

Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная  
академия (СибАДИ)»

Н.С.Галдин, И.А Семенова

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Учебное пособие

*Допущено УМО вузов РФ по образованию  
в области транспортных машин и транспортно-технологических  
комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов,  
обучающихся по специальностям направлений подготовки  
дипломированных специалистов «Транспортные машины и  
транспортно-технологические комплексы»  
и «Эксплуатация наземного транспорта  
и транспортного оборудования»*

Омск  
СибАДИ  
2009

УДК 625.76:626.226  
ББК 39.91-948.5  
Г 15

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, проф. В.Г. Хомченко (ОмГТУ);  
д-р техн. наук, проф В.Н. Сорокин (ОмГТУ)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия для специальностей 190205 (170900) «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», 190603 (230100.03) «Сервис транспортных и технологических машин (строительные, дорожные и коммунальные машины)», 190601 (150200) «Автомобили и автомобильное хозяйство» и других.

**Галдин Н.С., Семенова И.А.**

**Г15 Гидравлические схемы мобильных машин:** учеб. пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 203 с.

ISBN 978-5-93204-498-8

Приведены основные гидравлические схемы мобильных машин и их рабочего оборудования. Дается описание работы гидравлических схем машин.

Учебное пособие будет полезно студентам механических специальностей вузов, аспирантам и инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием гидропривода мобильных машин и различного рабочего оборудования.

Ил. 135. Табл. 3. Библиогр.: 33 назв.

ISBN 978-5-93204-498-8

© ГОУ «СибАДИ», 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Гидравлика прочно вошла в нашу жизнь в качестве отлично зарекомендовавшего себя способа передачи энергии. Роль гидравлических приводов и систем управления и регулирования постоянно повышается в процессе автоматизации и механизации производства строительных и земляных работ. Большинство современных высокопроизводительных дорожно-строительных мобильных машин частично или полностью работают на гидравлическом управлении. Именно благодаря применению гидравлических систем управления удалось достигнуть столь высокой степени автоматизации производства строительных и земляных работ. С помощью гидравлики привод и передача энергии осуществляются кратчайшим путем. В сложных маневренных строительных и дорожных машинах гидравлическая передача является оптимальным решением. Гибкие трубопроводы подвижных элементов машин позволяют осуществлять передачу энергии практически в любую точку. В гидростатических приводах строительных и дорожных машин гидравлика позволяет в широком диапазоне осуществлять бесступенчатое изменение силы тяги и скорости. Курсовое и дипломное проектирование объемных гидроприводов, изучаемых по дисциплинам «Гидравлика и гидропневмопривод», «Гидравлические и пневматические системы», «Гидравлические системы» и другим, способствует обобщению и закреплению теоретических знаний студентов, имеет целью развитие навыков самостоятельной творческой работы, пользования справочной литературой, ГОСТами, нормативными документами, выполнения расчетов, чертежей и составления текстовых конструкторских документов. Объектами проектирования являются объемные гидроприводы мобильных (автотракторных, подъемно-транспортных, строительных, дорожных, коммунальных и других) машин и оборудования [2, 14, 15, 19, 20, 26, 29]. Основными преимуществами объемного гидропривода перед механическим и электрическим являются:

- наибольшая удельная мощность;
- автоматическое управление, обеспечивающее оптимальный наиболее экономичный режим;
- точно регулируемое бесступенчатое изменение скорости движения машины или вращения исполнительного механизма;

- устранение ограничений размеров конструкции благодаря применению дистанционного управления, обеспечение применения мотор-колес в качестве движителей пневмоколесных машин;

- обеспечение оптимального использования мощности приводного двигателя и возможности одновременного ее распределения для привода механизма передвижения и рабочего оборудования;

- надежная система защиты двигателя внутреннего сгорания от перегрузок;

- простота обслуживания.

В гидроприводах строительных, дорожных, коммунальных и других самоходных машин применяется гидравлическое оборудование, к которому применяются особо жесткие эксплуатационные требования.

К ним относятся следующие:

- способность противостоять воздействию часто повторяющихся циклических случайных нагрузок, способность противостоять сильно запыленной, влажной окружающей среде со значительным суточным перепадом температур;

- способность сохранять работоспособность при низких отрицательных температурах;

- отсутствие регулировок и настроек элементов гидропривода при непосредственной эксплуатации машины.

Уровень качества мобильной машины во многом зависит от степени качества каждого элемента гидравлического оборудования и правильно спроектированной системы ее гидропривода. При проектировании гидропривода машин выполняется расчет основных параметров гидропривода, производится выбор нормализованного и стандартного гидрооборудования, разрабатывается принципиальная гидравлическая схема машины. Принципиальная гидравлическая схема машины разрабатывается на основе существующих типовых гидросхем, анализа назначения машины, ее конструктивных особенностей, условий работы и возможности выполнения необходимых технологических операций. При разработке принципиальной гидравлической схемы следует использовать такие варианты, которые позволяют повысить КПД гидропривода, его эффективность, надежность, снизить массу гидропривода. В данном учебном пособии приведены основные гидравлические схемы мобильных машин как отечественного, так и зарубежного производства и их рабочего оборудования. Дается

сравнительный анализ схем, а также описание работы отдельных гидравлических схем машин. Настоящее учебное пособие дополняет имеющуюся литературу по объемному гидроприводу машин /1, 3 – 13, 17 – 25, 32, 33/.

# 1. ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

## 1.1. Экскаваторы

Дорожно-строительная техника являет собой отдельную весьма любопытную страницу истории отечественного и зарубежного машиностроения. История донесла до нас сведения, что чертежи первого экскаватора делал еще Леонардо да Винчи. Активное строительство железных дорог в США в 30-х гг. XIX в. и нехватка при этом строительных рабочих привели к созданию в 1832–1836 гг. американцем Отисом первого парового одноковшового экскаватора.

Экскаватор был неполноповоротным, имел железнодорожную ходовую часть, был оснащен ковшем  $1,14 \text{ м}^3$ , паровым двигателем мощностью 15 л.с., обеспечивал среднюю производительность 45–50  $\text{м}^3/\text{ч}$  и заменял примерно 50 рабочих. Уже через несколько лет экскаваторы Отиса заменяли 180 рабочих. Первоначально экскаваторы использовались преимущественно на строительстве железных дорог. Один из первых экскаваторов был продан в Англию в 1842 г., а в 1843 г. четыре из семи построенных Отисом экскаваторов были проданы в Россию для использования при строительстве Николаевской железной дороги. Однако строительные подрядчики не восприняли эти машины и в 1848 г. продали на Урал. В Нижнем Тагиле экскаваторы впервые в мировой практике были использованы на вскрышных работах при добыче руды.

Во второй половине XIX в. масштабное строительство железных дорог и каналов потребовало перемещения все больших масс земли, которое уже не могло быть осуществлено с помощью ручного труда землекопов. Это привело к активному развитию разнообразных землеройных машин.

В Германии применялись «строительные локомотивы», оснащенные одноканатными грейферами.

До конца века основные объемы земляных работ на строительстве железных дорог в России выполнялись вручную (лопаты, тачки, грабарки), поскольку дешевая рабочая сила существовала в избытке. Когда при строительстве западно-сибирского участка Транссибирской магистрали возникли затруднения с рабочей силой, были закуплены в Америке «землекопные машины». В такие машины впрягали 12–16 лошадей. Для выемки и перемещения грунта использовались

также конные волокуши с металлическим ковшом, которые назывались «скреппелами» или «землеройками».

Первый русский одноковшовый неполноповоротный железнодорожный экскаватор со сменным ковшом ( $2,3 \text{ м}^3$  для легких грузов и  $1,5 \text{ м}^3$  для тяжелых грузов) был построен на Путиловском заводе в 1902 г. Производительность его была  $100\text{--}290 \text{ м}^3/\text{ч}$ , вес  $65\text{--}75 \text{ т}$ . До 1917 г. было построено 35 таких машин. В начале XX в. экскаваторы использовались в России довольно интенсивно. Например, при возведении сухого дока в Кронштадте в 1909–1910 гг. работы велись в две смены по 10 часов каждая. Во второй половине XIX – начале XX вв. началось строительство гигантских каналов, при котором требовалось перемещать огромные массы грунта.

Суэцкий канал (длина 160 км, начало строительства 1859 г.) сооружался около 10 лет (в основном вручную). Общая численность рабочих, занятых на постройке, достигала 40 тысяч человек. За время строительства было перемещено примерно  $75 \text{ млн м}^3$  грунта.

При сооружении Панамского канала (1880–1913 гг.) было перемещено  $160 \text{ млн м}^3$  грунта. На втором этапе строительства (1903–1913 гг.) применялись более ста одноковшовых (преимущественно железнодорожных) и около 20 многоковшовых экскаваторов.

После Первой мировой войны одновременно с общим развитием техники активизировалось и развитие экскаваторов. Двигатели внутреннего сгорания и электропривод, применение гусеничного (и шагающего) хода позволили существенно увеличить мощности и мобильность экскаваторов. Экскаваторы стали полноповоротными, увеличилась номенклатура их рабочего оборудования (прямая и обратная лопата, драглайн, струг и пр.) и сфера их применения (вскрышные, тоннельные работы и пр.). В США и в России совершенствовались одноковшовые экскаваторы. В Германии начали строить все более мощные многоковшовые экскаваторы. Появились многочисленные специальные машины (канавокопатели и др.).

