвертое плавающее положение, при котором обе полости гидроцилиндра или гидромотора соединяются со сливной магистралью.

По конструктивным признакам различают моноблочные и секционные распределители.

В моноблочных распределителях все золотники размещены в одном корпусе.

При секционном исполнении золотники расположены в отдельных рабочих секциях, которые соединяют в единый блок с напорной и сливной секциями при помощи стяжных винтов или шпилек. Предохранительный и обратный клапаны обычно расположены в напорной секции.

Гидрораспределитель состоит из унифицированных секций: напорной, рабочих (в соответствии с количеством гидродвигателей), промежуточных и сливной.

Наименование и характеристика секций гидрораспределителей предусмотрены отраслевым стандартом ОСТ 22–829–74.

Секционные гидрораспределители рассчитаны на номинальное давление 16 МПа, предназначены для управления исполнительными механизмами строительных и дорожных машин, эксплуатируемых на рабочих жидкостях вязкостью от 6 до 1600 сСт при температуре окружающей среды от – 40 до + 50 °С.

Гидрораспределители обозначают буквой Р, затем указывают условный проход в мм, номинальное давление в кгс/см<sup>2</sup> и далее перечисляют обозначения всех секций в порядке их установки, начиная с напорной. При установке нескольких одинаковых рабочих секций подряд перед обозначением секций цифрой указывается их число.

Пример условного обозначения гидрораспределителя с условным проходом 25 мм и номинальным давлением 160 кгс/см<sup>2</sup> (16 МПа), состоящего из напорной секции 20, одной рабочей секции 01, одной рабочей секции 02.1, одной промежуточной секции 10.4, одной рабочей секции 07 и сливной секции 30, запишется следующим образом: гидрораспределитель Р–25.160–20–01–02.1–10.4–07–30 ОСТ 22–829–74.

Распределители типа Р применяются на экскаваторах различных типоразмеров, на коммунальных машинах, манипуляторах.

Распределитель типа РС является секционным и применяется на автомобильных кранах, погрузчиках.

Распределитель типа РМ является моноблочным и применяется на автомобильных кранах, автогрейдерах, автогидроподъемниках, машинах коммунального хозяйства.

Технические характеристики секционных гидрораспределителей Андиганского машиностроительного завода при вязкости рабочей жидкости  $30 \pm 3$  сСт приведены в табл. 5.2 /5, 10/.

Таблица 5.2

**Технические характеристики секционных гидрораспределителей типа Р**

Параметр	Условный проход, мм		
	20	25	32
Давление, МПа:			
номинальное	16	16	16
максимальное	17,5	17,5	17,5
Расход рабочей жидкости, $\text{дм}^3/\text{мин}$ :			
номинальный	100	160	250
максимальный	125	200	320
Внутренние перетечки рабочей жидкости при нейтральной позиции золотника и номинальном давлении, $\text{см}^3/\text{мин}$ , не более	50...150	75...200	100...300
Максимальное усилие для перемещения золотника из нейтральной позиции в рабочие при номинальных давлении и расходе, Н	350	400	450
Количество всех секций, собираемых в одном блоке, не более	6	6	6
Давление в сливной гидролинии, МПа, не более	0,8	0,8	0,8
Потери давления в гидрораспределителе при нейтральной позиции золотников и номинальном расходе рабочей жидкости, МПа, не более:			
в одной секции	0,18	0,25	0,25
в двух секциях	0,32	0,38	0,38
в трех секциях	0,48	0,52	0,52
в четырех секциях	0,65	0,68	0,68
Потери давления при рабочей позиции золотника, МПа, не более	0,65	0,65	0,65
Масса, кг	Зависит от числа секций		

Ковровский экскаваторный завод выпускает секционные гидрораспределители с условным проходом 32 мм, рассчитанные на номинальное давление 25 МПа.

Технические характеристики этих гидрораспределителей приведены в табл. 5.3 /5/.

**Технические характеристики секционных гидрораспределителей  
на номинальное давление 25 МПа с условным проходом 32 мм**

Параметр	Гидрораспределитель	
	пятисекционный	семисекционный
Давление, МПа:		
номинальное	25	25
максимальное	32	32
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:		
номинальный	320	320
максимальный	400	400
Внутренние перетечки рабочей жидкости при нейтральной позиции золотника и номинальном давлении, см <sup>3</sup> /мин, не более	150	150
Сила, необходимая для перемещения золотника из нейтральной позиции в рабочее при номинальных давлении и потоке, Н, не более	350	350
Давление в сливной гидролинии, МПа, не более	0,8	0,8
Потери давления в гидрораспределителе при нейтральной позиции золотников и номинальном расходе рабочей жидкости, МПа, не более	0,6	0,75
Потери давления при рабочей позиции золотника, МПа, не более	0,8	0,8
Масса гидрораспределителя, кг	137	191

Гидрораспределитель секционный типа РС... состоит из отдельных секций: напорной, рабочих и сливной. Секции между собой стянуты болтами, в стыках между секциями установлены уплотнительные кольца. Количество рабочих секций может быть от одной до пяти. На рис. 5.1 изображен гидрораспределитель секционный типа РС с пятью рабочими, напорной и сливной секциями.

Рабочая секция состоит из корпуса и золотника. В напорной секции встроены предохранительный, обратный клапаны, на рабочей секции также может быть установлен блок клапанов с встроенными предохранительными и обратными клапанами.

Через напорную секцию осуществляется подвод рабочей жидкости к гидрораспределителю. При нейтральной позиции золотников

рабочая жидкость проходит через все рабочие секции по переливному каналу и через отвод в сливной секции поступает в сливную магистраль.

Обратный и предохранительный клапаны в напорной секции расположены в параллельных ветвях. При перемещении золотника рабочей секции в одну из рабочих позиций переливной канал перекрывается и рабочая жидкость подается в один из рабочих отводов, второй отвод соединяется со сливным каналом.

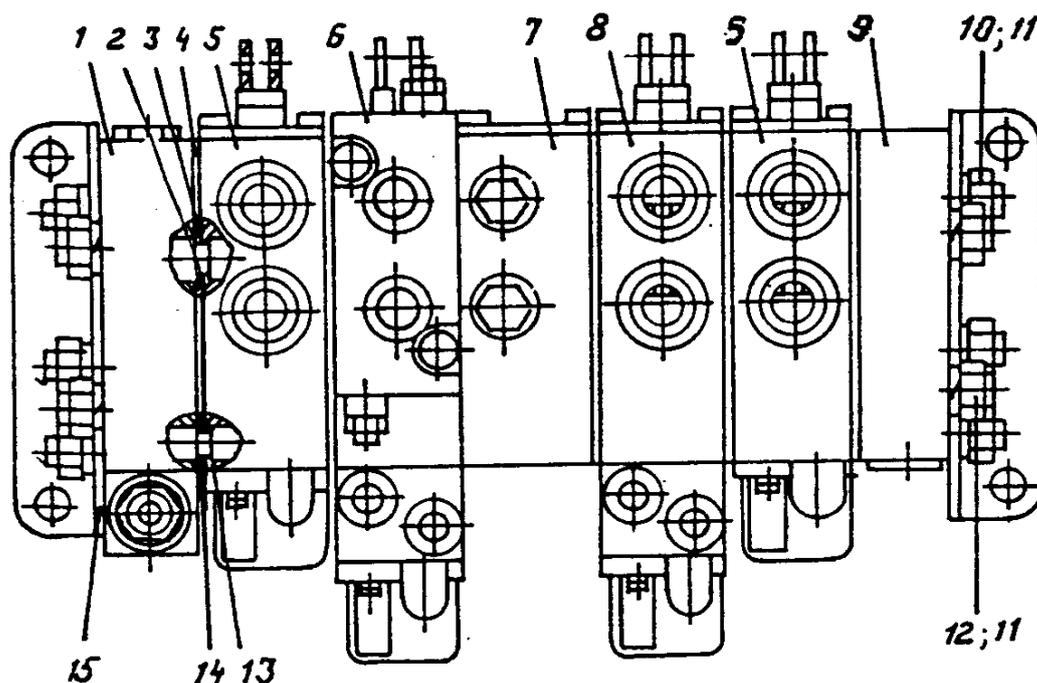


Рис. 5.1. Гидрораспределитель РС25.20:

- 1 – секция напорная; 2, 13 – бандажи; 3, 14 – кольца резиновые; 4 – пластина уплотнительная; 5 – секция рабочая с пружинным возвратом; 6 – секция рабочая с пружинным возвратом, одновременным управлением тормозом и блоком предохранительных клапанов; 7 – секция промежуточная с тремя обратными клапанами; 8 – рабочая секция с пружинным возвратом и одновременным управлением тормозом; 9 – секция сливная; 10, 12 – шпильки; 11 – гайка; 15 – угольник

По мере перемещения золотника сечение переливного канала уменьшается (при возврате в нейтральную позицию – увеличивается), тем самым увеличивая поток, поступающий в рабочий отвод. Величина потока при определенном смещении золотника зависит от нагрузки в рабочем отводе. При нагрузке, превышающей установленную, поток сливается через предохранительный клапан, сливная полость которого соединена со сливным каналом рабочих секций и от-

водом в сливной секции. Переливной канал может иметь как отдельный слив, так и совмещенный со сливом рабочих секций в сливной секции.

Рабочие секции имеют несколько вариантов схем золотников: трехпозиционный, четырехпозиционный с плавающим положением золотника с фиксацией золотника в рабочей и нейтральных позициях, с пружинным возвратом золотника в нейтральную позицию и т.д.

На рабочую секцию может быть установлен блок перепускных клапанов с двумя встроенными предохранительными клапанами на каждом рабочем отводе, которые перепускают рабочую жидкость из магистрали с высоким давлением в рабочую магистраль с низким (сливным) давлением.

Имеется блок перепускных клапанов со встроенными подпиточными клапанами. В этом случае при срабатывании предохранительного клапана слив рабочей жидкости осуществляется в сливной канал секции.

Между рабочими секциями может быть установлена промежуточная секция со встроенным обратным клапаном.

Схема каналов в промежуточной секции обеспечивает в одном варианте последовательное соединение (поочередное выполнение двух операций), в другом – объединение двух потоков, один из которых проходит через гидрораспределитель, другой подключается через промежуточную секцию.

Секционные распределители имеют ручное управление.

Техническая характеристика гидрораспределителей представлена в табл. 5.4.

Таблица 5.4

**Техническая характеристика секционных гидрораспределителей типов РС20.20, РС25.20, Р32.160, ПУМ-500 21.13.000**

Основные параметры	РС20.20	РС25.20	Р32.160	ПУМ-500...
1	2	3	4	5
Условный проход, мм	20	25	32	18
Давление на входе, МПа:				
номинальное	20	20	16	20
максимальное	25	25	17,5	35

1	2	3	4	5
Расход рабочей жидкости, л/мин: номинальный	100	160	250	80
максимальный	125	240	320	110
Максимальные внутренние утечки (при нейтральной позиции золотников), см <sup>3</sup> /мин	75	100	200	–
Сила, необходимая для перемещения золотника из нейтральной позиции в рабочие при номинальных давлении и потоке, Н, не более	30	30	45	260
Масса, кг:				
пятисекционного	24,5	44,5	70,4	27,7
семисекционного	35,8	66,1	104,0	–

Наиболее часто встречающаяся неисправность – подтекание рабочей жидкости по стыкам, что вызвано износом уплотнительных колец в стыке из-за деформации гидрораспределителя.

Устраняются дефекты путем замены колец и подгонки подводящих трубопроводов или заменой их гибкими рукавами. Подтяжку гаек стяжных шпилек производить динамометрическим ключом, одновременно контролируя легкость перемещения золотников.

Общий вид секционного гидрораспределителя ПУМ-500... представлен на рис. 5.2.

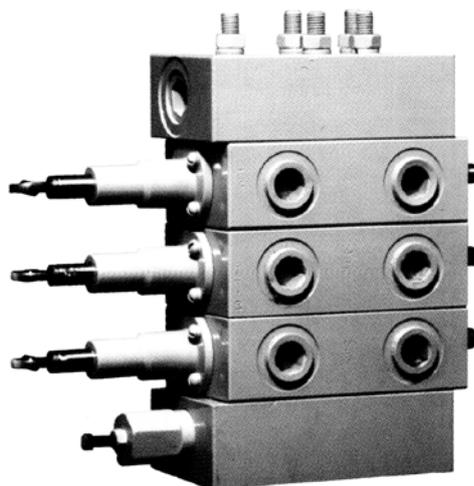


Рис. 5.2. Общий вид секционного гидрораспределителя ПУМ-500...

Гидрораспределитель моноблочный типа ГГ432Б (рис. 5.3) состоит из литого монолитного корпуса с рабочими отводами и подводами напора (Д) и слива (Т).

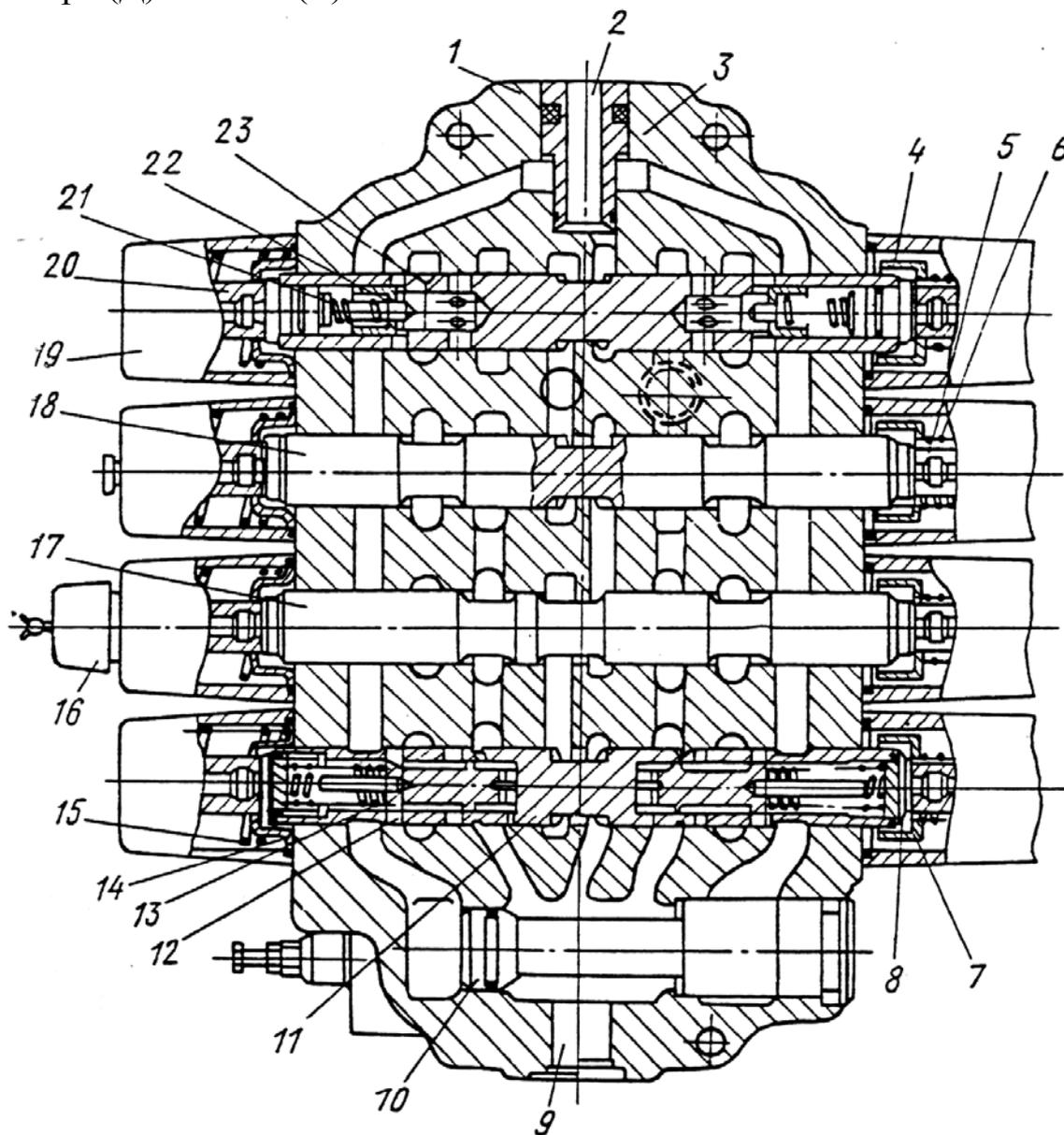


Рис. 5.3. Гидрораспределитель моноблочный ГГ432Б:

- 1 – корпус; 2 – сливной клапан (для переливного потока);
- 3 – сливной патрон (фланцевый); 4 – опора пружины (с проточкой);
- 5 – хвостовик пропорциональной пружины; 6 – пружина пропорциональная;
- 7 – опора пружины; 8 – палец; 9 – подвод от насоса; 10 – заглушка;
- 11 – золотник схемы; 7, 12 – поршни; 13, 21 – пружины;
- 14 – опора возвратной пружины; 15 – пружина возвратная;
- 16 – ограничитель хода; 17 – золотник схемы ; 18 – золотник схемы;
- 19 – крышка; 20 – хвостовик; 22 – клапан; 23 – золотник схемы

В корпусе размещены золотники, предохранительный клапан, сливной патрон. На хвостовике золотника установлены пропорциональные и возвратные пружины, удерживающие золотник в нейтральной позиции. Из нейтральной в рабочую позицию золотник перемещается под давлением управления, подводимым к крышкам золотника.