Уже в начале 50-х гг. XX в. (рис. 1.1.) использовались гигантские экскаваторы с ковшами объемом до  $30 \text{ м}^3$ . Во второй половине XX в. традиционные типы экскаваторов совершенствовались в основном за счет применения новых машиностроительных технологий и оборудования (гидропривод и пр.).

Ручной труд на земляных работах сохранился только в тех случаях, когда имелся избыток бесплатной рабочей силы либо при ма-

лом объеме и стесненных условиях работ, не позволяющих применить необходимую землеройную технику. Глядя на историю развития дорожно-строительной техники, можно сделать вывод о том, что экскаваторы являются наиболее распространенным видом ДСМ.

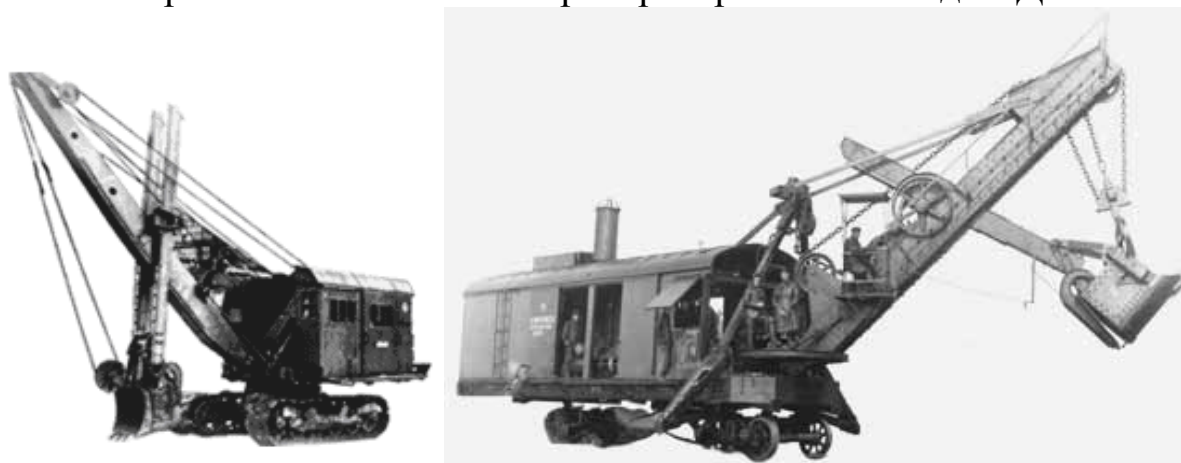


Рис. 1.1. Экскаваторы, выпускаемые в 50-х гг

На Ковровском экскаваторном впервые в Советском Союзе и в мировой практике был создан и поставлен на серийное производство экскаватор ЭО-505 с ковшом емкостью 0,5 м<sup>3</sup> с гидравлическим управлением. В 1970 г. впервые в истории страны прошел приемочные испытания и был рекомендован в серийное производство гидравлический полноповоротный экскаватор ЭО-4121. В 1978 г. была изготовлена первая промышленная партия экскаваторов ЭО-4124 на гусеничном ходу тракторного типа. Начало 70-х было отмечено значительным ростом выпуска экскаваторов, повышением технического уровня, совершенствованием технологии производства.





Рис. 1.2. Отечественные экскаваторы нового поколения

Землеройные машины выдержали испытания на сооружении каналов Москва–Волга, Беломорско-Балтийского, каналов Средней Азии, на строительстве железной дороги Абакан–Тайшет, БАМа, газопровода Уренгой–Помары–Ужгород, ликвидации последствий землетрясения в Армении, Чернобыльской катастрофы. Сегодняшние экскаваторы ЭО-4225А-07 (рис. 1.2) снабжаются большим количеством навесного оборудования, в т. ч. ЭО-4225А-06 с подъемной кабиной и оборудованием для производства погрузочных работ в металлургической и лесной промышленности. К лесозаготовительной технике относятся валочно-пакетирующие машины МЛ-119А, МЛ-135, лесопогрузчик манипуляторного типа ПЛ-87, машина трелевочная с пачковым захватом МЛ-136.

Основным видом строительных экскаваторов общего назначения за рубежом являются гидравлические экскаваторы. Лидером в их производстве среди зарубежных стран является Япония (фирмы Хитачи, Коматсу, Мицубиси выпускают в год до 8000 экскаваторов) (рис. 1.3). Одной из тенденций расширения области применения экскаваторов является их универсализация. Необходимо отметить снижение спроса на пневмоколесные экскаваторы, это обусловило повышение внимания к гусеничным моделям, в том числе к малогабаритным.

Основное направление совершенствования экскаваторов в настоящее время – их дальнейшая универсализация, увеличение геометрических параметров рабочего оборудования и емкости сменных ковшей, повышение надежности и долговечности, сокращение продолжительности рабочего цикла и снижение энергоемкости. Повышение цен на топливо обусловило особое внимание к вопросу экономии горючего.



Рис. 1.3. Современные зарубежные экскаваторы

## 1.2. Автомобильные краны

История создания отечественных автокранов берет свое начало в 1934 г. Тогда ленинградский завод «Красный металлист» изготовил первый в стране кран, смонтированный на автомобиле «Я-5». Этот автокран обладал грузоподъемностью в 1500 кг. На протяжении 40-х г. автокраны главным образом использовались для нужд фронта. Использование этих машин в иных областях считалось нецелесообразным из-за больших затрат и низкой грузоподъемности автокранов. Однако в начале 70-х, когда автокраны стали оснащаться гидравлическими приводами, эту технику стали использовать в строительстве. С течением времени совершенствовались конструкция и технология производства этих машин, что обеспечило все более широкое их использование в процессе строительных, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. В 90-х г. прошлого века создателям автокранов удалось преодолеть 16-тонный рубеж грузоподъемности. Далее грузоподъемность отечественных автокранов продолжила свой неуклонный рост. Сегодня рынок отечественных автокранов предлагает модели, грузоподъемность которых превышает 90 т. Изменился и стандартный ряд значений грузоподъемности, что было продиктовано стремлением обеспечить соответствие между техническими характеристиками собственно крана и шасси, на котором он смонтирован. Сегодня изготовители этой техники ориентированы в первую очередь на запросы потребителей автокранов. По этой причине были выпущены модели со специальными техническими характеристиками, иным способом управления, оснащенные современными электронными системами.

Наряду с большой грузоподъемностью, высотой подъема и вылета груза они характеризуются маневренностью и независимостью передвижения не только в пределах той или иной строительной площадки, но и между строительными объектами.

К тяжелым стреловым кранам предъявлялись требования большой плавности и точности выполнения рабочих операций в сочетании с требованиями безопасности и надежности. Выполнение этих требований стало возможным благодаря применению гидравлического привода, который по сравнению с другими типами приводов

отличается компактностью, широким диапазоном изменения скоростей, меньшей массой.

Широкое внедрение гидропривода в тяжелых кранах 25–100 т привело к созданию новых систем управления, благодаря которым улучшились условия управления краном и повысилась безопасность работы (рис. 1.4.).

В настоящее время самоходные краны, как правило, изготавливают на спецшасси автомобильного типа либо на базе КАМАЗов.

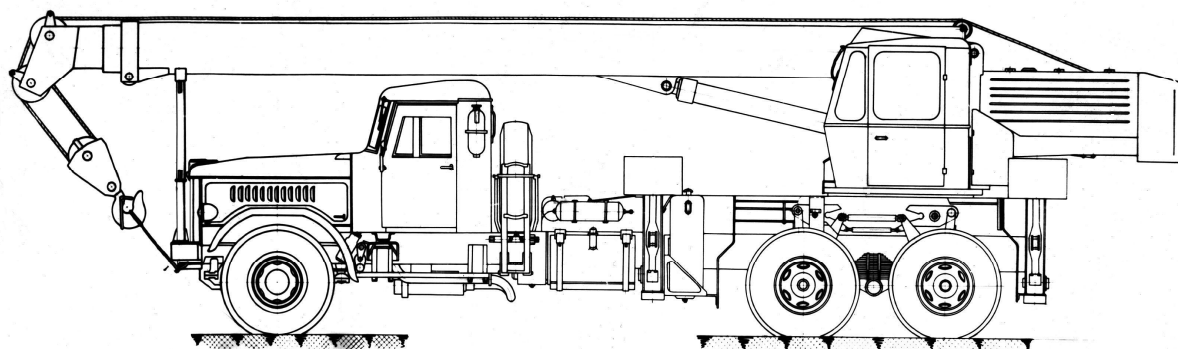


Рис. 1.4. Советские самоходные краны

Практически все краностроительные фирмы США, Германии, Великобритании, Японии, Франции включали и включают в свои производственные программы тяжелые гидравлические краны на специальных шасси автомобильного типа. Все тяжелые краны имеют два силовых агрегата (на шасси и поворотной части), что позволяет экономить топливо на крановых работах, так как мощность двигателя поворотной части, как правило, составляет примерно 50 % от мощности двигателя шасси.