При перемещении золотника рабочие отводы поочередно соединяются с напорным или сливным каналом; переливной канал перекрывается, при этом площадь открытия переливного канала, определяющая величину потока, поступающего на слив, зависит от величины перемещения золотника, что в свою очередь определяется величиной давления управления.

Применяются семь различных схем золотников: с запертыми рабочими отводами в нейтральной позиции, с соединенными между собой и со сливом в нейтральной позиции, с суммированием потока в рабочей позиции и др.

Имеется исполнение золотника со встроенными обратными клапанами, предотвращающими обратный поток под воздействием нагрузки в момент переключения.

К корпусу гидрораспределителя могут быть пристыкованы предохранительные (вторичные) клапаны и подпиточные клапаны, блоки клапанов.

Крепление гидрораспределителей осуществляется болтами или винтами. Винты необходимо законтрить, не разрешается подтягивать болты и гайки во время работы гидрораспределителя.

Серийно выпускаются трех- и четырехзолотниковые гидрораспределители ГГ332Б, ГГ432Б, ГГ420А.

При моноблочном исполнении в отдельном корпусе каждого гидрораспределителя устанавливаются 2 – 4 золотника. Габариты и масса моноблочных гидрораспределителей меньше, чем секционных, поэтому они более удобны для размещения на машинах.

Моноблочная конструкция гидрораспределителей имеет ряд преимуществ, особенно при высоком давлении в гидросистеме.

Техническая характеристика моноблочных гидрораспределителей приведена в табл. 5.5.

На многих строительных и дорожных машинах, спроектированных на базе гусеничных и колесных тракторов, применяются моноблочные гидрораспределители типов Р-75 и Р-150, рассчитанные на номинальное давление 10 МПа.

Таблица 5.5

**Техническая характеристика моноблочных гидрораспределителей типов ГГ332, ГГ432, ГГ420**

Основные параметры	ГГ332	ГГ432Б	ГГ420А
	с тремя золотниками	с четырьмя золотниками	
Давление на входе, МПа:			
номинальное	32	32	32
максимальное	40	40	40
Давление управления, МПа:			
максимальное	2,5	2,5	2,5
минимальное	0,65	0,65	0,65
Расход рабочей жидкости, л/мин:			
номинальный	360	360	200
максимальный	400	400	210
Максимальные внутренние утечки, см <sup>3</sup> /мин	155	155	155
Масса, кг	121	128	50

Технические характеристики моноблочных гидрораспределителей на номинальное давление 10 МПа приведены в табл. 5.6 /5/.

Таблица 5.6

**Технические характеристики моноблочных гидрораспределителей на номинальное давление 10 МПа**

Параметр	Типоразмер				
	Р-75-22	Р-75-42	Р-75-23	Р-75-43	Р-150
1	2	3	4	5	6
Давление, МПа:					
номинальное	10	7	10	7	10
максимальное	13	10	13	10	13
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:					
номинальный	40...50	40...50	40...50	40...50	40...50
максимальный	75	75	75	75	75
Внутренние перетечки при давлении 6...7 МПа, см <sup>3</sup> /мин, не более	60	60	60	60	—

Окончание табл. 5.6

1	2	3	4	5	6
Потери давления в гидрораспределителе, МПа: при нейтральной позиции золотника при рабочей позиции золотника	0,35	0,35	0,35	0,35	–
	0,4	0,4	0,4	0,4	–
Допускаемое давление в сливной гидролинии, МПа, не более	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Количество золотников	2	2	3	3	3
Число позиций золотников	4	3	4	3	4
Масса гидрораспределителя, кг	10,1	10,1	15,5	15,5	37,5

Технические характеристики моноблочных гидрораспределителей на номинальное давление 32 МПа приведены в табл. 5.7 /5/.

Таблица 5.7

#### Технические характеристики моноблочных гидрораспределителей

Параметр	Условный проход, мм				
	16	20	25; 32	40	
Давление, МПа: номинальное максимальное	32	32	32	32	
	40	40	40	40	
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин: номинальный максимальный	90	160	360	600	
	125	200	400	630	
Внутренние перетечки при нейтральной позиции золотника и номинальном давлении, см <sup>3</sup> /мин, не более	80	100	130	–	
Давление в сливной гидролинии, МПа, не более	3	3	3	3	
Ход золотника из нейтральной позиции в рабочую, мм	9	12	14	17	
Масса корпуса блока (без присоединения клапанов), кг:					
	двухзолотникового	20	32	63	–
	трехзолотникового	25	47	84	–
четырёхзолотникового	30	62	105	–	

Секционный гидрораспределитель с ручным управлением типа Р50–3/... ГОСТ 8754–80 (рис. 5.4) предназначен для распределения потока рабочей жидкости в гидросистемах сельскохозяйственных машин /11, 12, 13/.

Количество рабочих секций в одном распределителе (блоке) минимальное – одна секция, максимальное – шесть секций.

В распределителях применяются типы рабочих секций:

- с двумя запорными клапанами 1, 4 (рис. 5.5);
- с одним запорным клапаном;
- без запорных клапанов.

Рабочие секции выполнены с двумя линиями или одной линией подвода к рабочему органу.

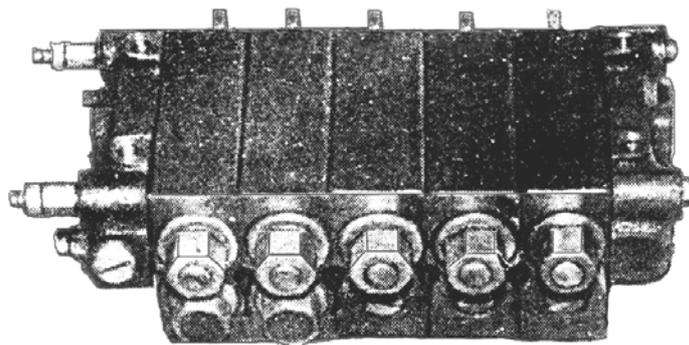


Рис. 5.4. Общий вид гидрораспределителя с ручным управлением Р50–3/...

Рабочие секции взаимозаменяемы, что дает возможность сборки распределителей различных схем комплектации.

Основными конструктивными элементами распределителя являются корпус 3 и запорно-регулирующий элемент – цилиндрический золотник 5 (см. рис. 5.5).

По числу характерных положений цилиндрического золотника гидрораспределитель – трехпозиционный.

Золотник 5 имеет цилиндрические пояски с острыми кромками. Рабочие проходные сечения в распределителе формируются кромками цилиндрических расточек корпуса 3 и цилиндрическими поясками золотника 5.

При перемещении золотника в рабочее положение «вверх» («вниз») рабочая жидкость под давлением от напорной полости Р че-

рез рабочее проходное сечение соединяется с полостью потребителя В (А). Запорные клапаны 1, 4 под действием давления жидкости открыты. Одновременно поршень 2 под действием давления жидкости смещается, открывая клапаны 1, 4, что обеспечивает пропускание рабочей жидкости от потребителя А (В) через второе рабочее проходное сечение к сливной линии Т.

Установка золотников распределителя в рабочее положение осуществляется переключением рукояток управления.

Рукоятки управления через тяги рычагов закреплены на золотниках рабочих секций распределителя.

Автоматическая установка золотников из рабочих положений в нейтральное производится под действием возвратных пружин б, установленных на золотниках, при снятии усилия с рукояток управления.

Технические характеристики гидрораспределителей типа Р... ГОСТа (8754–80) (ОСТ 23.1.96–88 для Р160) приведены в табл. 5.8 /11, 12, 13/.

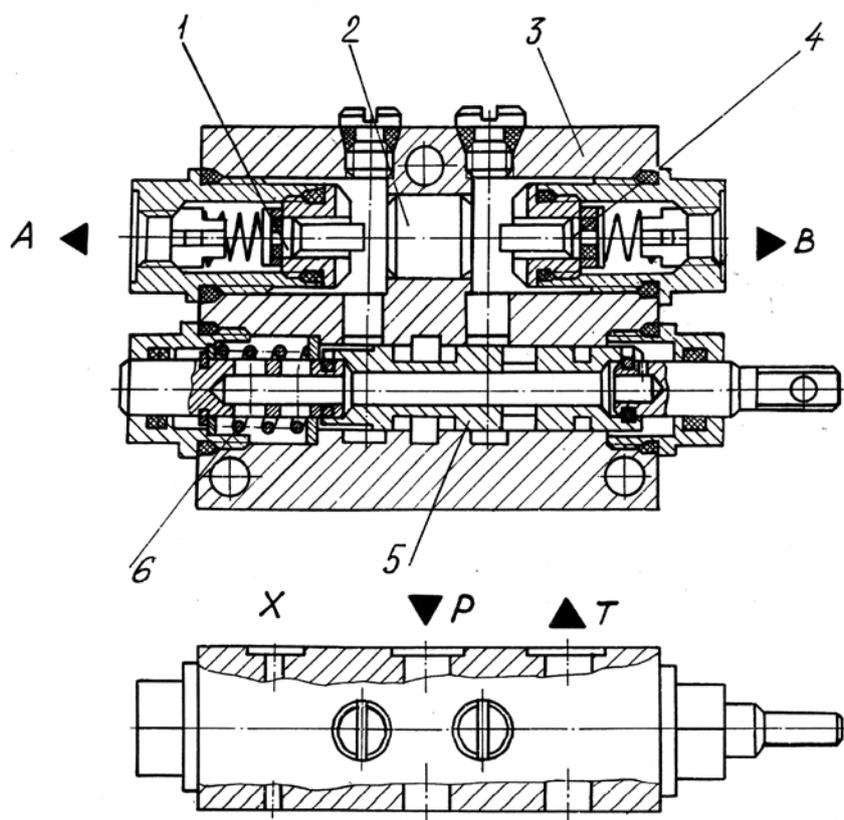


Рис. 5.5. Рабочая секция гидрораспределителя Р50–3/... с ручным управлением: 1, 4 – запорные клапаны; 2 – поршень; 3 – корпус; 5 – золотник; 6 – пружина

Таблица 5.8

**Технические характеристики гидрораспределителей  
типа Р... (ГОСТа 8754–80, ОСТ 23.1.96–88 – для Р160...)**

Параметр	Типоразмер			
	Р50–3/...	РЭГ50–3/...	Р80–2/1... (Р80–3/1...)	Р160–3/1...
Условный проход, мм	12	12	20	25
Давление, МПа:				
номинальное	16	16	14 (16)	16
максимальное	20	20	17,5 (20)	20
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:				
номинальный	50	50	80	160
максимальный	60	60	(120)	200
Конструктивное исполнение	Секционный		Моноблочный	
Количество золотников	–	–	2 (3)	3
Диаметр золотника, мм	–	–	25	32
Число позиций золотников	3	3	4	4
Максимальное количество рабочих секций	6	–	–	–
Управление	Ручное	Электро- гидравли- ческое	Ручное	
Сила управления, Н, не бо- лее	200	–	–	–
Давление управления, МПа:				
максимальное	–	20	–	–
минимальное	–	2	–	–
Электрический ток управ- ления		Постоян- ный		
Напряжение питания, В	–	24	–	–
Масса, кг	19	19	10,1...15,3	36

*Примечание.* Моноблочные гидрораспределители имеют встроенные предохранительные клапаны.

### 5.1.2. Обратные клапаны и гидрозамки

Обратные клапаны предназначены для пропускания потока рабочей жидкости в одном направлении и для перекрытия потока рабочей жидкости в обратном.

В отрасли строительного и дорожного машиностроения разработаны семь типоразмеров обратных клапанов одного конструктивного исполнения с условным проходом от 6 до 32 мм.

На мобильных машинах наибольшее применение находят клапаны с условным проходом 16, 20, 25 и 32 мм. Основные параметры обратных клапанов приведены в табл. 5.9 /5/.

Таблица 5.9

Основные параметры обратных клапанов типа 61

Типоразмер клапана	Условный проход, мм	Номинальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	Масса, кг
61100	16	63	0,53
61200	20	100	0,92
61300	25	160	1,83
61400	32	250	2,31

Конструкция обратного клапана автомобильного крана представлена на рис. 5.6.

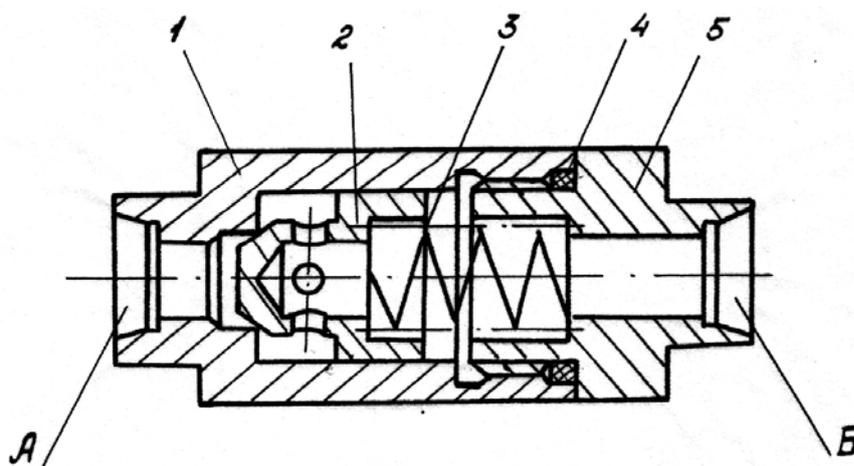


Рис. 5.6. Обратный клапан:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – кольцо уплотнительное;  
5 – штуцер; А – подвод рабочей жидкости; В – отвод рабочей жидкости

Гидрозамки предназначены для пропускания потока рабочей жидкости в одном направлении и перекрытия его в обратном направлении при отсутствии управляющего воздействия и пропускания потока в обоих направлениях при наличии управляющего воздействия.

Общий вид обратного клапана 530.25.00 приведен на рис. 5.7, а клапана 531.20.00 – на рис. 5.8.



Рис. 5.7. Общий вид обратного клапана типа 530.25.00

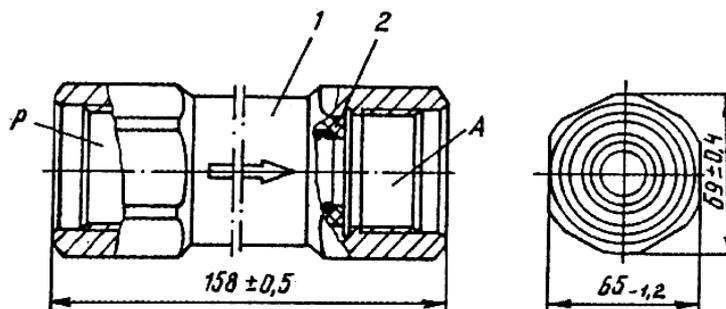


Рис. 5.8. Общий вид обратного клапана типа 531.20.00

Техническая характеристика обратных клапанов типов 530... и 531... приведена в табл. 5.10.

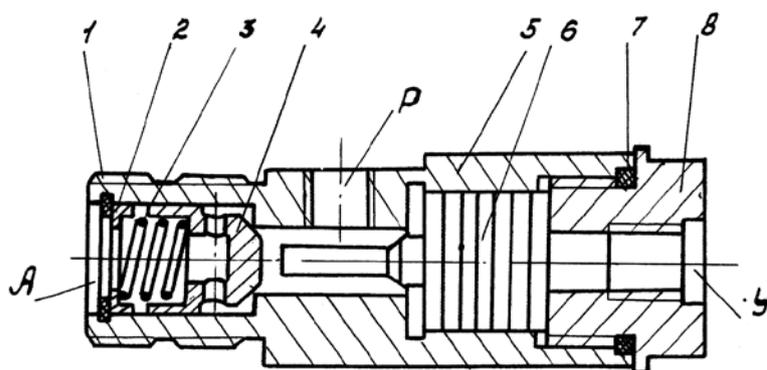


Рис. 5.9. Гидрозамок:

1 – стопорное кольцо; 2 – шайба; 3 – пружина; 4 – клапан;  
5 – корпус; 6 – поршень; 7 – кольцо уплотнительное; 8 – штуцер; *P* – подвод рабочей жидкости; *A* – отвод рабочей жидкости; *У* – управление

**Техническая характеристика обратных клапанов типов 503... и 531...**

Основные параметры	530.25.00 (патронного исполнения)	531.20.00	531.25.00
Условный проход	25	20	25
Давление нагнетания номинальное, МПа	40	40	40
Давление открывания, МПа	0,1	0,1	0,1
Номинальный перепад давления, МПа	0,8	0,4	0,8
Поток рабочей жидкости номинальный, л/мин	320	200	320
Масса, кг	0,29	1,16	1,12
Присоединительный размер, мм	–	M42x2	M48x2

Конструкция гидрозамка автомобильного крана представлена на рис. 5.9.

Общий вид гидрозамков приведен на рис. 5.10.

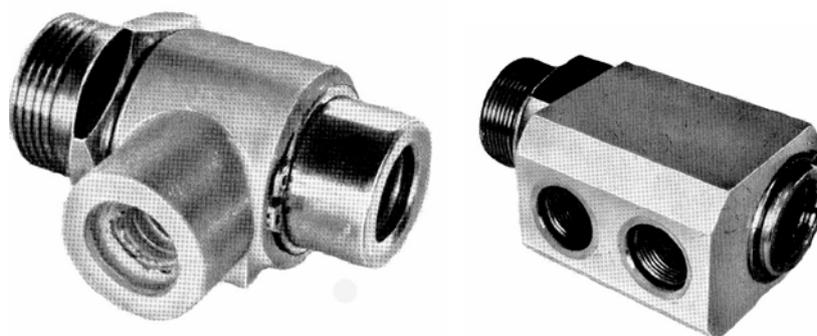


Рис. 5.10. Общий вид гидрозамков 541.08 (слева) и 541.12 (справа)

Обычно гидрозамки устанавливают между гидрораспределителем и гидроцилиндром для надежной фиксации и предотвращения самопроизвольного движения рабочих органов машины из-за перетечек рабочей жидкости в гидрораспределителе.

Имеются два конструктивных исполнения гидрозамков: односторонний гидрозамок с одним запорно-регулирующим элементом и двусторонний гидрозамок с двумя запорно-регулирующими элементами. Гидрозамки включают в себя обратные клапаны и цилиндры управления для принудительного открытия гидрозамков.

Односторонние гидрозамки перекрывают одну гидролинию, а двусторонние – обе гидролинии, идущие от гидрораспределителя к гидроцилиндру.

В гидросистемах мобильных машин наибольшее применение получили односторонние гидрозамки с условным проходом 16, 20, 25 и 32 мм, а также разгруженного (типоразмеры 616–619) и неразгруженного (типоразмеры 621–624) типов, имеющие конический запорный элемент.

Основные параметры односторонних гидрозамков, рассчитанных на номинальное давление 31,5 МПа, максимальное 35 МПа, приведены в табл. 5.11 /5/, а гидрозамков типа 541... – в табл. 5.12 /10/.

Таблица 5.11

**Основные параметры односторонних гидрозамков**

Типоразмер	Условный проход, мм	Номинальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
61600	16	63	140x100x75	4,2
61700	20	100	140x100x75	4,2
61800	25	160	180x120x75	8,6
61900	32	250	180x120x75	8,6
62100	16	63	190x120x75	9,12
62200	20	100	190x120x75	9,42
62300	25	160	190x120x75	9,47
62400	32	250	180x120x75	9,36

Таблица 5.12

**Техническая характеристика гидрозамков типов 541.08, 541.12, У4610.35Б**

Основные параметры	Типы гидрозамков		
	541.08	541.12	У4610.35Б
1	2	3	4
Давление на входе номинальное, МПа	25	25	25
Давление управления, МПа:			
минимальное	0,2	0,3	0,05
максимальное	10	13	2,1
Отношение площадей поршня управления и клапана	3,3	2,5	20
Расход рабочей жидкости номинальный, л/мин	16	63	160
Масса, кг	1,2	2,8	7,0
Габаритные размеры, мм:	(см. рис. 5.11)		
			–

	1	2	3	4
а		60	102	–
б		78	124	–
в		84	133	–
г		M33x2–8g	M43x2–8g	–
д		2xM18x1,5–6H	2xM27x2–2H	–
е		41	55	–
ж		63	71	–

Гидрозамок односторонний (рис. 5.11) состоит из корпуса *1* и размещенных в нем обратного клапана *4* и управляющего поршня *2*. Гидрозамок типов 541.08 и 541.12 устанавливаются в корпус цилиндра или в специальный корпус посредством резьбового присоединения конца с отверстием *A*; напорная линия подводится к отверстию *P*, а давление управления – к отверстию *У* также резьбовым присоединением; при подаче давления к отверстию *P* рабочая жидкость свободно проходит через обратный клапан к цилиндру, при отключении давления в напорной линии обратный клапан запирает полость цилиндра под сохраняющимся в нем давлением. При подаче давления управления поршень, перемещаясь, открывает обратный клапан, позволяя рабочей жидкости из цилиндра пройти на слив через отверстие *P*. Величина давления управления определяется соотношением площадей клапана и поршня. Корпус в гидрозамках 541.08 и 541.12 выполнен поворотным, что улучшает возможности монтажа.

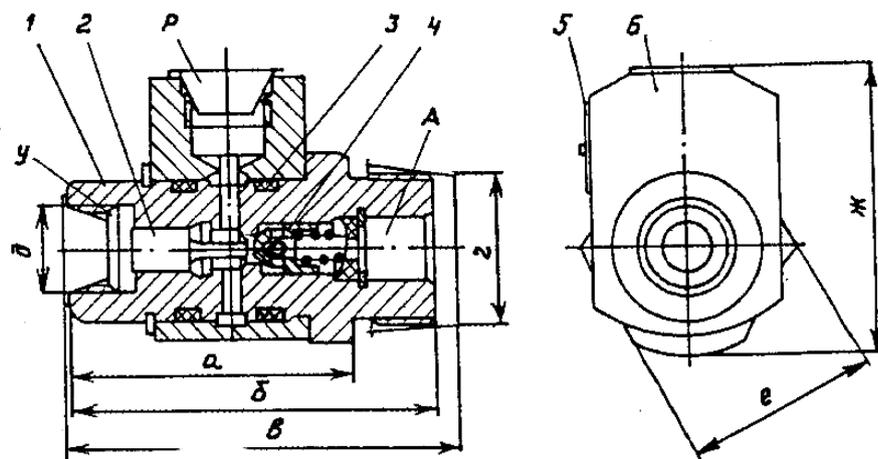


Рис. 5.11. Гидрозамок односторонний типа 541.08:  
*1* – корпус; *2* – поршень; *3* – кольцо уплотнительное; *4* – обратный клапан;  
*5* – пластинка; *б* – угольник; *A* – отвод рабочей жидкости;  
*P* – подвод; *У* – управление

При нарушении герметичности обратного клапана возможна утечка рабочей жидкости из полости цилиндра. Выход из строя резиновых уплотнений вызывает наружную течь.

### ***5.1.3. Гидравлические клапаны давления***

Гидроклапаны давления, предназначенные для регулирования давления рабочей жидкости, подразделяют по следующим признакам: по назначению – напорные, редуционные, разности давлений и соотношения давлений; по воздействию потока на запорно-регулирующий элемент – клапаны прямого и непрямого действия.

В клапанах прямого действия рабочее проходное сечение изменяется в результате непосредственного воздействия потока рабочей жидкости на запорно-регулирующий элемент. Увеличение номинального давления приводит к значительному увеличению размеров пружин клапанов прямого действия, а следовательно, габаритных размеров самих клапанов. Поэтому в гидроприводах с высоким давлением применяют клапаны непрямого действия, представляющие собой совокупность двух клапанов: основного и вспомогательного. В этих клапанах рабочее проходное сечение основного клапана изменяется в результате воздействия потока рабочей жидкости на запорно-регулирующий элемент вспомогательного клапана.

Напорным клапаном называют гидроклапан давления, предназначенный для ограничения давления в подводимом к нему потоке рабочей жидкости.

Напорные клапаны по назначению подразделяются на предохранительные и переливные.

Предохранительные клапаны предназначены для предохранения гидроприводов от давлений рабочей жидкости, превышающих установленные. Предохранительные клапаны являются клапанами эпизодического действия, т.е. при нормальных нагрузках гидроприводов они закрыты и открываются лишь при давлении рабочей жидкости в гидросистеме, превышающем установленное.

Переливные клапаны предназначены для поддержания заданного давления в напорной линии путем непрерывного слива рабочей жидкости во время работы. Переливные клапаны применяют в гидроприводах с дроссельным регулированием.

Шариковые и конические переливные клапаны отличаются от предохранительных лишь характеристикой пружин.

В напорной камере моноблочного гидрораспределителя устанавливается первичный предохранительный клапан непрямого действия в виде легко заменяемого патрона. На корпусе гидрораспределителя устанавливаются дополнительные (вторичные) предохранительные клапаны. Эти клапаны предназначены для ограничения максимального давления в гидроцилиндрах, возникающего от реактивных или инерционных нагрузок при закрытых рабочих отводах гидрораспределителя. Вторичные предохранительные клапаны, устанавливаемые на корпусе гидрораспределителя, могут быть прямого и непрямого действия. Для предохранения от перегрузок гидромоторов к корпусу гидрораспределителя прикрепляют специальные блоки, включающие в себя два предохранительных и два подпиточных клапана. С помощью этих гидроаппаратов в процессе разгона или торможения гидромоторов часть потока рабочей жидкости из полости высокого давления отводится в полость низкого давления, предохраняя гидромоторы от перегрузок. Подпиточные (обратные) клапаны предназначены для восполнения объемных потерь жидкости и исключения разрыва сплошности потока в линиях гидромотора.

Основные параметры и характеристики вторичных предохранительных клапанов (К2) и блоков предохранительных клапанов (К3) прямого действия приведены в табл. 5.13 и 5.14 /5/.

Таблица 5.13

**Основные параметры предохранительных клапанов и блоков предохранительных клапанов прямого действия**

Параметр	K21002	K21602; K31602	K22001	K32001
	K21003	K21603; K31603	K22002	K32002
Условный проход, мм	10	16	20	
Максимальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	120	200	400	

Таблица 5.14

**Характеристики предохранительных клапанов прямого действия**

Условный проход гидрораспределителя, мм	Типоразмер клапана	Вид регулирования	Диапазон регулирования давления, МПа	Масса, кг
1	2	3	4	5
16, 20	K21002	Шайбами	8...20	1
16, 20	K21003	-//-	18...35	1

Окончание табл. 5.14

1	2	3	4	5
20, 32	K21602	-//-	8..20	4,09
20, 32	K21603	-//-	18...35	4,05
20, 32	K21604	Винтом	18...35	4,3
32	K22001	-//-	18...35	4,1
32	K22002	Шайбами	18...35	4

Основные параметры и характеристики вторичных предохранительных клапанов и блоков предохранительных клапанов непрямого действия приведены в табл. 5.15 и 5.16 /5/.

Таблица 5.15

**Основные параметры предохранительных клапанов и блоков предохранительных клапанов непрямого действия**

Параметр	Типоразмер		
	K31001 K31002	ГГ416-10.000 К 31601	ГГ420-10.000 К 22003 К 22003-010 К 32003
Условный проход, мм	10	16	20
Максимальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	120	200	400

Таблица 5.16

**Характеристики предохранительных клапанов и блоков предохранительных клапанов непрямого действия**

Условный проход гидрораспределителя, мм	Типоразмер	Диапазон регулирования давления, МПа	Масса, кг
16, 20	ГГ416-10.000	5...31,5	–
20, 32	ГГ420-10.000	5...31,5	1,2
20, 32	К 22003-010	5...31,5	0,6
32	К 22003	5...31,5	3,6
16	К 31001	5...42	4,5
20	К 31002	5...42	4,75
32	К 31601	5...42	13,5
32	К 32003	5...31,5	17,1

*Примечание.* Клапаны ГГ416-10.00, ГГ420-10.00, К 22003-010 – клапаны патронного типа.

Для гидросистем строительных и дорожных машин выпускаются также следующие предохранительные гидроклапаны и блоки предохранительных клапанов: гидроклапаны 510.32.00, 510.32.10 и 63600.01 непрямого действия патронного исполнения, гидроклапаны типа 520... прямого действия патронного исполнения, гидроклапаны типа 521... прямого действия в корпусном исполнении, блоки гидроклапанов 64600, 64700, 64800 непрямого действия.

Основные характеристики указанных предохранительных гидроклапанов приведены в табл. 5.17–5.20.

Таблица 5.17

### Характеристики предохранительных клапанов непрямого действия

Параметр	Типоразмер			
	510.32.00 510.32.10	510.32.00А 510.32.10А	510.20.00А 510.20.10А	63600.01
Условный проход, мм	32	32	20	32
Диапазон регулирования давления, МПа	1...50	1...50	1...50	5...32
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:				
номинальный	400	–	–	320
максимальный	500	600	400	–
минимальный	20	–	–	–
Максимальные внутренние утечки, см <sup>3</sup> /мин	335	–	–	–
Вид регулирования	Винтом	–	–	Винтом
Масса, кг	0,64 (0,63)	0,64	0,31	–

*Примечания:* 1. Значение массы 0,63 кг относится к гидроклапану 510.32.10.  
2. Клапан 510.32.00 отличается от клапана 510.32.10 тем, что у него сливные полости основного и вспомогательного клапанов разделяются, а в клапане 510.32.10 соединяются.

Общий вид клапана 510.20.00А приведен на рис. 5.12.



Рис. 5.12. Предохранительный клапан 510.20.00.А

Таблица 5.18

**Характеристики предохранительных клапанов прямого действия типа 520**

Параметр	Типоразмер		
	520.12.10.01 (520.12)	520.16.10.01 (520.16)	520.20.10.01 (520.20)
Условный проход, мм	16	20	25
Диапазон регулирования давления, МПа	10...32	10...32	10...32
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:			
номинальный	100	160	250
максимальный	150	250	400
Масса, кг	0,65	0,9	1,9

Таблица 5.19

**Характеристики предохранительных клапанов прямого действия типа 521**

Параметр	Типоразмер		
	521.20.06.00 (521.20)	521.25.06.00 (521.25)	521.32.06.00
1	2	3	4
Условный проход, мм	16	20	25

1	2	3	4
Диапазон регулирования давления, МПа	10...32	10...32	10...32
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:			
номинальный	100	160	250
максимальный	150	250	400
Масса, кг	2,5	4,3	—

Предохранительный клапан прямого действия типа 521... представлен на рис. 5.13. Он состоит из корпуса 1 и встроенного клапана патрона 2. Корпус имеет резьбовые отверстия для присоединения подводящего отверстия Р и отводящего сливного С.