В настоящее время у всех зарубежных фирм заметна тенденция к увеличению грузоподъемности одной и той же модели крана за счет незначительных изменений и усовершенствований конструкции и путем уменьшения вылета или коэффициента отношения момента, создаваемого весом поднимаемого груза, к восстанавливающему.

### 1.3. Бульдозеры

В 1886 г. слово «бульдозер» означало револьвер большого калибра. В конце 1800-х термин «бульдозер» стал означать любую серьёзную силу, способную что-либо протолкнуть. И только намного позже, а именно в 1929 г., с развитием строительной техники, термином «бульдозер» стали называть специально оборудованное транспортное средство на основе трактора. Первые бульдозеры были большими, шумными, мощными, поэтому получили название «бульдозер» как прозвище.

Изначально бульдозеры изготавливались путем переоснастки сельскохозяйственных тракторов. Чтобы рыть каналы, создавать дамбы, а также выполнять другие землеройные работы, сельскохозяйственные тракторы оборудовались большой толстой металлической пластиной впереди. Эту толстую металлическую пластину (кривую форму она получила позже) называют «отвалом».

Отвал бульдозера – часть тяжелой металлической пластины, установленной на тракторе с целью подталкивания чего-либо (как правило, песка, грязи, развалин, строительного мусора и пр.).

Бульдозеры – большие и мощные транспортные средства. Благодаря оснасткой гусеницами, у бульдозеров есть возможность передвигаться как по бездорожью, так и через очень грубый ландшафт. Широкая площадь гусениц равномерно распределяет вес бульдозера, препятствуя его увязанию в песчаном или жидком составе грунта.



Рис. 1.5. Бульдозер

Бульдозеры могут использовать свой собственный вес, чтобы, используя отвал, передвигать какие-либо тяжелые предметы. Именно из-за этих характеристик бульдозеры используются, чтобы очистить территорию от ненужных объектов: кустарника, остатков строительного мусора и пр. Всё это делает бульдозеры незаменимыми при ведении крупномасштабных строительных работ.

Из всех трех классов бульдозеров (легкого, среднего и тяжелого) самыми востребованными являются бульдозеры ЧТЗ среднего класса, а самыми лучшими – бульдозеры ЧТЗ тяжелого класса. Еще с советских времен бульдозеры ЧТЗ были признаны мировыми лидерами в своем классе и до сих пор сохраняют свое уверенное лидерство.

Бульдозерное оборудование также со временем претерпевает изменения. Так, на рис. 1.5 представленное бульдозерное оборудование нового типа отличается как по дизайну, так и, самое главное, по силовым характеристикам, соответствиям всем нормам безопасности и комфортности.

#### **1.4. Дорожные катки**

В 1885–1886 гг. немцы К. Бенц и Г. Даймлер независимо друг от друга построили первые самодвижущиеся транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания – прототипы наших автомобилей. С этого момента началось развитие автомобилестроения. Эта новая отрасль промышленности стала расти бурными темпами, особенно начиная с первых годов XX в. Появление автомобилей вызвало широкое строительство дорог. Скорости автомобилей продолжали непрерывно расти. Это обстоятельство установило повышение требований к качеству дорог. Изменился тип дорожных покрытий, появи-

лись усовершенствованные покрытия с применением битумных материалов и цемента. Для расширяющегося дорожного строительства необходимы были новые машины, которые обеспечивали бы увеличение производительности труда и повышение качества дорожных работ. Одними из таких машин стали дорожные катки.

В дореволюционной России объем дорожно-строительных работ был мал, кроме того, почти все работы выполнялись вручную. В 1913 г. парк оборудования для строительства дорог состоял всего из 332 единиц, в числе которых было 146 поливочных бочек, 49 снегоочистителей, 88 катков, 14 копров для забивки свай и 2 камнедробилки.

Дороги с твердым покрытием находились преимущественно в западно-европейской части России. Их протяженность в 1913 г. составляла лишь 24 300 км. Дорожное машиностроение начало развиваться после Октября 1917 г. В 1926 г. на Онежском заводе (Петрозаводск) было организовано производство первых советских дорожных машин: конных и тракторных утюгов, канавокопателей, конных и тракторных скреперов и других. В 1930 г. дорожное машиностроение осуществлялось уже на четырех заводах, в том числе и на Рыбинском, который стал одним из ведущих заводов по производству дорожных катков в Советском Союзе.

Однако прообразы современных катков появились еще задолго до начала XX в. Известно, что первым дорожным конным катком в мире был двухдышловый одновальцовый каток, описание которого дал Якоб Лойпольд в 1725 г. в своем шеститомном труде «Театрум Махинарум». Чтобы каток мог работать на узких дорогах и переулках, лошади впрягались одна за другой. Однако каток был скоро забыт, и в 1781 г. «Саксонские инструкции» предписали опять трамбуемое уплотнение (ручная работа) при покрытии земляного полотна камнем.

Каток, сконструированный в Англии и описанный в 1757 г. во Французской энциклопедии Д. Дидро и И.Б. Даламбером, также не смог пробить себе дорогу. Это была двухосная тележка с двумя дышлами. Но уже в 1789 г. Гуссарт впервые применил чугунный конный каток весом 3,5 т для укатки щебеночных россыпей при строительстве дорог.

В Германии были распространены катки, нагружаемые водой. Катки этого типа были удобны тем, что водой из катка можно было

пользоваться для поливки укатываемой поверхности. Для увеличения массы катка применялись балластные ящики разной конструкции и с разным расположением.

В России еще при строительстве Москворецкой каменной набережной в 1934 г. использовались деревянные катки из толстых сосновых бревен. Однако они уже выходили из употребления. По образцу французских катков инженером Полозовским в этом же году был спроектирован каток, чугунный цилиндр которого был соединен с железной осью посредством четырех чугунных спиц с каждой стороны. К раме катка прикреплялись два ящика для балласта из листовой стали.

С началом Первой мировой войны в 1914 г. стало очевидным, что отсутствие в России необходимой сети шоссейных дорог, а также машин и механизмов для их постройки крайне отрицательно сказывается на транспортном обслуживании армии. Военные строители вынуждены были изготавливать собственными силами различные строительные орудия, в том числе утюги и прицепные катки. Большое количество строительных машин было завезено из-за границы. В 1917 г. парк строительных машин у военных строителей состоял из 276 паровых и моторных катков, 142 прицепных катков, 63 кирковщиков и 16 тракторов. В это же время на военно-дорожных работах было занято более 100 тысяч рабочих и свыше 18 тысяч конных подвод, т.е. 99,4% работ выполнялось вручную.

## **1.5. Автогрейдеры**

Долгое время рынок автогрейдеров России был представлен в основном тремя отечественными производителями: ЗАО «Дормаш», ОАО «Брянский Арсенал» и ЗАО «ЧСДМ». Доля иностранных производителей в этом сегменте специальной техники не превышала 5%. В 1951 г. правительство страны принимает решение о строительстве завода дорожных машин в г. Орле «Дормаш». К концу 1954 г. было закончено сооружение первого объекта. В январе 1955 г. с различных предприятий страны на завод стало поступать механическое оборудование, а в августе из сборочного цеха вышла первая машина. Она явилась началом выпуска машин серий Д -144, Д- 547, Д- 557. В 1956 г. предстояло изготовить 85 грейдеров. К концу 1964 г. заканчиваются испытания грейдера Д -557, который на всемирной выставке получил высокую оценку. 60–70-е г. характеризуются становлени-

ем завода и выпуском новых конкурентоспособных моделей грейдеров среднего класса. В 1967 г. предстоит выполнить крупный заказ поставки машин на экспорт. Объем продукции неуклонно растёт. Модель ДЗ-122, разработанная и выпускаемая с 1980 г., экспонируется на международных выставках в Югославии, Чехословакии, Аргентине, ФРГ, Финляндии, на Кипре и других странах.

Завод «Брянский арсенал» был основан в январе 1783 г. С 1947 г. был начат выпуск тяжелых прицепных грейдеров Д-20 (к трактору С-80) с ручным приводом управления рабочим органом. В 1949 г. заводом впервые в стране освоен выпуск укладчиков асфальтобетона производительностью 100 т/ч, а в следующем году – прицепного грейдера-элеватора Д-192 производительностью 450 м<sup>3</sup>/ч с автономным двигателем привода транспортера. Самоходный грейдер-элеватор Д-369 на Международной выставке в Брюсселе в 1958 г. был удостоен высшей награды – Золотой медали. В 1959 г. выпустились с конвейера первый грунтосмеситель Д-391 и первый автогрейдер легкого типа Д-446 с гидравлическим управлением. В 1967 г. освоено серийное производство автогрейдера Д-598Б с гидравлическим наклоном колес и бульдозера Д-575 с рыхлителем для работ в условиях Крайнего Севера. В настоящее время созданы опытные образцы карьерного автогрейдера ГС-25.10 и гусеничного асфальтоукладчика Асф-Г-3-08.