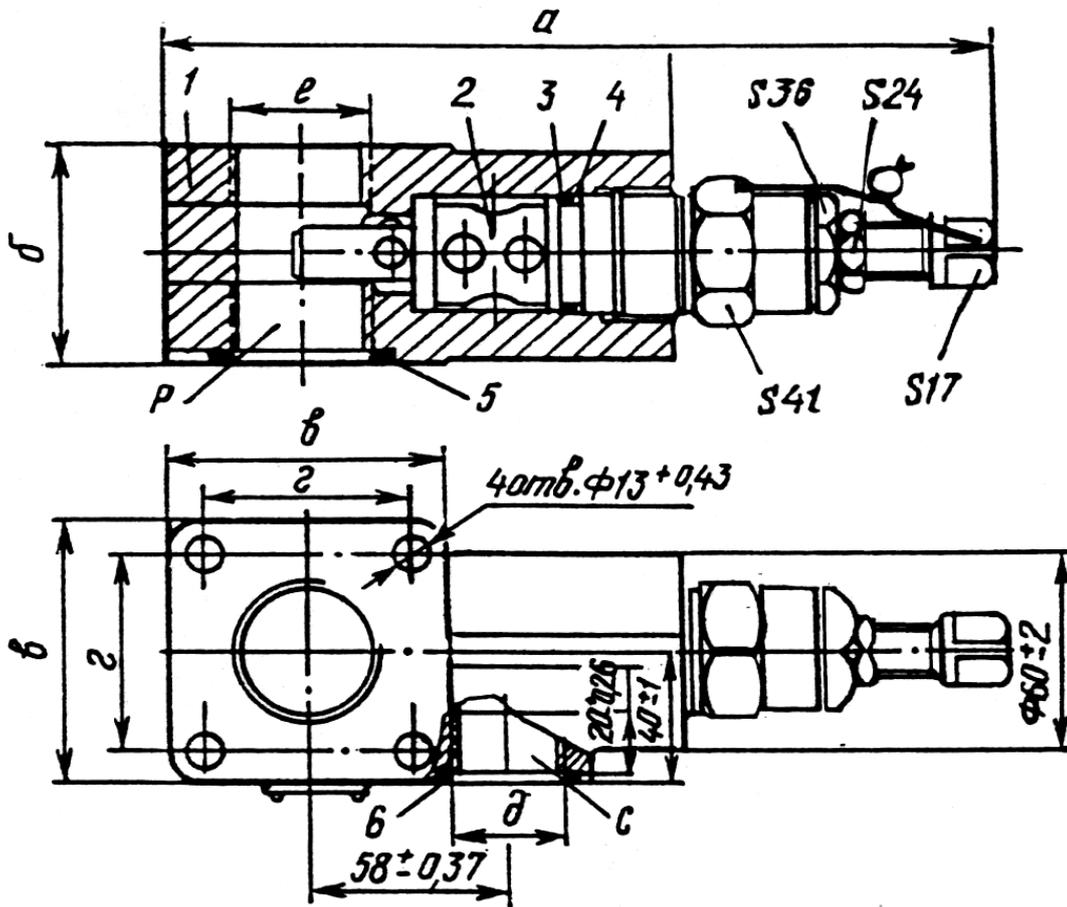


Рис. 5.13. Клапан предохранительный типа 521...:  
 1 – корпус; 2 – клапан; 3, 5 – кольца уплотнительные; 4 – шайба защитная;  
 б – прокладка; Р – подвод рабочей жидкости; С – отвод

**Характеристики блоков предохранительных клапанов  
непрямого действия**

Параметр	Типоразмер		
	64600	64700	64800
Условный проход, мм	25	32	32
Диапазон регулирования давления, МПа	5...17,5	5...17,5	5...17,5
Расход рабочей жидкости, дм <sup>3</sup> /мин:			
	номинальный	160	250
максимальный	10	10	10
Масса, кг	6,5	6	12

*Примечание.* Блоки гидроклапанов 64600, 64700, 65800 состоят из корпуса и двух предохранительных гидроклапанов типа 63600.01. В блоке 64800 дополнительно имеются два обратных клапана.

**5.1.4. Дроссели с обратными клапанами**

Регулируемые дроссели с обратными клапанами (рис. 5.14) предназначены для ограничения потока рабочей жидкости в одном направлении и свободного пропускания его в другом.

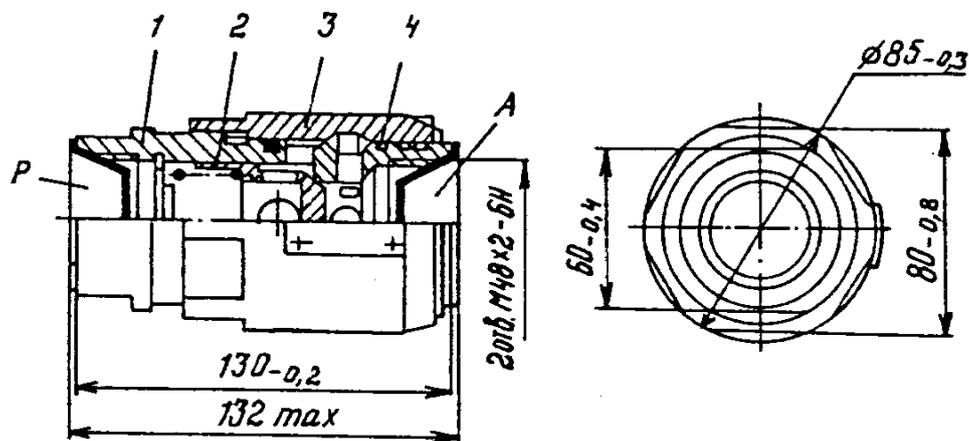


Рис. 5.14. Дроссель с обратным клапаном типа 62900:  
1 – корпус; 2 – клапан; 3 – корпус поворотный; 4 – кольцо;  
P – подвод рабочей жидкости; A – отвод

В гидросистемах машин дроссель с помощью резьбы присоединяется к трубопроводам на входе в гидролинию или на выходе из него для обеспечения плавного опускания рабочего оборудования. Обратный клапан открывается при давлении 0,05 МПа.

Основные параметры дросселей с обратными клапанами приведены в табл. 5.21 /5/.

Таблица 5.21

**Основные параметры дросселей с обратными клапанами типа 62...**

Условный проход, мм	Типоразмер	Номинальный расход, дм <sup>3</sup> /мин	Давление, МПа		Масса, кг
			номинальное	максимальное	
16	62600	63	32	35	1,1
20	62700	100	32	35	1,9
25	62800	160	32	35	3,2
32	62900	250	32	35	3,8

### 5.1.5. Блоки управления

Блоки управления типа 60... предназначены для получения на выходе сигнала давления, пропорционального повороту рукоятки (педали) блока.

Блок управления четырехзолотниковый имеет четыре рабочих отвода, в которых давление на выходе увеличивается поочередно при повороте рукоятки от нажатия на соответствующий толкатель и уменьшается при возврате рукоятки в нейтральное положение. Подводимое к блоку давление редуцируется золотником блока и изменяется пропорционально повороту рукоятки (или педали).

Блок типа 601...А (рис. 5.15, 5.17) имеет одну рукоятку на шариковом шарнире, четыре золотника с пружинами возврата. Рукоятка включает поочередно каждый золотник, но может включать одновременно два смежных золотника;

блок типа 602...А (рис. 5.16, 5.17) четырехзолотниковый имеет две независимые рукоятки управления с кулачками, с фиксацией рукоятки в крайних и нейтральном положениях с помощью шариковых фиксаторов; угол поворота рукоятки  $25^\circ \pm 25'$ ;

блок 605...А (см. рис. 5.16, 5.17) четырехзолотниковый имеет две независимые рукоятки управления с кулачками, с пружинным возвратом рукоятки; угол поворота  $27^\circ \pm 15'$ ;

блок типа 606...А (рис. 5.18) двухзолотниковый с двумя независимыми педалями управления на общей оси с возвратом педалей в нейтральное положение при снятии с них управляющего усилия.

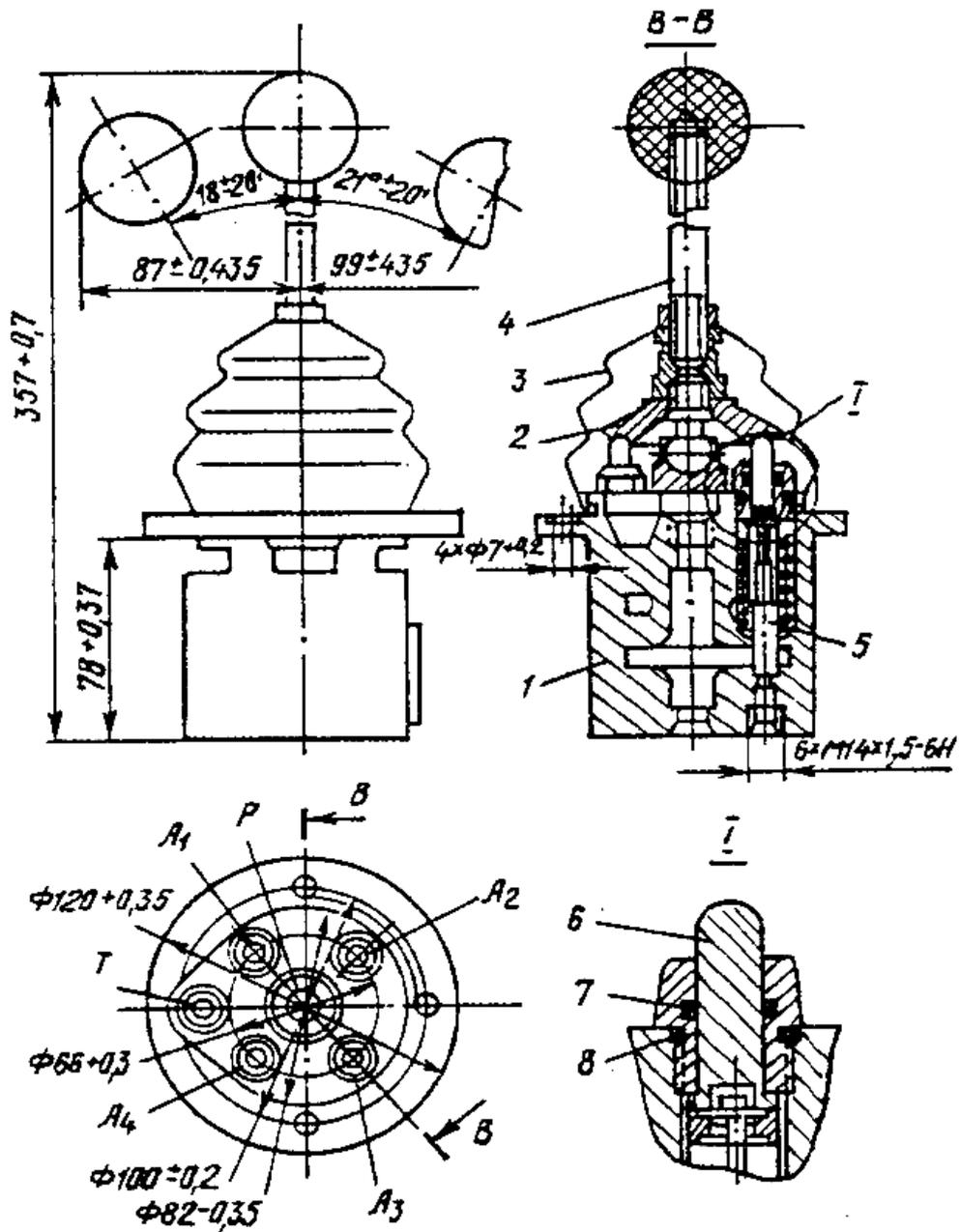


Рис. 5.15. Блок управления типа 601...А:

1 – корпус; 2 – тарелка; 3 – чехол; 4 – рычаг; 5 – золотник; 6 – толкатель;  
7 – манжета; 8 – кольцо; А1...А4 – отводы; Р – подвод; Т – слив

Блоки управления устанавливаются в кабине машиниста и используются, как правило, для управления золотниками гидрораспределителей типа ГГ...; давление питания к блокам подводится от отдельного насоса или от основного насоса через редукционный клапан.

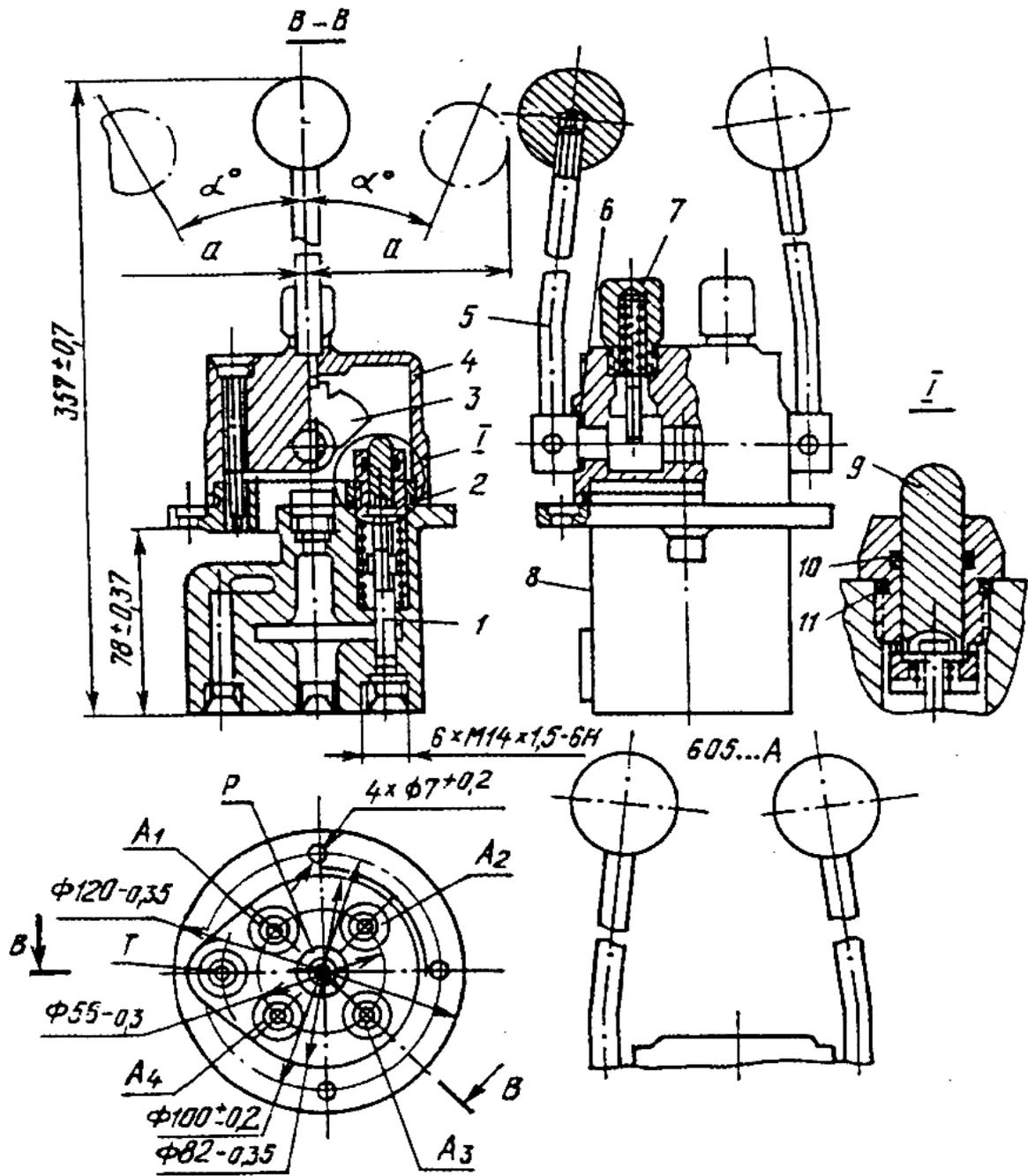


Рис. 5.16. Блок управления типа 602...А, 605...А:  
 1 – золотник; 2, 11 – кольца; 3 – кулачок; 4 – крышка; 5 – рычаг;  
 6, 10 – манжеты; 7 – пробка фиксатора; 8 – корпус; 9 – толкатель;  
 10, 11 – уплотнения;  
 А1...А4 – отводы; Р – подвод; Т – слив