### *Контрольные вопросы*

1. Кто был первым изобретателем экскаватора?
2. В каком веке в России впервые появились экскаваторы?
3. Какую производительность имели первые в России экскаваторы?
4. Назовите российские фирмы, заводы-изготовители экскаваторов.
5. Назовите зарубежные фирмы-изготовители экскаваторов.
6. В каком году берет свое начало история создания отечественных автокранов?
7. Что обозначало слово «бульдозер» в 1886 г.?
8. Кого считают первыми изобретателями дорожных катков?
9. В чем особенность развития и производства в России автогрейдеров?



10. Какие модели автогрейдеров начали выпускать в России впервые?

11. В каком году выпустили первый грунтосмеситель?

### **3. СОСТАВЛЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СХЕМ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА**

Принцип действия объемного гидропривода основан на практической несжимаемости рабочей жидкости (высоком модуле объемного сжатия рабочей жидкости), использовании закона Паскаля и уравнения Бернулли, учитывающего течение реальной жидкости в гидросистеме. Причем для большинства практических инженерных расчетов в уравнении Бернулли можно пренебрегать геометрическим и скоростным напорами ввиду их малости.

Для гидроприводов применяют три типа схем: структурные, принципиальные и схемы соединений.

#### **3.1. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем (ГОСТ 2.704-76)**

Схемой называют конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. На схемах действительное пространственное расположение составных частей изделия обычно не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов на схеме следует располагать таким образом, чтобы линии связи были наименьшей длины, а также число их изломов и взаимных пересечений было минимальным. На поле схемы допускается помещать спецификации, различные технические данные, например, технические требования, таблицы, диаграммы и т.п.

Гидравлические и пневматические схемы в зависимости от их основного назначения разделяют на следующие типы:

- структурные;
- принципиальные;
- соединения (монтажные).

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы)

и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части на схеме изображают сплошными основными линиями в виде прямоугольников или условных графических обозначений. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимосвязей рекомендуется указывать направление потоков рабочей среды. На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник. При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы, обозначения и функциональные зависимости рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников. При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

На принципиальной схеме изображают все гидравлические и пневматические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных гидравлических (пневматических) процессов, и все гидравлические (пневматические) связи между ними. Элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Все элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении: пружины в состоянии предварительного сжатия, электромагниты обесточенными и т. п. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы или всю схему вычерчивать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы положения, для которого изображены эти элементы или вся схема. Условные графические обозначения баков под атмосферным давлением и места удаления воздуха из гидросети изображают на схеме только в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Каждый элемент или устройство, входящее в изделие и изображенное на схеме, должны иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, состоящее из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения. Буквенное обозначение должно представлять собой сокращенное наименование

элемента, составленное из его начальных или характерных букв; например: клапан – К, дроссель – ДР.

Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единиц, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например,  $P1, P2, P3$  и т. д.,  $K1, K2, K3$  и т. д.

Буквы и цифры в позиционных обозначениях на схеме следует выполнять одним размером шрифта. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. При необходимости допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов в изделии или от направления потока рабочей среды. При внесении изменений в схему последовательность присвоения порядковых номеров может быть нарушена. Позиционные обозначения элементам (устройствам) следует присваивать в пределах изделия (установки).

Допускается позиционные обозначения элементам присваивать в пределах каждого устройства. Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах этих устройств (рис. 3.1).

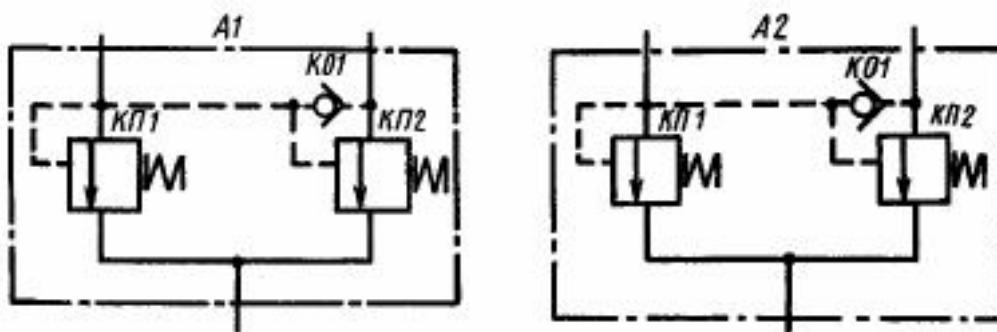


Рис. 3.1. Условное обозначение элементов

Элементам, не входящим в устройства, позиционные обозначения присваивают после элементов, входящих в устройства.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними. На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изде-

лия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения. Допускается в отдельных случаях, установленных в государственных или отраслевых стандартах, все сведения об элементах помещать около условных графических обозначений.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рис. 3.2). Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате 11. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68.

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание

Рис. 3.2. Экспликация к гидравлической схеме

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» – позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;
- в графе «Наименование» – наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, отраслевой стандарт, технические условия, каталог и т. д.).

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Эле-

менты одного типа с одинаковыми гидравлическими (пневматическими) параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: *K7; K8; P7. . . P12*, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

При записи элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, допускается:

- записывать наименование элементов в графе «Наименование» в виде общего наименования (заголовка) один раз на каждом листе перечня элементов;

- записывать в общем наименовании (заголовке) обозначения документов, на основании которых эти элементы применены (рис.3.3).

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>A1, A2</i>	<i>Устройство предохранительное</i>		
	<i>АБВГ.ХХХХХХ.004</i>	<i>2</i>	
<i>ДР1</i>		<i>1</i>	<i>См.п. 5</i>
<i>КО1</i>	<i>Гидроклапан обратный</i>	<i>1</i>	<i>Q=0,58 дм<sup>3</sup>/с; P=20 МПа</i>

Рис.3.3. Описание основных элементов гидравлической схемы

На схеме следует указывать обозначения выводов (соединений) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации. Если в конструкции элемента (устройства) и в его документации обозначения выводов (соединений) не указаны, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах. При условном присвоении обозначений выводам (соединениям) на поле схемы помещают соответствующее пояснение. При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (соединений) допускается указывать на одном из них.

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации, помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки. При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов, устройств или функциональных групп, соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов, устройств или функциональных групп изображать только первый и последний элементы (устройства или функциональные группы), показывая гидравлические (пневматические) связи между ними штриховыми линиями.

Если параллельное или последовательное соединение осуществлено для получения определенного значения параметра, то в перечне элементов в графе «Примечание» указывают общий (суммарный) параметр элементов, например, расход

$$Q = 0,71 \text{ дм}^3/\text{с} [(Q1 + Q2) = (0,58 + 0,13) = 0,71].$$

При проектировании изделия, в которое входит несколько разных устройств, на каждое устройство рекомендуется выполнять самостоятельную принципиальную схему. На устройства, которые могут быть применены в других изделиях или самостоятельно, следует выполнять самостоятельные принципиальные схемы.

При необходимости на условные графические обозначения элементов и устройств наносят изображения знаков регулирования. На линиях связи допускается указывать направление потоков рабочей среды.

Принципиальная гидравлическая схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. Элементы и устройства на схеме изображают в исходном положении в виде условных стандартных графических обозначений, установленных ГОСТами.

Принципиальная гидравлическая схема служит основой для расчета гидропривода, разработки схем соединений, изучения принципа действия машины.

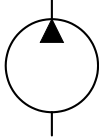
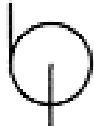


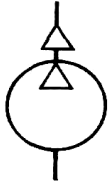
Схемой соединений (монтажной) называют схему, показывающую соединение составных частей изделия и определяющую трубопроводы, которыми обеспечиваются эти соединения, а также места их присоединения. Элементы и устройства на схеме (после расчета и выбора стандартного гидрооборудования) изображают в виде упро-

ценных внешних очертаний. Допускается изображать их в виде прямоугольников.

### 3.2. Условные графические и буквенные обозначения основных элементов гидропривода

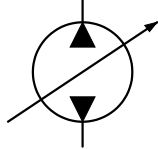
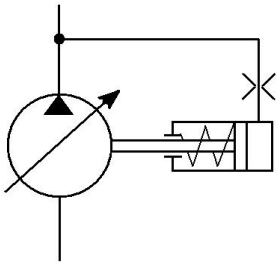
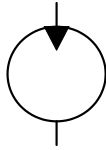

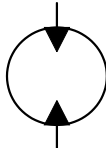
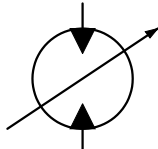
Элементы и устройства гидропривода изображаются на принципиальных гидравлических схемах, определяющих полный состав элементов и связи между ними, в виде условных графических обозначений, установленных ГОСТ 2.780-96, ГОСТ 2.781-96, ГОСТ 2.782-96, ГОСТ 2.784-96. Условные графические обозначения основных элементов гидропривода (пневмопривода), применяемые в гидравлических и пневматических схемах, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Наименование элемента схемы	Условное обозначение
1	2
Насос нерегулируемый с нереверсивным потоком (общее обозначение)	
Насос центробежный	
Насос шестеренный	
Компрессор	
Вакуум - насос	

<p>Насос нерегулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Насос регулируемый с нереверсивным потоком</p>	

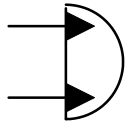
Продолжение табл. 3.1

1	2
<p>Насос регулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Насос регулируемый с регулятором мощности</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с нереверсивным потоком</p>	
<p>Пневмомотор</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Гидромотор регулируемый с реверсивным потоком</p>	



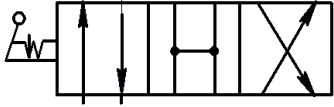
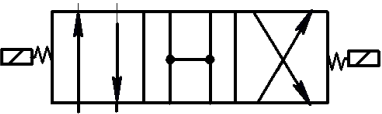
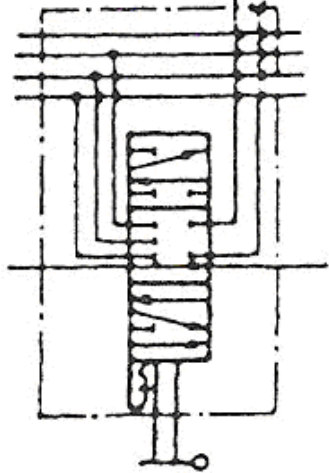
<p>Гидроцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком</p>	
<p>Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (без указания способа возврата штока)</p>	

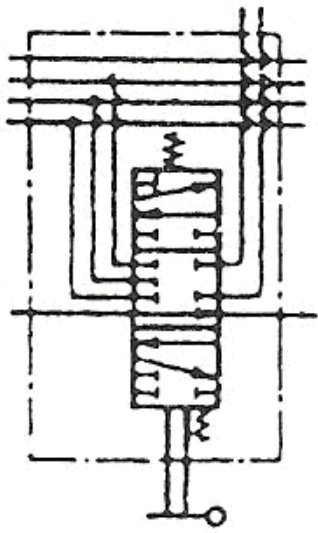
Продолжение табл.3.1

1	2
<p>Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (с возвратом штока пружиной)</p>	
<p>Гидроцилиндр телескопический с односторонним выдавливанием</p>	
<p>Поворотный гидродвигатель</p>	
<p>Распределитель 4/2 (четырёхлинейный/двухпозиционный) с управлением от кулачка с пружинным возвратом</p>	
<p>Распределитель 4/2 (четырёхлинейный/двухпозиционный) с управлением от рукоятки с фиксатором</p>	
<p>Распределитель 4/2 (четырёхлинейный/двухпозиционный) с управлением от двух электромагнитов</p>	

<p>Распределитель 4/2 (четырёхлинейный/двухпозиционный) с управлением от электромагнита с пружинным возвратом</p>	
<p>Гидрораспределитель 4/3 (четырёхлинейный /трехпозиционный) с ручным управлением</p>	
<p>Гидрораспределитель 4/3 (четырёхлинейный /трехпозиционный) с электромагнитным управлением</p>	

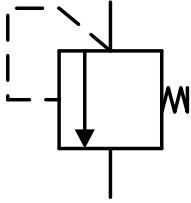
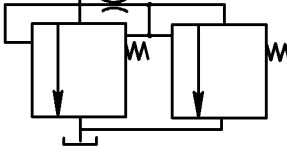
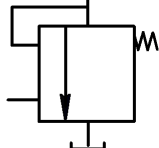
Продолжение табл. 3.1

1	2
<p>Распределитель 4/3 (четырёхлинейный / трехсекционный) с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением от рукоятки с фиксатором</p>	
<p>Распределитель 4/3 (четырёхлинейный / трехсекционный) с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением от двух электромагнитов</p>	
<p>Рабочая трехпозиционная секция гидрораспределителя с двумя запертыми отводами, гидролиния от насоса соединена с баком в нейтральной позиции золотника. Золотник имеет принудительную фиксацию во всех трех положениях предназначен для управления гидроцилиндрами двустороннего действия и гидромоторами</p>	

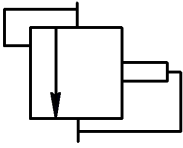
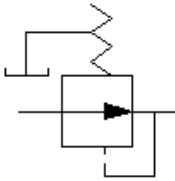
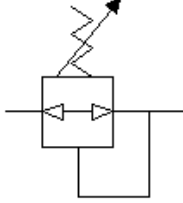
<p>Рабочая трехпозиционная секция гидрораспределителя с двумя запертыми отводами, гидрочиния от насоса соединена с баком в нейтральной позиции золотника. Золотник имеет автоматическую фиксацию в нейтральной позиции и пружинный возврат из рабочих позиций предназначен для управления гидроцилиндрами двустороннего действия и гидромоторами</p>	
--	--

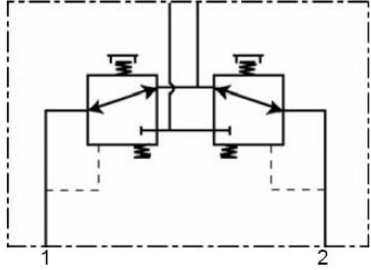
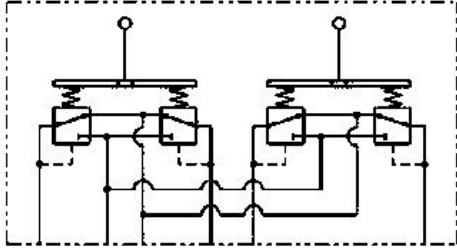

Продолжение табл. 3.1

1	2
<p>Распределитель 4/3 (четырёхлинейный / трехсекционный) с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением электрогидравлическим (от одного вспомогательного распределителя, от независимого потока, без регулирования времени срабатывания)</p>	
<p>Распределитель 4/3 (четырёхлинейный / трехсекционный) с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением электрогидравлическим (от двух вспомогательных распределителей, от основного потока, без регулирования времени срабатывания)</p>	
<p>Регулирующий орган нормально закрытый</p>	
<p>Регулирующий орган нормально открытый</p>	

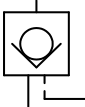
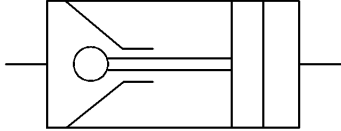
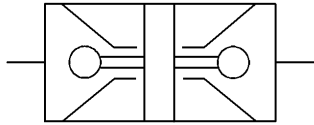
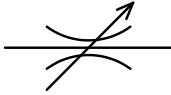
<p>Клапан напорный (предохранительный, ограничивающий максимальное давление <math>p_1</math>) с собственным управлением прямого действия</p>	
<p>Клапан напорный (предохранительный, ограничивающий максимальное давление <math>p_1</math>) с собственным управлением непрямого действия</p>	
<p>Клапан напорный (предохранительный, ограничивающий максимальное давление <math>p_1</math>) с дополнительным подводом от отдельной магистрали</p>	

Продолжение табл. 3.1

1	2
<p>Клапан дифференциальный или напорный золотник (аппарат, поддерживающий постоянный перепад давлений <math>p_1 - p_2</math>)</p>	
<p>Клапан пропорциональный (клапан, поддерживающий постоянное отношение давлений <math>\frac{p_1}{p_2}</math>)</p>	
<p>Клапан редукционный, поддерживающий постоянное давление на выходе <math>p_2</math>, независимо от давления на входе <math>p_1</math></p>	
<p>Регулятор воздушный</p>	
<p>Клапан управления дополнительным оборудованием и позиционированием</p>	

	
Клапан сервоуправления	
Клапан обратный	

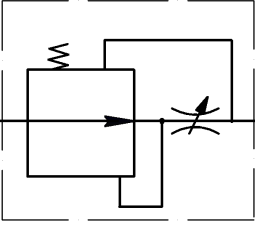
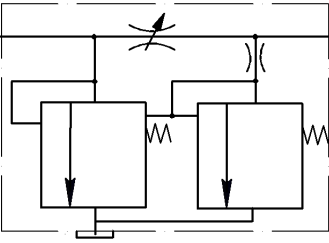
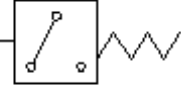



Продолжение табл.3.1

1	2
Гидрозамок односторонний	
Клапан обратный управляемый (гидрозамок) односторонний	
Клапан обратный управляемый (гидрозамок) двусторонний	
Дроссель регулируемый	

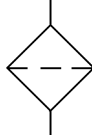

Регулятор потока	
Дроссель с обратным клапаном	
Золотник тормозной	
Делитель потока гидравлический на два потока	


Продолжение табл. 3.1

1	2
Делитель потока пневматический на два потока	
Сумматор потока гидравлический для двух потоков	
Сумматор потока пневматический для двух потоков	

Дроссель с регулятором давления	
Дроссель с регулятором давления и предохранительным клапаном	
Реле давления	
Сервоклапан	
Клапан соленоидный	
Компенсатор	

Продолжение табл. 3.1

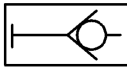
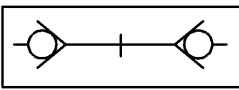

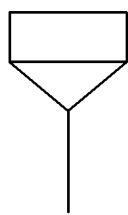
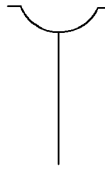

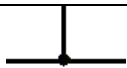
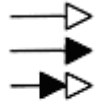
1	2
Фильтр	
Охладитель без указания подвода и отвода	