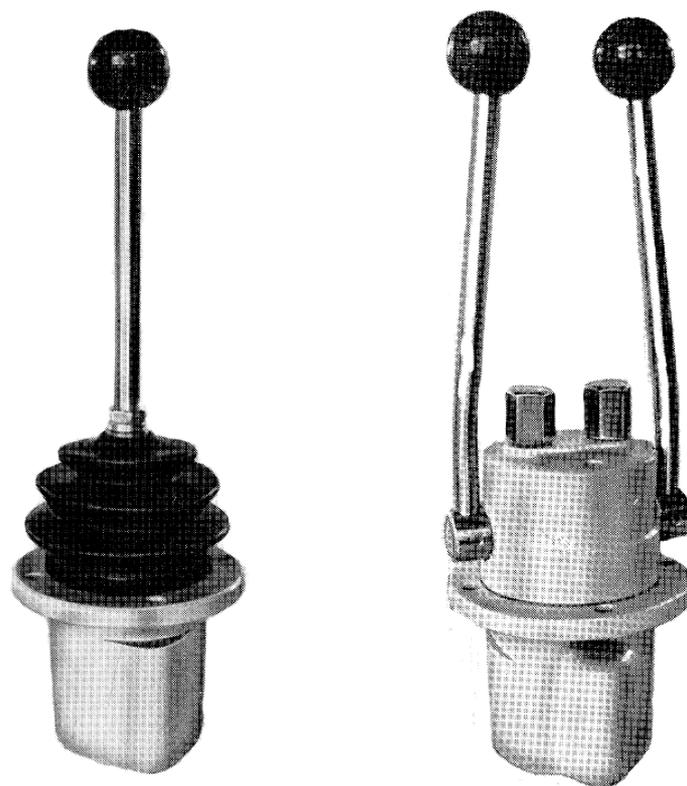


Рис. 5.17. Блоки управления типа 601... (слева); 602..., 605...(справа)

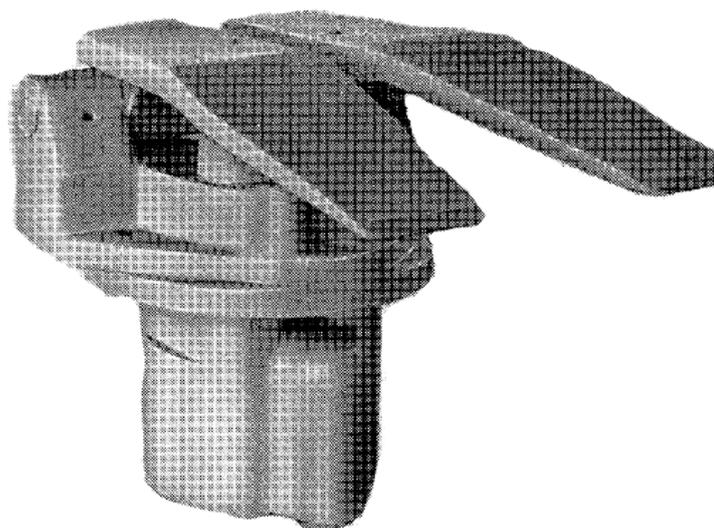


Рис. 5.18. Блок управления типа 606...

Техническая характеристика блоков представлена в табл. 5.22 /10/.

Таблица 5.22

**Техническая характеристика блоков  
типов 601...А, 602...А, 605...А и 606...А**

Основные параметры	601...А	602...А	605...А	606...А
Давление, МПа: номинальное максимальное	2,5 5	2,5 5	2,5 5	2,5 5
Расход рабочей жидкости номиналь- ный, л/мин	16	16	16	16
Давление редуцирования, МПа: максимальное минимальное	2,5 0,65	2,5 0,65	2,5 0,65	2,5 0,65
Сила, приложенная к рукоятке (педа- ли) управления при номинальном давлении, Н, не более	3	3	3	7,5
Масса, кг	2,1	3,5	3,5	2,8

Наиболее часто встречающиеся отказы блоков управления – вы-  
ход из строя манжеты на толкателе и, как следствие, наружные утеч-  
ки.

## 5.2. Зарубежная гидроаппаратура

### 5.2.1. Гидрораспределители

Гидрораспределители фирмы «Гидроаппаратура» (г. Харьков, Украина) изготавливаются двухпозиционными, трехпозиционными; с ручным, электромагнитным, гидравлическим управлением.

На рис. 5.19 изображен общий вид трехпозиционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением типа РЕ.

В табл. 5.23 приведены основные параметры данной серии гидрораспределителей.



Рис. 5.19. Гидрораспределитель с электромагнитным управлением типа РЕ /42/

Таблица 5.23

**Основные параметры гидрораспределителей типа РЕ**

Условный проход, мм	6	10	16	20
Давление, МПа	32	35	25	35
Расход рабочей жидкости, л/мин	До 120	До 120	До 160	До 360
Количество позиций	3	2	3	3
Тип управления	Электромагнитное	Электромагнитное	Электрогидравлическое	Электрогидравлическое

На рис. 5.20 изображен общий вид секционного гидрораспределителя с электромагнитным управлением типа ГЕС, с номинальным давлением 35 МПа и расходом до 25 л/мин.

На рис. 5.21 изображен общий вид секционного гидрораспределителя с ручным управлением типа ГРС с номинальным давлением 25 МПа и расходом рабочей жидкости до 63 л/мин.



Рис. 5.20. Гидрораспределитель секционный с электромагнитным управлением типа ГЕС /42/



Рис. 5.21. Гидрораспределитель секционный с ручным управлением типа ГРС /42/

Золотниковые гидрораспределители фирмы Parker (США) имеют большой ряд исполнений. Они так же, как и отечественные гидрораспределители, классифицируются по типу управления и количеству рабочих позиций.

Гидрораспределители изготавливаются как стандартными, так и с датчиками положений.

Температура окружающей среды для работы данных гидрораспределителей должна составлять от  $-20$  до  $+80$  °С.

Рекомендуемая вязкость рабочей жидкости для обеспечения номинального давления и расхода составляет от 30 до 80 сСт. Фильтрация масла по ISO 4406 – 18 класс.

На рис. 5.22 изображен общий вид двухпозиционного распределителя с электрогидравлическим управлением типа D31DW. В табл. 5.24 приведены его основные технические характеристики.



Рис. 5.22. Гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением /35/

Таблица 5.24

**Основные параметры гидрораспределителей типа D31DW**

Условный проход, мм	10	16	25	32
Давление, МПа	35			
Расход рабочей жидкости, л/мин	170	300	700	200



Рис. 5.23. Гидрораспределитель с ручным управлением /35/

Таблица 5.25

**Основные параметры гидрораспределителей типа D1V**

Условный проход, мм	6	10	16	25
Давление, МПа	35			
Расход рабочей жидкости, л/мин	80	130	300	700

На рис. 5.23 изображен общий вид гидрораспределителя с ручным управлением, в табл. 5.25 приведены основные параметры данной серии гидрораспределителей.

### 5.2.2. Обратные клапаны и гидрозамки

Общий вид обратного клапана фирмы «Гидроаппаратура» (г. Харьков, Украина) изображен на рис. 5.24.



Рис. 5.24. Обратный клапан /42/

В табл. 5.26 приведены основные параметры обратных клапанов типа КЛ данного производителя.

Таблица 5.26

#### Основные параметры обратных клапанов типа КЛ /42/

Параметры/Обозначение	КЛ10	КЛ16	КЛ20	КЛ25	КЛ32
Условный проход, мм	10	16	20	25	32
Давление на входе, МПа:					
максимальное	38	38	38	38	38
номинальное	32	32	32	32	32
Расход рабочей жидкости, л/мин:					
максимальное	50	125	200	300	400
номинальное	32	63	125	160	250

Общий вид гидрозамка фирмы «Гидроаппаратура» (г. Харьков, Украина) изображен на рис. 5.25. Данные гидрозамки изготавливаются с условными проходами 8, 12, 16 мм.

Номинальное давление составляет 20 МПа.

Расход рабочей жидкости – от 16 до 63 л/мин.

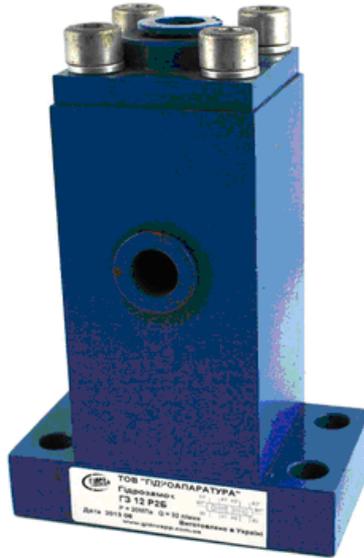


Рис. 5.25. Гидрозамок типа ГЗ /42/

### 5.2.3. Гидравлические клапаны давления

Фирма Parker (США) изготавливает предохранительные клапаны золотникового и клапанного типов.

Клапаны данной фирмы изготавливаются предохранительными, редуцированными, клапанами последовательности давлений.

На рис. 5.26 изображен внешний вид гидроклапана предохранительного золотникового типа серии VS.

Для клапанов данной фирмы характерно несколько ступеней регулирования давления.



Рис. 5.26. Гидроклапан типа VS /35/

Клапан предохранительный непрямого действия фирмы «Гидроаппаратура» (г. Харьков, Украина) изображен на рис. 5.27.

В табл. 5.27 приведены основные параметры данного гидроклапана.



Рис. 5.27. Гидроклапан типа КП /42/

Таблица 5.27

**Основные параметры гидроклапанов непрямого действия КП**

Условный проход, мм	10	20	32
Давление, МПа	До 32		
Расход рабочей жидкости, л/мин	До 160	До 400	До 630

**5.2.4. Блоки управления**

Блоки управления для мобильных машин фирмы Либхер представлены на рис. 5.28.



Рис. 5.28. Блоки управления фирмы Либхер /39/

В табл. 5.28 приведены основные характеристики блоков управления фирмы Либхер (Германия).

Таблица 5.28

**Технические характеристики блоков управления /39/**

Количество потребителей	4
Входное давление, МПа	До 50
Расход рабочей жидкости (в гидро-системе управления), л/мин	До 16

**Контрольные вопросы и задания**

1. Какие функции выполняет гидроаппаратура?
2. Назовите примеры гидроаппаратов.
3. Для чего предназначен фильтр?
4. Для чего предназначен обратный клапан?
5. Для чего предназначен предохранительный клапан?
6. Для чего предназначен гидрораспределитель?
7. Каково назначение и принцип работы гидрозамка?
8. Какие типы управления гидрораспределителем вы знаете?
9. Как изображаются на гидравлических схемах предохранительный клапан и редуционный клапан?
10. Как изображается на гидравлических схемах обратный клапан?
11. Как изображается на гидравлических схемах дроссель?
12. Как изображается на гидравлических схемах распределитель?

## **6. ФИЛЬТРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ, ГИДРОБАКИ И ГИДРОЛИНИИ**

### **6.1. Фильтры**

Строительные и дорожные машины работают на открытом воздухе в условиях повышенной запыленности, особенно в летнее время. Абразивные частицы (песок и др.) проникают в гидросистему через сапун и уплотнения штоков гидроцилиндров, а также при дозаправке рабочей жидкости и ремонте. Кроме того, жидкость загрязняется продуктами износа деталей гидроагрегатов. Таким образом, в рабочей жидкости всегда присутствуют твердые механические примеси, которые приводят к преждевременному выходу из строя гидроагрегатов.

Для очистки рабочей жидкости от механических примесей в гидросистемах машин применяют фильтры.

К основным параметрам фильтров относят следующие: номинальную тонкость фильтрации в мкм; номинальное давление жидкости; номинальный расход жидкости; условный проход; допустимый перепад давления на фильтроэлементе; ресурс работы фильтроэлемента. ГОСТ 14066–68 установлены следующие значения тонкостей фильтрации в мкм: 1, 2, 5, 10, 16, 25, 40, 63, 100 и др.

В гидросистемах строительных и дорожных машин линейные фильтры по ОСТ 22–883–75 устанавливаются в сливных гидролиниях с давлением не выше 0,63 МПа. Линейные фильтры изготавливают в двух исполнениях фильтрующих элементов: с сетчатыми дисками (исполнение 1) и с цилиндрическими бумажными стаканами (исполнение 2). В крышках линейных фильтров смонтированы перепускные клапаны.

По ОСТ 22–883–75 фильтры обозначают следующим образом: первая цифра – тип фильтра (одинарный или сдвоенный); вторая – исполнение фильтрующего элемента; третья и четвертая цифры – условный проход в мм; пятая и шестая цифры – номинальная тонкость фильтрации в мкм.

Технические характеристики линейных фильтров приведены в табл. 6.1 /5, 6/.

## Технические характеристики линейных фильтров

Параметр	Типоразмер					
	1.1.25-25	1.2.25-40	1.1.32-25	1.2.32-40	1.2.40-40	1.1.50-25
Условный проход, мм	25	25	32	32	40	50
Номинальный расход через фильтр при вязкости рабочей жидкости 20...30 сСт, дм <sup>3</sup> /мин	63	63	100	100	160	250
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	25	40	25	40	40	25
Номинальное давление, МПа	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Номинальный перепад давления при номинальном расходе и вязкости рабочей жидкости не более 30 сСт, МПа	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,11
Перепад давления на фильтроэлементе при открывании перепускного клапана, МПа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ресурс работы фильтроэлемента, ч	200	300	200	300	300	300
Масса сухого фильтра, кг	8	7,2	9,7	7,2	8	18,2

*Примечание.* Ресурс работы фильтроэлемента указан ориентировочно.

Фильтры делятся на всасывающие, напорные и сливные.

Всасывающие фильтры разработаны для установки в боковую стенку бака ниже уровня масла, это новая разработка фильтра, позволяющая менять фильтрующий элемент без откачки масла из бака /43/, отвернуть крышку фильтра и закрыть клапан, предотвращающий утечку масла /43/.

Фильтры марки MP FILTRI S.p.a используются с вакуумметрами или с электрическими вакуумными выключателями /43/.

Эти фильтры снабжаются перепускным клапаном, который имеет давление срабатывания 30 КПА /43/. Данные фильтры подходят для насосных станций, мобильной техники и промышленного производства. Степень фильтрации сетчатого фильтрующего элемента определяется в микронах исходя из максимального диаметра частицы загрязнения, которая проходит через фильтрующий элемент /43/.

Рабочая температура составляет от – 25 до +110 °С.

Данные фильтры совместимы с минеральными маслами типов НН, НL, НМ, НR, НV по ISO 6743/4, а также с синтетическими жидкостями и эмульсиями на водной основе.

На рис. 6.1 показан всасывающий фильтр фирмы MP FILTRI S.p.a /43/.

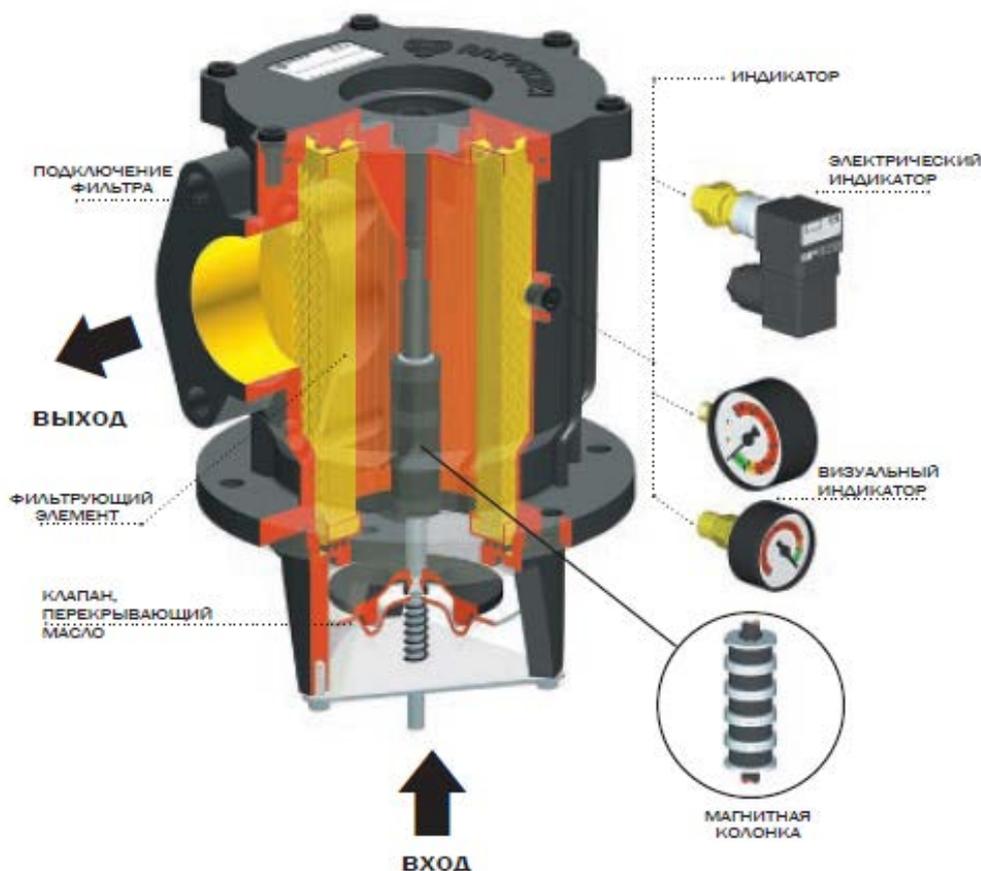


Рис. 6.1. Фильтр всасывающий /43/

Пропускная способность этих фильтров составляет до 850 л/мин при тонкости фильтрации от 25 до 250 мкм.

Конструкция данного фильтра обеспечивает превосходные условия для низкого перепада давления и высокого грязеуловительного фактора /43/.

Фильтрация жидкости происходит изнутри наружу, фильтрующий элемент собирает всю грязь внутри себя. Главная особенность этих фильтров в том, что фильтрующий элемент находится ниже уровня масла /43/. Это позволяет менять фильтрующий элемент без откачки масла из бака /43/.

Напорный фильтр изображен на рис. 6.2.

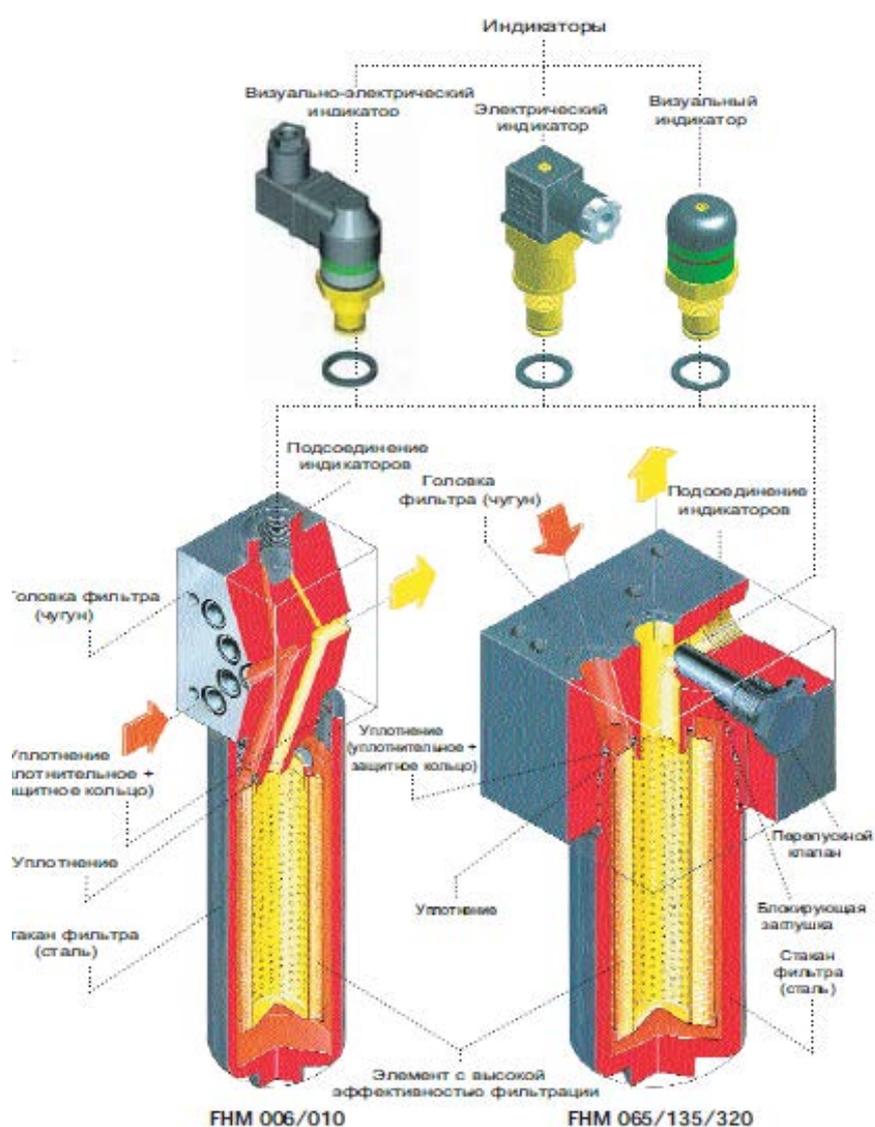


Рис. 6.2. Напорный фильтр /43/

## 6.2. Гидробаки

Гидробак – гидроемкость, предназначенная для питания объемного гидропривода рабочей жидкостью. Гидробаки должны также обеспечивать охлаждение рабочей жидкости, осаждение загрязнений и температурную компенсацию изменения объема рабочей жидкости. Гидробаки могут находиться под атмосферным и под избыточным давлением. Общие технические требования к бакам установлены ГОСТ 16770–71.

ГОСТ 16770–71 устанавливает требования к проектированию, изготовлению, монтажу и испытанию вертикальных цилиндрических стальных резервуаров номинальным объемом от 100 до 120 000 м<sup>3</sup>, используемых при добыче, транспортировании, переработке и хранении нефти и нефтепродуктов. Требования настоящего стандарта распространяются на следующие условия эксплуатации резервуаров: плотность хранимых продуктов – не более 1015 кг/м<sup>3</sup>; максимальная температура корпуса резервуара – не выше + 180 °С, минимальная – не ниже –65 °С; внутреннее избыточное давление – не более 2000 Па.

Основным параметром бака, предназначенного для работы под атмосферным давлением, является номинальная емкость (емкость) в дм<sup>3</sup>.

Масляные баки не унифицированы, поэтому их конструкцию и форму выбирают в зависимости от их компоновки на проектируемой машине. Предпочтительнее с точки зрения улучшения теплоотдачи форма бака в виде параллелепипеда. Его делают сварным из листовой стали толщиной 1...2 мм. Бак должен быть снабжен всасывающим и сливным патрубками, сапуном, горловиной и фильтром для заправки, пробкой или краном для слива рабочей жидкости.

Всасывающий патрубок должен располагаться почти у самого дна бака, но так, чтобы в гидросистему не засасывались осадки. Сливной патрубок должен быть опущен ниже минимального уровня рабочей жидкости во избежание ее вспенивания. Всасывающий и сливной патрубки размещают в противоположных концах бака, а бак разделяют вертикальными перегородками, которые обеспечивают отстой жидкости.

### **6.3. Гидролинии**

Гидравлической линией называют устройство, предназначенное для прохождения рабочей жидкости от одного элемента к другому в процессе работы гидропривода.

По назначению гидролинии подразделяют на всасывающие, напорные, сливные, дренажные и линии управления.

Конструктивно гидролинии представляют собой трубопроводы, рукава, каналы и соединения. Рукава применяют в гидроприводах для соединения гидроустройств, элементы которых имеют значительные относительные перемещения.

При расчетах трубопроводов и рукавов определяют условные проходы и проверяют прочность.

Трубопроводы для гидроприводов строительных и дорожных машин в основном изготавливают из стальных цельнотянутых труб (ГОСТ 8734–58), выполненных из стали 10 и 20, номинальные наружные диаметры которых 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50 мм.

#### **6.4. Рукава высокого давления**

Рукава высокого давления, изготовленные по ТУ 22–3125–74, применяются при давлении до 16 МПа. Для применения при давлении от 16 до 25 МПа разработаны рукава высокого давления, параметры и основные размеры которых установлены по ТУ 22–3330–75 /5, 6/.

Рукава РВД (рукава высокого давления) НПО «Гидросистемы» /44/ используются в качестве гибких трубопроводов для подачи рабочих жидкостей в гидросистемах /44/. Компания НПО «Гидросистемы» изготавливает рукава высокого давления на современном оборудовании фирмы Uniflex и D-gidro /44/.

Рукава высокого давления изготавливаются с длинами рукава до 100 000 мм, с углами первого и второго фитинга от 45 до 90°.

Условные проходы рукавов высокого давления имеют следующие условные проходы: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 28.

Максимальное давление, на которое рассчитаны рукава высокого давления, составляет 445 МПа.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие функции выполняет фильтр?
2. Какие функции выполняют баки?
3. Какие функции выполняют гидролинии?
4. Какие функции выполняют фитинги?
5. Какие функции выполняют рукава высокого давления?
6. Какие функции выполняют манометры?
7. По каким параметрам выбирают фильтры?
8. Как определить объем бака?
9. Как определить диаметр гидролинии?
10. По каким параметрам выбирают рукава высокого давления?

11. Как изображается на гидравлических схемах фильтр?
12. Как изображается на гидравлических схемах бак?
13. Как изображаются на гидравлических схемах гидролинии?
14. Как изображаются на гидравлических схемах рукава высокого давления?
15. Как изображается на гидравлических схемах манометр?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объемный гидравлический привод является неотъемлемой частью современных мобильных машин, широко применяется в машиностроении и промышленном оборудовании.

Общие тенденции дальнейшего совершенствования гидрооборудования следующие:

–расширение диапазонов изменения основных параметров [в первую очередь давлений (до 32...40 МПа) и расходов рабочей жидкости) ];

–применение электрогидравлического управления и электронных устройств в приводах;

–повышение безотказности и долговечности наиболее ответственных элементов гидросистем;

–снижение металлоемкости и уровня шума, создаваемого при работе гидрооборудования;

–универсализация и унификация гидрооборудования.

Повышение КПД гидромашин во всем диапазоне изменения рабочих параметров дает возможность расширения области их применения.

В последнее время наметилась тенденция к выявлению оптимальных значений давления гидропривода. Увеличение давления способствует уменьшению металлоемкости и улучшению динамических качеств гидропривода. Однако требования по повышению его надежности, КПД в области рабочих режимов без существенных материальных затрат обуславливают необходимость ограничения максимального значения давления рабочей жидкости.

В настоящее время предпочтение отдается универсальным конструкциям гидрооборудования. Основная цель универсализации – существенное сокращение номенклатуры гидрооборудования, необходимого для комплексной гидрофикации мобильных машин.

Помимо создания многофункционального гидрооборудования к основным направлениям его унификации относятся модульный метод конструирования, модификация базовых моделей.

Ускорению развития гидроприводов будут способствовать накопление теоретических знаний, новые научно-технические достижения, расширяющиеся технологические возможности производства, совершенствование системы автоматизированного проектирования, прогресс в области материаловедения.

## Библиографический список

1. *Галдин, Н.С.* Гидравлические машины, объемный гидропривод : учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск : СибАДИ, 2009. – 272 с.
2. *Схиртладзе, Д.А.* Гидравлика в машиностроении /Д.А.Схиртладзе. – М. , 2016. – Ч. 1. – 392 с.
3. *Галдин, Н.С.* Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы : учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск : СибАДИ, 2008. – 128 с.
4. *Баишта, Т.М.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебное пособие/ Т.М. Баишта. – 2 -е изд., перераб. – М. : Альянс, 2013. – 432 с.
5. *Гойдо, М.Е.* Проектирование объемных гидроприводов/ М.Е. Гойдо. – М. : Машиностроение, 2009. – 304 с.
6. *Галдин, Н.С.* Гидравлические схемы мобильных машин : учеб. пособие/ Н.С. Галдин, И.А. Семенова. – Омск : СибАДИ, 2010. – 203 с.
7. *Галдин, Н.С.* Атлас гидравлических схем мобильных машин и оборудования : учебное пособие/ Н.С. Галдин, А.В. Кукин. – Омск : СибАДИ, 2010. – 91 с.
8. Гидравлическое оборудование строительных и дорожных машин : каталог-справочник /Л.Г.Додин [и др.]. – М. : Машмир, 1992. – Ч. 1. – 168 с.
9. Гидравлика и гидропривод : учеб. пособие /Н.С. Гудилин, Е.М.Кривенко, В.С.Маховиков [и др.]. – М. : Изд-во МГГУ, 2001. – 520 с.
10. Гидравлическое оборудование строительных и дорожных машин : каталог-справочник /Л.Г. Додин [и др.]. – М. : Машмир, 1992. – Ч. 2. – 70 с.
11. Гидравлические агрегаты тракторов и сельскохозяйственных машин : каталог /Г.А.Антипюк, И.А.Немировский, Д.Е.Ханин. – М. : ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1987. – Ч. 2. – 244 с.
12. Гидравлические агрегаты тракторов и сельскохозяйственных машин : каталог /Г.А. Антипюк, И.А. Немировский, Д.Е. Ханин. – М. : ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1988. – Ч. 3. – 136 с.
13. Гидравлические агрегаты тракторов и сельскохозяйственных машин : каталог /Г.А.Антипюк, И.А.Немировский, Д.Е.Флеер, Н.И.Бородай, Д.Е.Ханин. – М. : ЦНИИТЭИавтосельхозмаш, 1989. – 138 с.
14. Гидромоторы, классификация, основные зависимости, выбор, монтаж и эксплуатация : методические рекомендации /сост. : П.Т.Головко, А.А.Финкель, В.М.Петухов. – М. : НИИмаш, 1978. – 46 с.
15. ГОСТ 17479.3–85. Обозначение нефтепродуктов. Масла гидравлические. – М. : Госстандарт СССР, 1985. – 4 с.
16. Задания на курсовую работу по гидроприводу /сост. : Н.С.Галдин, И.А. Семенова. – Омск : СибАДИ, 2008. – 56 с.
17. *Идельчик, И.Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик. – М. : Машиностроение, 1975. – 560 с.
18. *Кальбус Г.Л.* Гидропривод и навесные устройства тракторов / Г.Л. Кальбус. – М. : Колос, 1982. – 287 с.

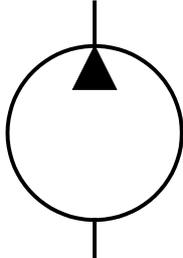
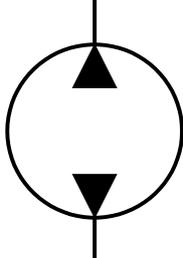
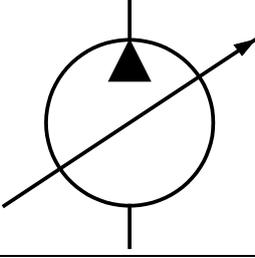
19. *Каверзин, С.В.* Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин : учеб. пособие/ С.В. Каверзин. – Красноярск : ПИК «Офсет», 1997. – 384 с.
20. Краткий иллюстрированный русско-английский словарь по дорожно-строительным машинам/Н.С. Галдин [и др.]. – Омск : СибАДИ, 2006. – 45 с.
21. *Кондаков, Л.А.* Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем / Л.А. Кондаков. – М. : Машиностроение, 1982. – 216 с.
22. *Лагерев, А.В.* Проектирование объемного насосного гидропривода подъемно-транспортных машин и оборудования : учеб. пособие / А.В. Лагерев. – Брянск : Изд-во Брянского ГТУ, 2003. – 232 с.
23. *Жданов, А.В.* Автоматизация проектирования гидроцилиндров, оснащенных мембранным уплотнением поршня : монография/ А.В. Жданов, С.В. Леванов. – Омск : СибАДИ, 2014. – 144 с.
24. *Остренко, С.А.* Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств / С.А. Остренко, В.В. Пермяков. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2005. – 284 с.
25. Расчет объемного гидропривода мобильных машин при курсовом и дипломном проектировании : методические указания /сост. Н.С.Галдин. – Омск : СибАДИ, 2008. – 28 с.
26. Российская энциклопедия самоходной техники: Основы эксплуатации и ремонта самоходных машин и механизмов : справочное и учебное пособие для специалистов отрасли «Самоходные машины и механизмы» /под ред. В.А. Зорина. – М. : МАДИ (ГТУ), 2001. – Т. 1. – 408 с.
27. *Свешников, В.К.* Станочные гидроприводы : справочник / В.К. Свешников. – 5-е изд. – М. : Машиностроение, 2008. – 640 с.
28. *Свешников, В.К.* Гидрооборудование / В.К. Свешников. – М. : Техноформ-МАИ, 2003. – Кн. 3.– 230 с.
29. *Холин, К.М.* Основы гидравлики и объемные гидроприводы / К.М. Холин, О.Ф. Никитин. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.
30. *Шейпак, А.А.* Гидравлика и гидропневмопривод : учебное пособие / А.А. Шейпак. – М. : Изд-во. МГИУ, 2006. – 192 с.
31. *Чебунин, А.Ф.* Гидропривод транспортных и технологических машин : учебное пособие / А.Ф. Чебунин. – Чита : Изд-во ЧитГУ, 2006. – 134 с.
32. *Угунчус, А.А.* Гидравлика и гидравлические машины : учебник /А.А. Угунчус. – М. : Azbook, 2009. – 395 с.
33. Каталог техники ООО «УРАЛГИДРАВЛИКА» : [сайт] / С.Ю. Ушаков.– Екатеринбург, 2016. – URL: [www.uralgidravlika.ru](http://www.uralgidravlika.ru), (дата обращения: 03.12.2016).
34. Информация о гидравлических жидкостях «hk-hydraulik» : [сайт] / И. Беке. – Ланденбург (Германия), 2011 – 2015. – URL: <https://www.hk-hydraulik.com/ru/hydrauliklexikon/hydraulik-fluide> (дата обращения: 03.12.2016).
35. Каталоги техники «Parker» : [сайт] / Подразделение гидравлического оборудования. – Parker Hannifin Corporation, 2007 – 2009. – URL: [http://dhydro.com.ru/ds/products/parker/pumps\\_and\\_motors/parker\\_pump\\_and\\_motor.shtml](http://dhydro.com.ru/ds/products/parker/pumps_and_motors/parker_pump_and_motor.shtml) (дата обращения: 03.12.2016).