Гидробак под атмосферным давлением	
Гидробак с давлением выше атмосферного	
Гидробак с давлением ниже атмосферного	
Аккумулятор пружинный гидравлический	
Аккумулятор пневматический (ресивер, баллон, воздухосборник)	
Расходомер	
Термодатчик	



Продолжение табл. 3.1



1	2
Нагреватель без указания подвода и отвода	
Манометр	



Полумуфта быстроразъемная с обратными клапанами	
Муфта быстроразъемная с обратными клапанами	
Фланцы	
Заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т.д.	
Заборник воздуха из атмосферы	
Запорный вентиль	
Соединение линий связи	
Направление потока (воздуха жидкости смеси )	

Окончание табл. 1

1	2
Перекрещивание линий связи	
Колено	

Рукав высокого давления	
Электродвигатель	

Буквенные позиционные обозначения основных элементов гидропривода на принципиальных гидравлических схемах по ГОСТ 2.704-76 приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Наименование элемента	Буквенное обозначение
1	2
Устройство (общее обозначение)	<i>A</i>
Гидроаккумулятор (пневмоаккумулятор)	<i>AK</i>
Аппарат теплообменный	<i>AT</i>
Гидробак	<i>B</i>
Вентиль	<i>BH</i>
Гидровытеснитель	<i>BT</i>
Пневмоглушитель	<i>Г</i>
Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	<i>Д</i>
Делитель потока	<i>ДП</i>
Гидродроссель (пневмодроссель)	<i>ДР</i>
Гидрозамок (пневмозамок)	<i>ЗМ</i>
Гидроклапан (пневмоклапан)	<i>К</i>
Гидроклапан (пневмоклапан) выдержки времени	<i>KB</i>
Гидроклапан (пневмоклапан) давления	<i>КД</i>
Гидроклапан (пневмоклапан) обратный	<i>КО</i>
Гидроклапан (пневмоклапан) предохранительный	<i>КП</i>
Гидроклапан (пневмоклапан) редуционный	<i>КР</i>

Окончание табл. 3.2

1	2
Компрессор	<i>KM</i>
Гидромотор (пневмомотор)	<i>М</i>
Манометр	<i>MH</i>
Гидродинамическая передача	<i>МП</i>
Маслораспылитель	<i>MP</i>
Масленка	<i>МС</i>
Гидродинамическая муфта	<i>MФ</i>

Насос	<i>H</i>
Насос аксиально-поршневой	<i>HA</i>
Насос-мотор	<i>HM</i>
Насос пластинчатый	<i>HP</i>
Насос радиально-поршневой	<i>HR</i>
Пневмогидропреобразователь	<i>ПГ</i>
Гидропреобразователь	<i>ГП</i>
Гидрораспределитель (пневмораспределитель)	<i>P</i>
Реле давления	<i>РД</i>
Гидроаппарат (пневмоаппарат) золотниковый	<i>PЗ</i>
Гидроаппарат (пневмоаппарат) клапанный	<i>PK</i>
Регулятор потока	<i>РП</i>
Ресивер	<i>РС</i>
Сепаратор	<i>C</i>
Сумматор потока	<i>СП</i>
Термометр	<i>T</i>
Гидродинамический трансформатор	<i>ТР</i>
Устройство воздухопускное	<i>УВ</i>
Гидроусилитель.	<i>УС</i>
Фильтр	<i>Ф</i>
Гидроцилиндр (пневмоцилиндр)	<i>Ц</i>

### 3.3. Составление принципиальных гидравлических схем

При составлении принципиальной гидравлической схемы необходимо учитывать многие факторы: назначение гидропривода на машине (для привода рабочего оборудования или выполнения вспомогательных операций, установочных движений); уровень давления в гидросистеме: низкий (10...16 МПа), средний (16...25 МПа), высокий (25...42 МПа); условия функционирования гидропривода; надежность и др.

В гидроприводах тракторов, бульдозеров, скреперов, рыхлителей и т.п. обычно применяются шестеренные насосы с номинальным давлением 10, 16 МПа. В гидроприводах экскаваторов, погрузчиков, автокранов используются аксиально-поршневые насосы с номинальным давлением 10, 20, 25 и 32 МПа.

При составлении гидравлической схемы какой-либо машины необходимо использовать опыт разработки и эксплуатации аналогичных машин. ВНИИстройдормаш, ВНИИземмаш совместно с заводами-изготовителями были разработаны типовые гидравлические схемы строительных и дорожных машин. Применение типовых схем

повышает качество проектирования гидроприводов, снижает номенклатуру применяемого оборудования, упрощает производство.

При составлении гидравлической схемы стремятся выполнить ее простой, с минимальным количеством элементов, необходимых для функционирования гидропривода и обеспечивающих заданную надежность. В большинстве случаев выбираются гидравлические схемы с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости, когда жидкость от гидродвигателя поступает в гидробак. Рекомендуется применять разгруженную схему гидропривода, т.е. со сливом рабочей жидкости в гидробак под малым давлением при нейтральном положении запорно-регулирующих элементов (золотников) гидрораспределителей.

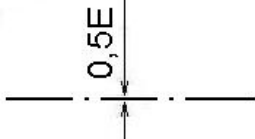
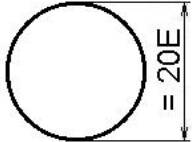
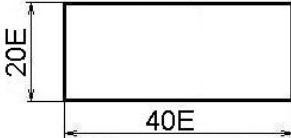
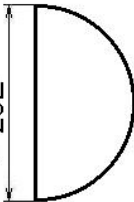
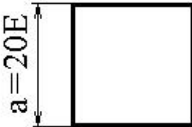
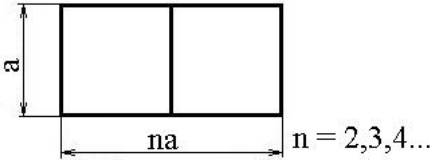
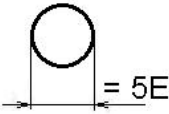
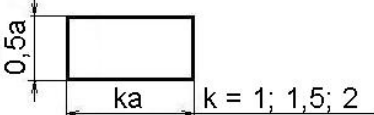
Пути совершенствования традиционных гидравлических систем связаны с уменьшением гидравлических потерь давления в трубопроводах (за счет сокращения длины трубопроводов между насосами, гидрораспределителями и гидродвигателями, сокращения количества соединений трубопроводов, применения фланцевых соединений и рукавов высокого давления с гнутой арматурой и др.); с повышением надежности и безопасности за счет применения встроенных комбинированных предохранительных и подпиточных клапанов, устройств ограничения скорости нарастания давления, вторичных предохранительных клапанов, прифланцованных к гидродвигателям, и др. /4, 18/.

### 3.4 Рекомендуемые размеры обозначений элементов гидропривода на схемах

Размеры обозначений элементов гидропривода стандартом не установлены. Поэтому в табл. 3.3 показаны рекомендуемые соотношения размеров для обозначения гидрооборудования на схемах. Силовые линии (всасывающая, напорная, сливная) на чертеже должны быть в три раза толще дренажных линий и линий управления, а расстояние между параллельными линиями – не менее 3 мм.

Таблица 3.3

Условное обозначение	Наименование элемента
	Гидролиния

	Штрихпунктирная линия
	Насос
	Гидроцилиндр
	Поворотный гидродвигатель
	Клапан
	Гидрораспределитель
	Обратный клапан
	Управление гидрораспределителя

### 3.5. Примеры гидравлических схем и установки элементов гидропривода в схемах

Для управления гидродвигателями секции гидрораспределителя могут иметь различные схемы соединения каналов: параллельную, последовательную и индивидуальную. На рис. 3.4 изображена прин-

ципиальная гидравлическая схема объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и параллельной схемой соединения золотников гидрораспределителей.

При параллельной схеме соединения золотников секций  $P1$  и  $P2$  гидрораспределителя (см. рис. 3.4) поток жидкости от насоса может быть подан одновременно на несколько гидродвигателей (гидроцилиндры  $Ц1$  и  $Ц2$ ). При этом расход жидкости делится между гидродвигателями обратно пропорционально их внешним нагрузкам.

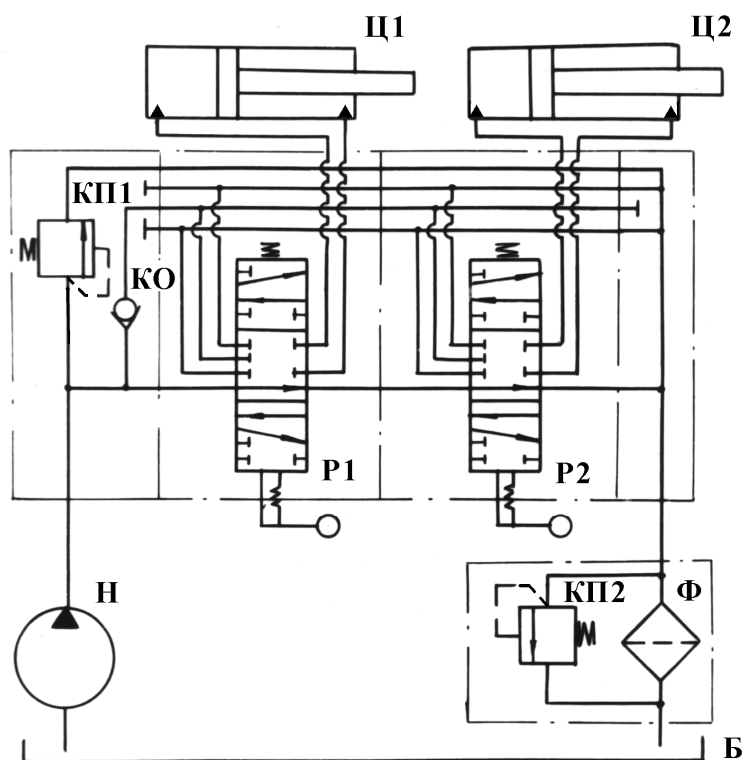


Рис. 3.4. Принципиальная гидравлическая схема гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и параллельной схемой соединения золотников гидрораспределителей

Рабочая жидкость из гидробака  $Б$  (см. рис. 3.4) по всасывающей гидролинии насосом  $Н$  подается в напорную гидролинию и поступает в трехпозиционные секции  $P1$  и  $P2$  гидрораспределителя с ручным управлением.