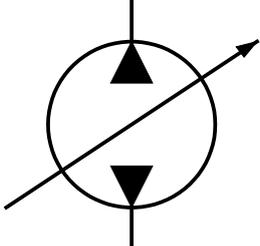
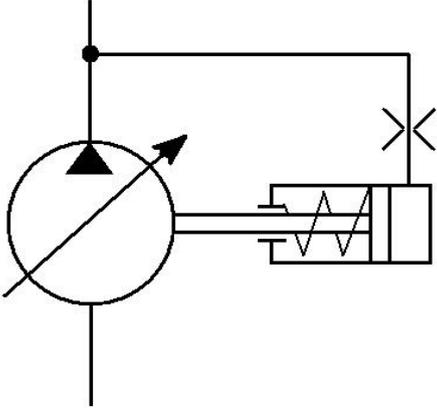
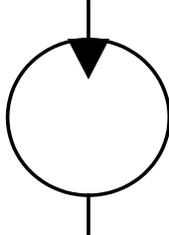
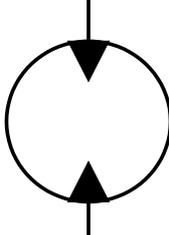
36. Каталоги техники «Vivoil» : [сайт] / Vivoil – Budrio Itali, 2009. – URL: <http://hydmarket.ru/catalog/reversivnye-nasosy-vivoil/xr219-flanets-82-5/> (дата обращения: 03.12.2016).
37. Каталоги гидравлического оборудования НПО «Гидросистемы» : [сайт] / НПО «Гидросистемы». – Ижевск, 2016. – URL: <http://npogs.ru/gidravlicheskie-cilindry> (дата обращения: 03.12.2016).
38. Каталоги оборудования «Kawasaki» : [сайт] / Kawasaki Heavy Industry Ltd. – Токуо, 2016. – URL: <http://www.kpm-eu.com> (дата обращения: 03.12.2016).
39. Каталоги оборудования Libherr : [сайт] / Libherr. – Германия, 2016. – URL: [http://www.libherr.com/CP/ru-RU/products\\_cp.wfw/id-2239-0](http://www.libherr.com/CP/ru-RU/products_cp.wfw/id-2239-0) (дата обращения: 03.12.2016).
40. Каталоги продукции группы компаний «Гидроласт» : [сайт] / «Гидроласт». – СПб., 2016. – URL: <http://www.gidrolast.ru/> (дата обращения: 03.12.2016).
41. Каталоги гидравлического оборудования «Rauch Hydraulik GmbH» : [сайт] / «Rauch Hydraulik GmbH». – Германия, 2016. – URL: <http://www.rauh-hydraulik.net/en/products/production/> (дата обращения: 03.12.2016).
42. Каталоги гидравлического оборудования «Гидроаппаратура» : [сайт] / «Гидроаппаратура». – Харьков, 2016. – URL: <http://gidroapp.com.ua/products-catalog/gidroraspredeliteli-sekcionnye> (дата обращения: 03.12.2016).
43. Каталог продукции компании «MP FILTRI S.p.A.», Италия : [сайт] / «MP FILTRI S.p.A.». – Милан, 2016. – URL: [http://www.mpfiltri.ru/Katalog/pdf/naporniy\\_filtr/filtr\\_FHM.pdf](http://www.mpfiltri.ru/Katalog/pdf/naporniy_filtr/filtr_FHM.pdf) (дата обращения: 03.12.2016).
44. Каталоги оборудования НПО «Гидросистемы» : [сайт] / НПО «Гидросистемы». – Ижевск, 2016. – URL: <http://npogs.ru> (дата обращения: 03.12.2016).
45. Каталоги гидравлических масел компании «ЭкспертОйл» : [сайт] / «ЭкспертОйл». – М., 2016. – URL: [http://www.expert-oil.com/our-production/oils/Hydraulic-DIN-51524/Hydraulic\\_VG-68\\_HLP\\_DIN\\_51524-II.html](http://www.expert-oil.com/our-production/oils/Hydraulic-DIN-51524/Hydraulic_VG-68_HLP_DIN_51524-II.html) (дата обращения: 03.12.2016).
46. Каталоги гидравлических масел «77lubricants» : [сайт] / ООО «ДивийОйл». – Подольск, 2016. – URL: <http://77lubricants.ru/hydraulic-oil-hv-100-190.html> (дата обращения: 03.12.2016).
47. Каталоги гидравлического оборудования «Yuken» : [сайт] / ИК «Аркуда» (Официальный сайт «Yuken» в России). – Иркутск, 2016. – URL: <http://www.yuken.com.ru/hydraulic-distributors/hydraulic-operated-directional-control-valves> (дата обращения: 03.12.2016).
48. Каталоги оборудования «Kawasaki» : [сайт] / Kawasaki Heavy Industry Ltd. – Токуо, 2016. – URL: [http://www.khi.co.jp/kpm/pdf/data/k3vk5v\\_130917a.pdf](http://www.khi.co.jp/kpm/pdf/data/k3vk5v_130917a.pdf) (дата обращения: 03.12.2016).

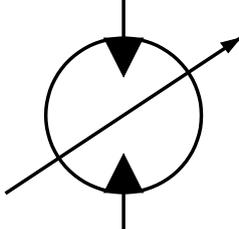
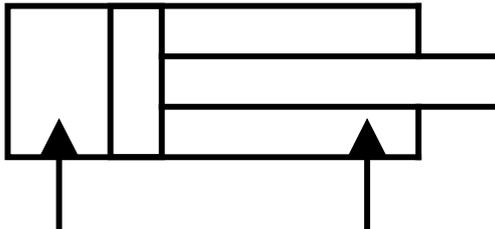
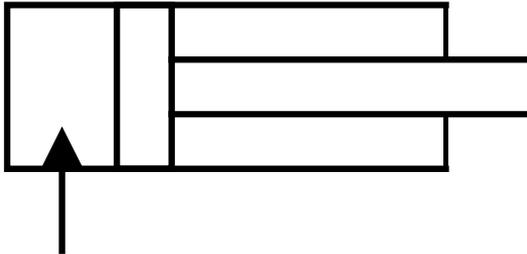
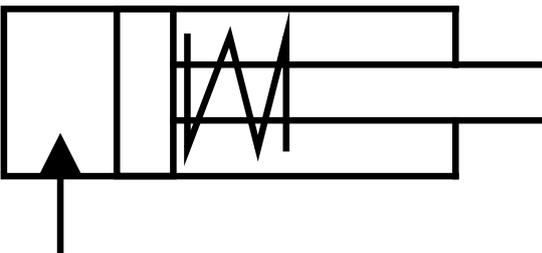
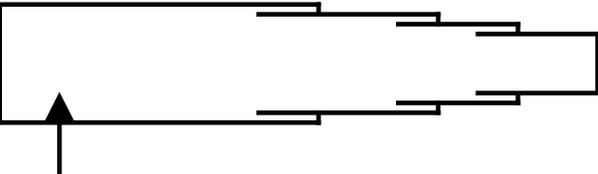
**Условные графические обозначения  
основных элементов гидропривода**

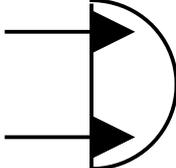
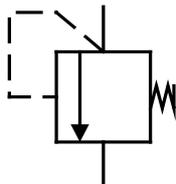
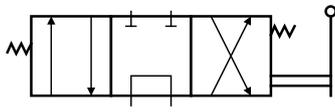
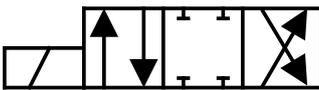
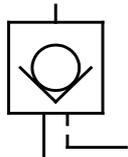
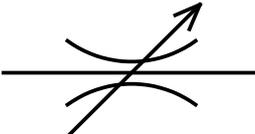
Элементы и устройства гидропривода изображаются на принципиальных гидравлических схемах, определяющих полный состав элементов и связи между ними, в виде условных графических обозначений, установленных ГОСТ 2.780–96, ГОСТ 2.781–96, ГОСТ 2.782–96, ГОСТ 2.784–96. Условные графические обозначения основных элементов гидропривода, применяемые в гидравлических схемах, приведены в табл. П.1.

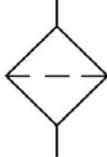
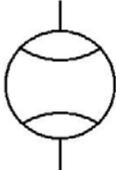
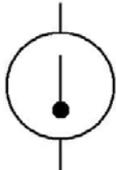
Таблица П.1

Наименование элемента схемы	Условное обозначение
1	2
Насос нерегулируемый с нереверсивным потоком	
Насос нерегулируемый с реверсивным потоком	
Насос регулируемый с нереверсивным потоком	

1	2
<p>Насос регулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Насос регулируемый с регулятором мощности</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с неревверсивным потоком</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с реверсивным потоком</p>	

1	2
Гидромотор регулируемый с реверсивным потоком	
Гидроцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком	
Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (без указания способа возврата штока)	
Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (с возвратом штока пружиной)	
Гидроцилиндр телескопический с односторонним выдавливанием	

1	2
Поворотный гидродвигатель	
Клапан напорный (предохранительный или перелив- ной)	
Гидрораспределитель трехпозици- онный с ручным управлением	
Гидрораспределитель трехпозици- онный с электромагнитным управ- лением	
Клапан обратный	
Гидрозамок односторонний	
Дроссель регулируемый	

1	2
Фильтр	
Охладитель без указания подвода и отвода	
Гидробак	
Аккумулятор пружинный гидравлический	
Расходомер	
Термодатчик	
Манометр	

Присоединительные отверстия гидроаппаратов по ГОСТ 24242–80 должны иметь следующие буквенные обозначения:

А,В,С,Р,Т – отверстия основного потока;

Х,У – отверстия потока управления;

М – отверстие для манометра;

Л – дренажное отверстие.

Рекомендуемые обозначения отверстий основного потока:

Р – отверстие для входа рабочей жидкости под давлением;

А,В – отверстия для присоединения к другим гидроустройствам;

Т – отверстие для выхода рабочей жидкости в гидробак;

С – отверстие проточного канала специального гидрораспределителя.

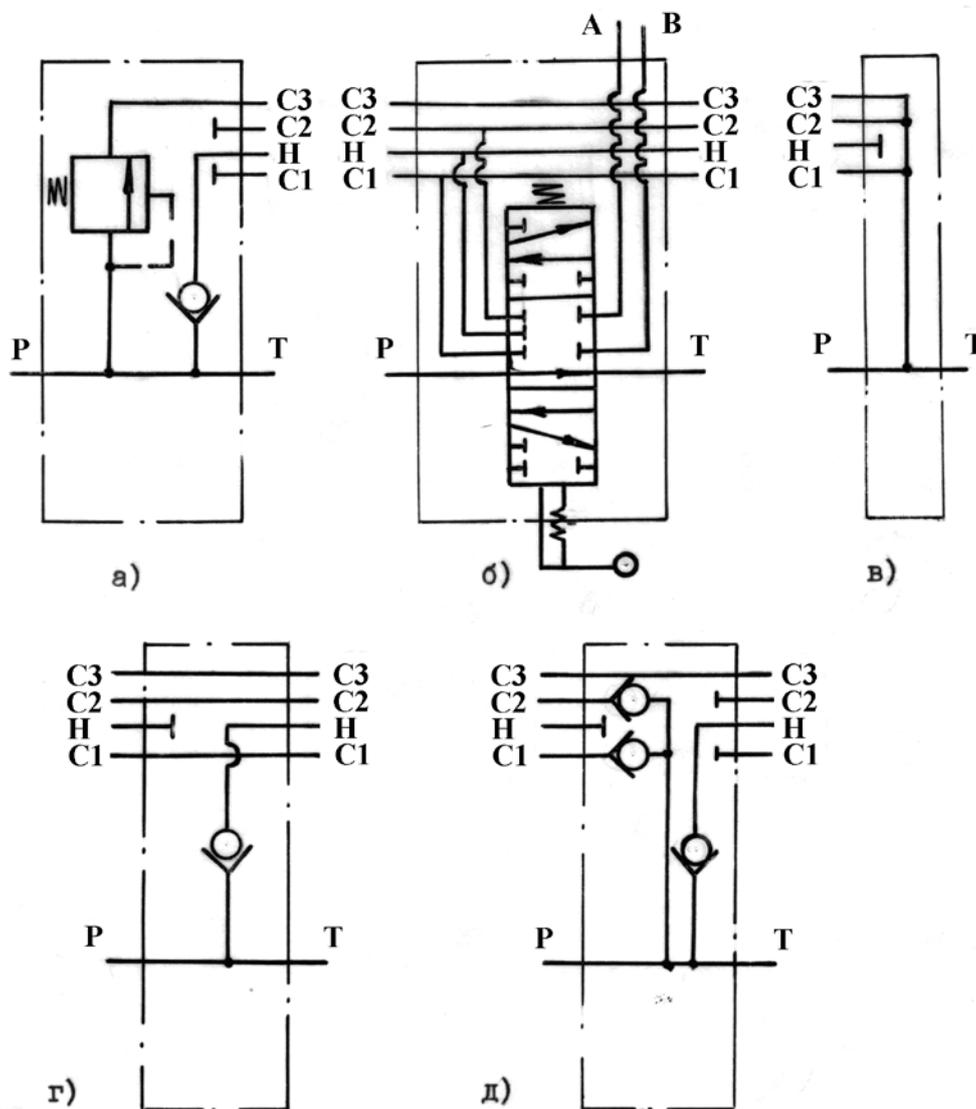


Рис. П.1. Условные обозначения секций гидрораспределителя:

а – напорная; б – рабочая трехпозиционная; в – сливная;

г, д – промежуточные

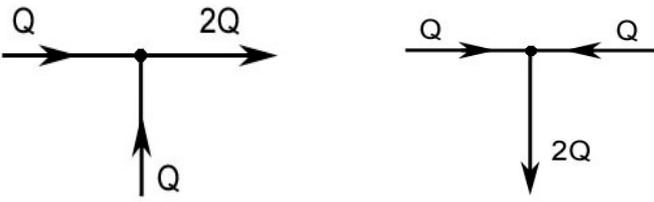
**Буквенные позиционные обозначения основных  
элементов гидропривода на принципиальных  
гидравлических схемах по ГОСТ 2.704–76**

Устройство (общее обозначение).....	А
Гидроаккумулятор .....	АК
Аппарат теплообменный .....	АТ
Гидробак .....	Б
Гидродвигатель поворотный .....	Д
Делитель потока .....	ДП
Гидродроссель .....	ДР
Гидрозамок .....	ЗМ
Гидроклапан .....	К
Гидроклапан обратный .....	КО
Гидроклапан предохранительный .....	КП
Гидроклапан редуционный .....	КР
Гидромотор .....	М
Манометр .....	МН
Насос .....	Н
Насос аксиально-поршневой .....	НА
Насос-мотор .....	НМ
Насос пластинчатый .....	НМ
Насос радиально-поршневой .....	НР
Гидрораспределитель .....	Р
Гидроаппарат золотниковый .....	РЗ
Гидроаппарат клапанный .....	РК
Регулятор потока .....	РП
Сумматор потока .....	СП
Термометр .....	Т
Гидроусилитель .....	УС
Фильтр .....	Ф
Гидроцилиндр .....	Ц

**Расчетные формулы для определения коэффициента  
путевых потерь (коэффициента Дарси)**

Характеристика потока и трубопровода	Расчетная зависимость
Ламинарный изотермический поток в круглых трубах	Формула Пуазейля $\lambda = 64/Re$
Ламинарный поток в реальных трубопроводах круглого сечения	$\lambda = 75/Re$
Ламинарный поток в гибких рукавах и резиновых шлангах с наконечниками	$\lambda = \frac{75...85}{Re}$
Турбулентный поток в гидравлически гладких трубопроводах при $2320 < Re < 10^5$	Формула Блазиуса $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$
Турбулентный поток в гидравлически гладких трубопроводах при $10^5 < Re < 3 \cdot 10^6$	Формула Конакова $\lambda = \frac{1}{(1,81 \lg Re - 1,5)^2}$
Турбулентный поток в шероховатых трубопроводах при $Re > 10^5$ (коэффициент $\lambda$ не зависит от числа Рейнольдса)	Формула Никурадзе $\lambda = \frac{1}{\left(1,74 + 2 \lg \frac{d}{\Delta}\right)^2}$ или формула Шифринсона $\lambda = 0,11 \sqrt[4]{\Delta/d}$ , где $d$ – внутренний диаметр; $\Delta$ – абсолютная шероховатость
Турбулентный поток в гибких рукавах и резиновых шлангах при $5 \cdot 10^3 < Re < 1,2 \cdot 10^5$	$\lambda = \frac{0,38...0,52}{Re^{0,265}}$ . Для новых рукавов принимается 0,38
Турбулентный поток в трубах некруглого сечения с гладкими и шероховатыми стенками	$\lambda$ определяется по формулам для круглых труб

**Ориентировочные значения коэффициентов  
местных сопротивлений некоторых  
элементов гидропривода**

Тип местного сопротивления	Коэффициент
Золотниковый распределитель	2...4
Обратный клапан	2...3
Дроссель	2...2,2
Разъемная самозапирающаяся соединительная муфта	1...1,5
Фильтр	2...3
Присоединительный штуцер, переходник	0,1...0,15
Плавное колено трубопровода под углом 90°	0,12...0,15
Угольник с поворотом под углом 90°	1,5...2
Сверленный угольник	2
Выход жидкости из трубопровода в бак: а) для турбулентного режима б) для ламинарного режима	1 2
Выход в гидроцилиндры, фильтры и т.д.	0,8...0,9
Выход из бака в трубопровод с острыми кромками: а) при трубе, выполненной заподлицо со стенками резервуара б) при трубе, выдвинутой в бак	0,05 1
Тройники с одинаковыми диаметрами всех каналов: а) поток складывается 	0,5...0,7 1,5...2
б) поток расходится 	0,9...1,2 1...1,5

**Основные определения и зависимости  
гидравлики и гидропривода**

Наименование	Определения и зависимости
1	2
Плотность жидкости	Масса жидкости в единице объема $\rho = m / V$
Удельный вес	Вес жидкости в единице объема $\gamma = G / V$ , $\gamma = \rho g$
Сжимаемость	Свойство жидкости изменять свою плотность (объем) при изменении давления и (или) температуры
Вязкость	Свойство жидкости оказывать сопротивление относительно движению (сдвигу) частиц жидкости
Динамический коэффициент вязкости	Коэффициент пропорциональности $\mu$ , входящий в выражение закона трения Ньютона $\tau = \mu \frac{dv}{dy}$ , где $\tau$ – касательное напряжение (удельная сила трения) на элементарной площадке, лежащей на поверхности соприкасающихся слоев движущейся жидкости; $\frac{dv}{dy}$ – производная скорости слоев жидкости $V$ по нормали $y$ к рассматриваемым слоям жидкости (градиент скорости)
Кинематический коэффициент вязкости	Величина $\nu$ , равная отношению динамического коэффициента вязкости $\mu$ к плотности жидкости $\rho$ : $\nu = \mu / \rho$
Живое сечение	Поперечное сечение потока $S$ , перпендикулярное к направлению движения жидкости
Смоченный периметр	Длина контура живого сечения $x$ , на которой жидкость соприкасается с твердыми стенками
Гидравлический радиус	Величина, равная отношению площади живого сечения $S$ к смоченному периметру $x$ , т.е. $R_r = S / x$

1	2
	Гидравлический диаметр $D_r = 4R_r$
Расход	<p>Количество жидкости, протекающей через живое сечение в единицу времени:</p> <p>– объемный расход <math>Q = V / t</math>, где <math>V</math> – объем; <math>t</math> – время;</p> <p>– массовый расход <math>M = \frac{m}{t} = \rho Q</math>, где <math>m</math> – масса жидкости; <math>\rho</math> – плотность;</p> <p>– весовой расход <math>G_{ж} = \frac{G}{t} = \gamma Q</math>, где <math>\gamma</math> – удельный вес жидкости; <math>G</math> – вес жидкости</p>
Давление	<p>Величина, определяемая силой, приходящейся на единицу поверхности (при равномерно распределенной нагрузке): <math>p = F / S</math>,</p> <p>где <math>F</math> – сила, нормальная к поверхности; <math>S</math> – площадь поверхности</p>
Средняя скорость потока	<p>Скорость, с которой должны были бы двигаться все частицы жидкости через данное живое сечение, чтобы сохранился расход, соответствующий действительному распределению скоростей в этом же живом сечении: <math>V = Q / S</math>,</p> <p>где <math>V</math> – средняя скорость потока; <math>Q</math> – расход жидкости; <math>S</math> – площадь живого сечения</p>
Уравнение неразрывности потока (постоянства расхода)	<p>Уравнение выражает постоянство расхода жидкости, проходящей через каждое сечение вдоль потока:</p> $Q = S_1 V_1 = S_2 V_2 = \dots S V = \text{const},$ <p>где <math>S</math> – площадь живого сечения; <math>V</math> – средняя скорость потока в сечении</p>

1	2
Уравнение Бернулли	<p>При установившемся движении жидкости уравнение Бернулли, записанное для двух сечений потока (первое сечение начальное), имеет вид</p> $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_{\text{пот}},$ <p>где <math>p</math> – давление в центре тяжести сечения;  <math>z</math> – геометрическая высота центра тяжести сечения;  <math>\gamma</math> – удельный вес жидкости, <math>\gamma = \rho g</math>;  <math>V</math> – средняя скорость потока;  <math>\alpha</math> – коэффициент Кориолиса;  <math>h_{\text{пот}}</math> – потери напора в потоке между первым и вторым сечениями</p>
Число Рейнольдса (критерий режима движения)	<p>Безразмерная величина <math>Re</math>, характеризующая режим движения жидкости и равная отношению произведения средней скорости <math>V</math> и гидравлического диаметра сечения <math>D_r</math> к кинематическому коэффициенту вязкости <math>\nu</math>, т.е.</p> $Re = \frac{VD_r}{\nu}.$ <p>При круглом сечении трубопровода с внутренним диаметром <math>d</math> <math>Re = \frac{Vd}{\nu}</math>.</p> <p>Значение числа Рейнольдса, соответствующее переходу ламинарного режима движения жидкости в турбулентный и турбулентного в ламинарный, называют критическим числом Рейнольдса</p>
Турбулентный режим движения	Хаотичное, беспорядочное движение жидкости с пульсацией скоростей, давлений и перемешиванием ее частиц
Ламинарный режим движения	Струйчатое, слоистое, упорядоченное движение жидкости без перемешивания ее частиц

1	2
Местное сопротивление	Гидравлическое сопротивление движению потока жидкости, вызывающее изменение скорости жидкости по величине или направлению и возникающее на участках резкого изменения конфигурации потока (поворот, сужение, расширение, задвижка, клапан, дроссель, распределитель и т.д.)
Сопротивление по длине	Гидравлическое сопротивление движению потока жидкости, вызываемое вязкостью и перемешиванием частиц жидкости на участке рассматриваемой длины без учета влияния местных сопротивлений
Потери напора в местном сопротивлении	<p>Потери напора <math>h_m</math> (удельной энергии потока) на преодоление местных сопротивлений. Определяются по формуле Вейсбаха</p> $h_m = \xi \frac{V^2}{2g},$ <p>где <math>\xi</math> – коэффициент местного сопротивления;  <math>V</math> – средняя скорость жидкости;  <math>g</math> – ускорение свободного падения.</p> <p>Потери давления <math>\Delta p_m</math> в местном сопротивлении равны <math>\Delta p_m = h_m \rho g</math>, где <math>\rho</math> – плотность жидкости</p>
Потери напора по длине	<p>Потери напора <math>h_\ell</math> (удельной энергии потока) на преодоление сопротивлений по длине. Определяются по формуле Дарси–Вейсбаха</p> $h_\ell = \lambda \frac{\ell V^2}{d 2g},$ <p>где <math>\lambda</math> – коэффициент Дарси (коэффициент гидравлического трения, коэффициент путевых потерь); <math>\ell</math> – длина трубопровода; <math>d</math> – внутренний диаметр трубопровода; <math>V</math> – средняя скорость потока жидкости; <math>g</math> – ускорение свободного падения</p>

1	2
	<p>Определение потерь напора по длине в трубопроводах некруглого поперечного сечения проводится по формуле</p> $h_{\ell} = \lambda \frac{\ell}{D_r} \frac{V^2}{2g},$ <p>где <math>D_r</math> – гидравлический диаметр, <math>D_r = 4R_r</math>, здесь <math>R_r</math> – гидравлический радиус</p>
Коэффициент местного сопротивления	Безразмерная величина $\xi$ , равная отношению потери напора к скоростному напору. Зависит от вида местного сопротивления
Коэффициент Дарси (коэффициент путевых потерь, коэффициент гидравлического трения)	Безразмерная величина $\lambda$ , учитывающая влияние режима движения жидкости, средней скорости, размеров потока, вязкости жидкости, шероховатости стенок трубопровода и других факторов на величину потерь напора по длине
Объемный гидропривод	Привод, в состав которого входит гидравлический механизм, в котором жидкость находится под давлением с одним или несколькими объемными гидродвигателями
Гидроустройство	Техническое устройство, предназначенное для выполнения определенной самостоятельной функции в объемном гидроприводе посредством взаимодействия с рабочей жидкостью
Гидросистема	Совокупность гидроустройств, входящих в состав объемного гидропривода
Объемная гидромашина	Гидроустройство, предназначенное для преобразования механической энергии в энергию потока рабочей жидкости (или наоборот) в процессе попеременного заполнения рабочей камеры рабочей жидкостью и вытеснения ее из рабочей камеры

1	2
Насос	Машина для создания потока жидкой среды
Жидкая среда	Капельная жидкость, которая может содержать твердую или газовую фазу
Объемный насос	Насос, в котором жидкая среда перемещается путем периодического изменения объема занимаемой ею камеры, попеременно сообщаемой со входом и выходом насоса
Насосный агрегат	Агрегат, состоящий из насоса или нескольких насосов и приводящего двигателя, соединенных между собой
Рабочая камера объемной гидромашины	Пространство объемной гидромашины, ограниченное рабочими поверхностями деталей, периодически изменяющее свой объем и попеременно сообщаемое с местами входа и выхода рабочей жидкости
Гидроаппарат	Гидроустройство, предназначенное для управления потоком рабочей жидкости. Под управлением потоком рабочей жидкости понимается изменение или поддержание заданных значений давления или расхода рабочей жидкости либо изменение направления, пуск и останов потока рабочей жидкости
Кондиционер рабочей жидкости	Гидроустройство, предназначенное для обеспечения необходимых качественных показателей и состояния рабочей жидкости
Гидроемкость	Гидроустройство, предназначенное для содержания рабочей жидкости с целью использования ее в процессе работы объемного гидропривода
Гидролиния	Гидроустройство, предназначенное для движения рабочей жидкости или передачи давления от одного гидроустройства к другому
Модульное гидроустройство	Гидроустройство, соединяющееся с другими гидроустройствами при помощи каналов, выведенных на две параллельные плоскости, по которым происходит стыковка с другими гидроустройствами

1	2
Насосный гидропривод	Объемный гидропривод, в котором рабочая жидкость подается в объемный гидродвигатель насосом, входящим в состав этого привода
Гидропривод поступательного движения	Объемный гидропривод, гидродвигателем которого является гидроцилиндр
Гидропривод вращательного движения	Объемный гидропривод, гидродвигателем которого является гидромотор
Гидропривод с разомкнутым потоком	Насосный гидропривод, в котором рабочая жидкость от объемного гидродвигателя поступает в гидробак
Гидропривод с замкнутым потоком	Насосный гидропривод, в котором рабочая жидкость от объемного гидродвигателя поступает на вход насоса
Объемный гидродвигатель	Объемная гидромашина, предназначенная для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию выходного звена
Гидроцилиндр	Объемный гидродвигатель с возвратно-поступательным движением выходного звена
Поворотный гидродвигатель	Объемный гидродвигатель с ограниченным поворотным движением выходного звена
Гидромотор	Объемный гидродвигатель с неограниченным вращательным движением выходного звена
Регулируемый гидромотор	Гидромотор с изменяемым рабочим объемом
Рабочий объем гидромотора	Разность наибольшего и наименьшего значений объемов рабочих камер гидромотора за один оборот выходного звена
Нерегулируемый гидромотор	Гидромотор с постоянным рабочим объемом

1	2
Запорно-регулирующий элемент гидроаппарата	Под запорно-регулирующим элементом понимается подвижная деталь или группа деталей гидроаппарата, при перемещении которой частично или полностью перекрывается рабочее проходное сечение
Гидроклапан	Гидроаппарат, в котором размеры рабочего проходного сечения изменяются от воздействия потока рабочей жидкости, проходящей через гидроаппарат
Гидроаппарат неклапанного действия	Гидроаппарат, в котором размеры рабочего проходного сечения изменяются от внешнего управляющего воздействия
Регулирующий гидроаппарат	Гидроаппарат, который управляет давлением, расходом и направлением потока рабочей жидкости путем частичного открытия рабочего проходного сечения
Направляющий гидроаппарат	Гидроаппарат, который управляет пуском, остановкой и направлением потока рабочей жидкости путем полного открытия или полного закрытия проходного сечения
Гидроаппарат прямого действия	Гидроклапан, в котором размеры рабочего проходного сечения изменяются в результате непосредственного воздействия потока рабочей жидкости на запорно-регулирующий элемент
Гидроклапан непрямого действия	Гидроклапан, в котором размеры рабочего проходного сечения изменяются основным запорно-регулирующим элементом в результате воздействия потока рабочей жидкости на вспомогательный запорно-регулирующий элемент
Гидроклапан давления	Регулирующий гидроаппарат, предназначенный для управления давлением рабочей жидкости
Напорный гидроклапан	Гидроклапан давления, предназначенный для ограничения давления в подводимом к нему потоке рабочей жидкости

1	2
Предохранительный клапан	Напорный гидроклапан, предназначенный для предохранения объемного гидропривода от давления, превышающего установленное
Гидродроссель	Гидроаппарат управления расходом, предназначенный для создания сопротивления потоку рабочей жидкости
Направляющий гидрораспределитель	Направляющий гидроаппарат, предназначенный для управления пуском, остановкой и направлением потока рабочей жидкости в двух или более гидролиниях в зависимости от наличия внешнего управляющего воздействия
Дренажная линия	Гидролиния, по которой отводятся утечки рабочей жидкости