При нейтральном (исходном) положении золотников секций  $P1$  и  $P2$  распределителя (оно показано на схеме) напорная гидролиния со-

единяется со сливной гидролинией и рабочая жидкость через фильтр  $\Phi$  возвращается обратно в гидробак  $B$ . Параллельно фильтру  $\Phi$  установлен переливной клапан  $KП2$ , направляющий жидкость мимо фильтра в случае загрязнения фильтрующего элемента.

Исполнительные гидролинии соединяют секции  $P1$ ,  $P2$  гидрораспределителя с гидроцилиндрами  $Ц1$ ,  $Ц2$  соответственно. В исходном положении золотников исполнительные гидролинии перекрыты, и штоки гидроцилиндров зафиксированы в определенном положении.

При установке, например, золотника секции  $P1$  гидрораспределителя в верхнее рабочее положение (т.е. его необходимо сместить вниз от исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса  $H$  через обратный клапан  $КО$  будет поступать в поршневую (левую) полость гидроцилиндра  $Ц1$ , а из штоковой полости (правой) будет сливаться в гидробак. Шток гидроцилиндра  $Ц1$  перемещается вправо, т.е. работает на выталкивание.

При включении золотника распределителя  $P1$  в нижнюю рабочую позицию (т.е. его необходимо сместить вверх от исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса  $H$  через обратный клапан  $КО$  будет поступать в штоковую полость гидроцилиндра  $Ц1$  и из поршневой полости будет сливаться в гидробак. В этом случае шток цилиндра  $Ц1$  перемещается влево, т.е. работает на втягивание.

Управление перемещением штока гидроцилиндра  $Ц2$  производится секцией  $P2$  гидрораспределителя аналогично.

Предохранительный клапан  $KП1$  предохраняет гидросистему от давления рабочей жидкости, превышающего установленное, путем слива жидкости в гидробак  $B$ . При установке в качестве гидродвигателей не гидроцилиндров, а гидромоторов будем иметь гидропривод вращательного движения, принцип действия которого аналогичен вышерассмотренному принципу действия гидропривода возвратно-поступательного движения.

При последовательной схеме соединения секций  $P1$  и  $P2$  золотников гидрораспределителя (рис. 3.5) несколько гидродвигателей (гидроцилиндры  $Ц1$  и  $Ц2$ ) также могут быть включены одновременно. Однако в этом случае весь поток жидкости от насоса поступает вначале в рабочую полость первого гидродвигателя, а из его сливной полости – в напорную полость второго двигателя и т.д. Отводящая гидролиния последнего из включенных гидродвигателей соединяется со сливной гидролинией.

Расход жидкости при такой схеме для каждого гидродвигателя является одинаковым, что обеспечивает одновременную работу нескольких гидродвигателей с одинаковой скоростью. Но при такой схеме рабочее давление в каждом последующем гидродвигателе равно давлению на выходе из предыдущего, а давление на выходе из насоса определяется суммой перепадов давлений на гидродвигателях.

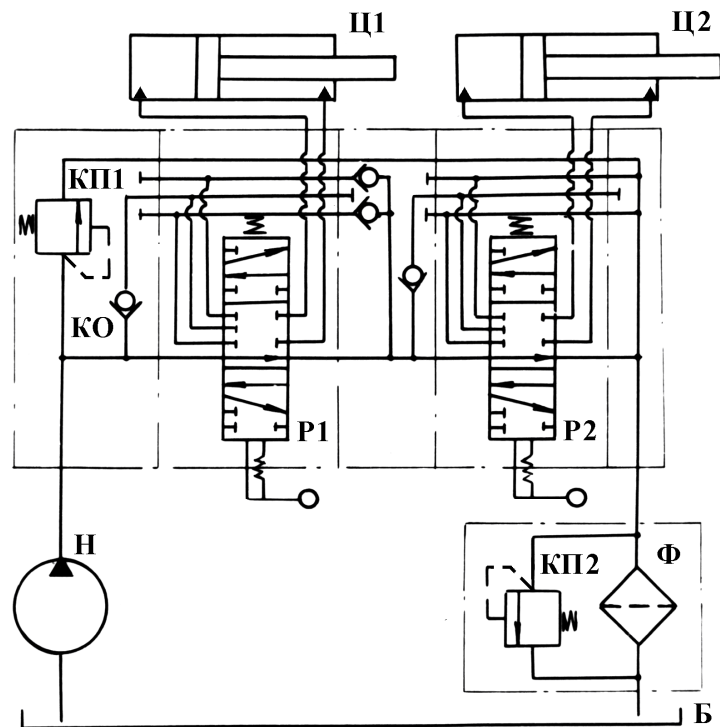


Рис. 3.5. Последовательная схема соединения золотников гидрораспределителей

При индивидуальной схеме соединения золотников секций  $P1$  и  $P2$  гидрораспределителя (рис. 3.6) поток рабочей жидкости от насоса поступает только к одному гидродвигателю, а из сливной полости направляется в сливную гидролинию. Причем при одновременном включении золотников поток жидкости поступает к тому гидродвигателю, управляющий золотник которого находится ближе к напорной гидролинии насоса.

Подвод рабочей жидкости к следующим гидродвигателям перекрыт. Чтобы включить последующий гидродвигатель, необходимо отключить предыдущий гидродвигатель.



Многозолотниковые гидрораспределители по конструктивному исполнению корпуса разделяют на секционные и моноблочные. При секционном исполнении гидрораспределителя золотники расположены в отдельных рабочих секциях, которые соединяют в единый блок с напорной и сливной секциями с помощью стяжных винтов или шпилек. Предохранительный и обратный клапаны обычно расположены в напорной секции. При моноблочном исполнении все золотники расположены в одном корпусе.

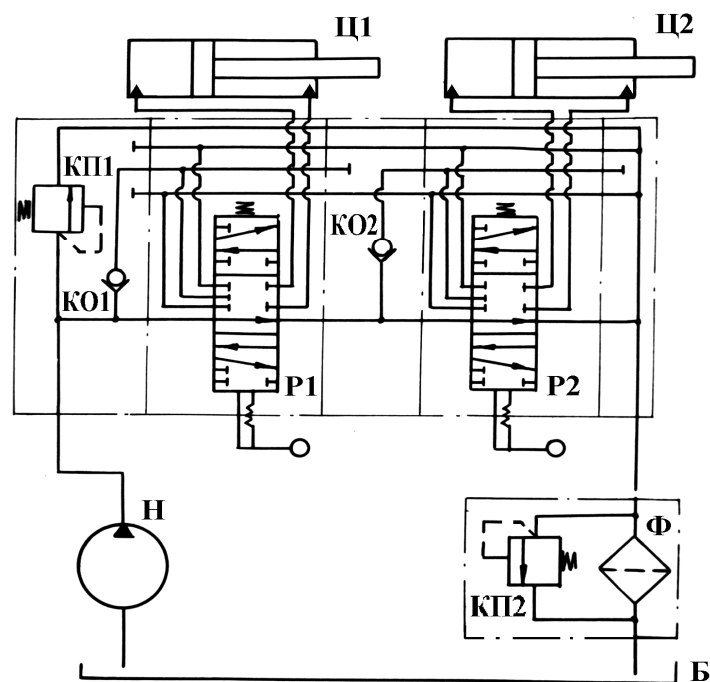


Рис. 3.6. Индивидуальная схема соединения золотников гидрораспределителей

Присоединительные отверстия гидроаппаратов по ГОСТ 24242-80 должны иметь следующие буквенные обозначения:

*A, B, C, P, T* – отверстия основного потока;

*X, Y* – отверстия потока управления;

*M* – отверстие для манометра;

*L* – дренажное отверстие.

Рекомендуемые обозначения отверстий основного потока:

*P* – отверстие для входа рабочей жидкости под давлением;

*A, B* – отверстия для присоединения к другим гидроустройствам;

*T* – отверстие для выхода рабочей жидкости в гидробак;

*C* – отверстие проточного канала специального гидрораспределителя.

Примеры обозначений присоединительных отверстий гидроаппаратов приведены на рис. 3.7. При наличии в гидроаппарате нескольких отверстий одинакового назначения их следует обозначать буквами с добавлением порядкового номера справа.

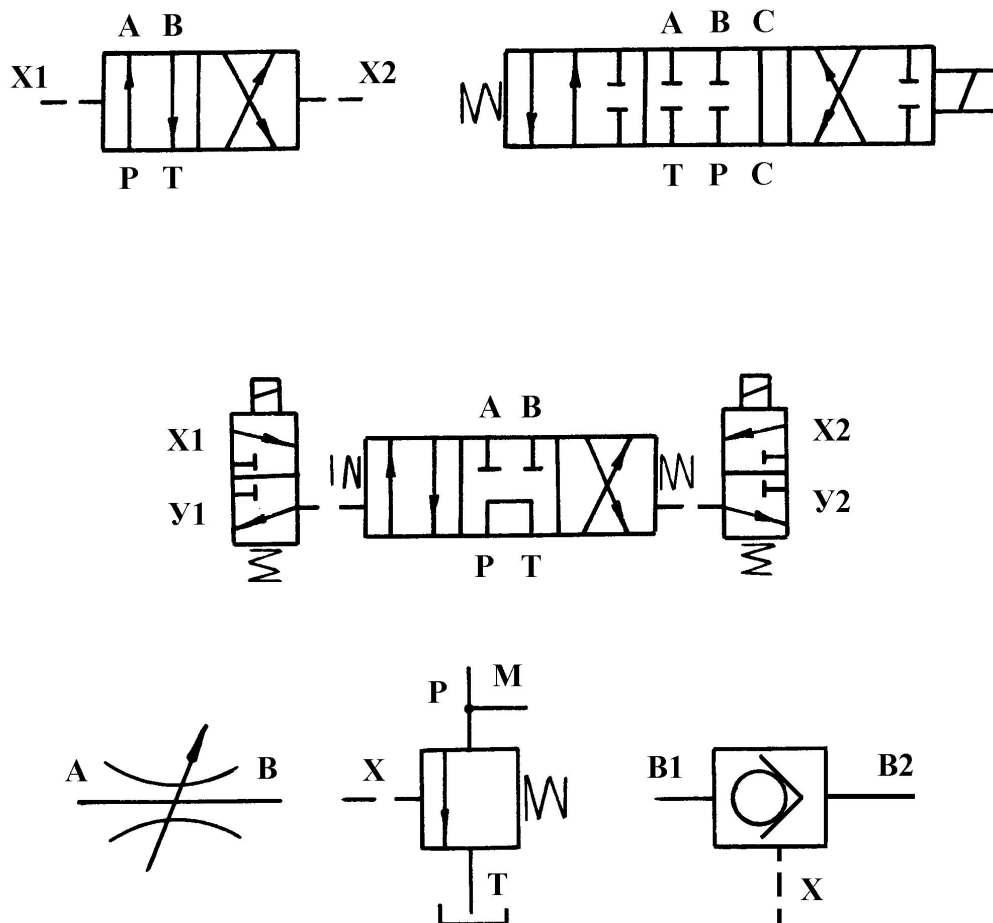


Рис. 3.7. Примеры обозначений присоединительных отверстий гидроаппаратов

Примеры условных обозначений напорных, рабочих, промежуточных и сливных секций секционных гидрораспределителей приведены на рис. 3.8 /4/. Здесь буквой *H* обозначается напорная гидролиния, а буквами *C1*, *C2* и *C3* – проточные каналы. Отверстие для подвода рабочей жидкости под давлением обозначается буквой *P*, а отверстие для выхода жидкости на слив – буквой *T*. Отверстия для внешнего соединения с гидродвигателями обозначаются буквами *A* и *B*.

Напорная секция (см. рис. 3.8,*а*) включает обратный клапан и предохранительный клапан прямого действия. Такая секция (обозначается цифрами 20) применяется для гидравлических систем, не требующих расположения предохранительного клапана непосредственно около насоса.

Рабочая трехпозиционная секция (см. рис. 3.8,*б*) применяется для управления гидроцилиндрами двустороннего действия и реверсивными гидромоторами. Рабочая секция (обозначается цифрами 01.1) имеет фиксацию золотника во всех трех позициях.

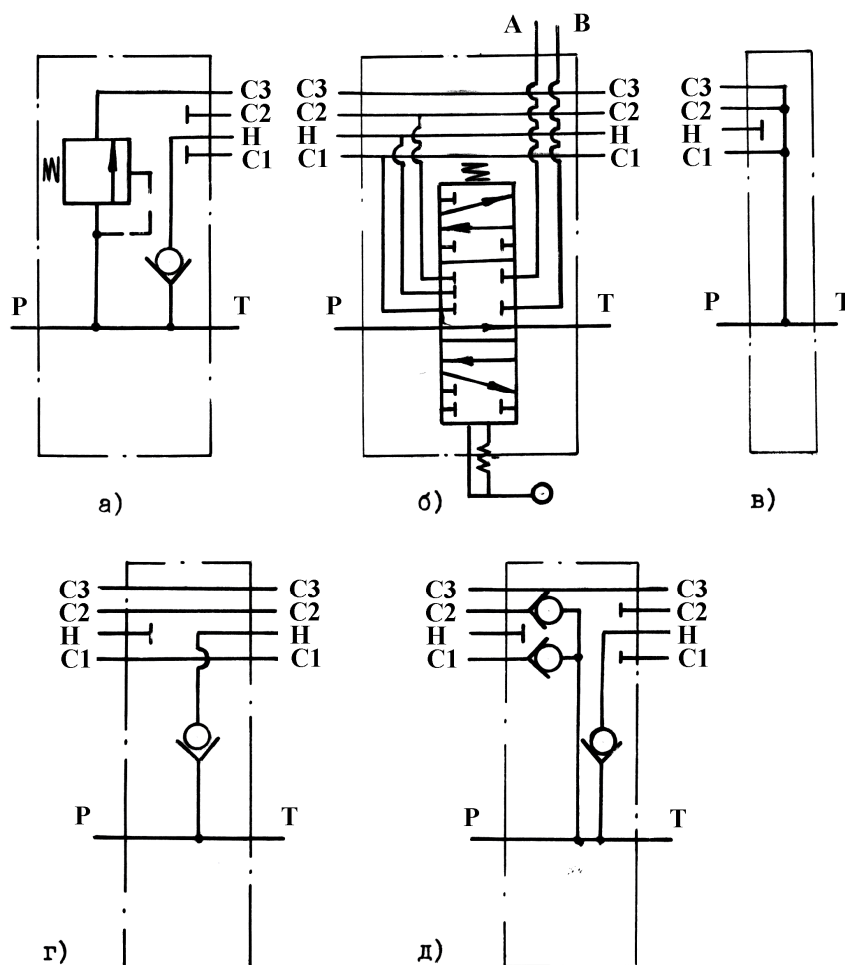


Рис. 3.8. Условные обозначения секций гидрораспределителя:  
*а* – напорная; *б* – рабочая трехпозиционная; *в* – сливная;  
*г, д* – промежуточные

Сливная секция (см. рис. 3.8,*в*) используется для слива рабочей жидкости в гидробак (обозначается цифрами 30).

Промежуточная секция (см. рис. 3.8,з) включает обратный клапан и применяется для поочередного выполнения двух операций (обозначается цифрами 10.2).

Промежуточная секция (см. рис. 3.8,д) имеет три обратных клапана и применяется для совмещения двух технологических операций от одного потока рабочей жидкости при последовательном соединении гидродвигателей (обозначается цифрами 10.4).

Схема гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости приведена на рис. 3.9.

В гидроприводе с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости от гидродвигателя – гидромотора  $M$  (см. рис. 3.9) – поступает непосредственно во всасывающую гидролинию основного насоса  $H1$ .

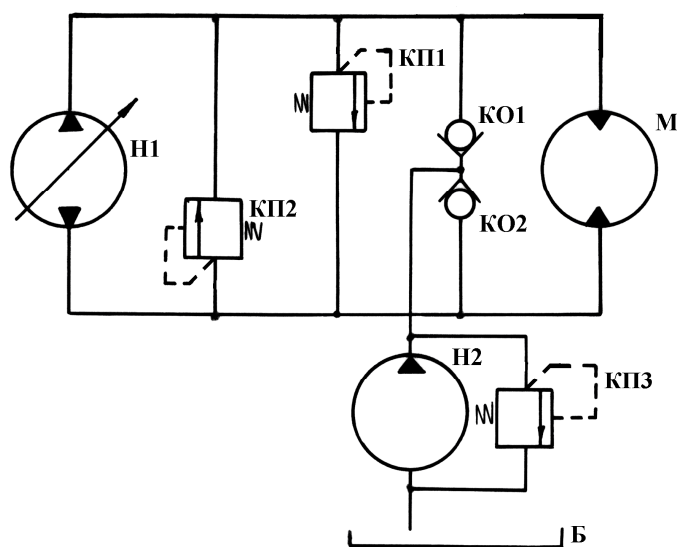


Рис. 3.9. Схема гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости

Частоту вращения вала гидромотора регулируют, изменяя рабочий объем насоса  $H1$ , а направление вращения вала гидромотора изменяют с помощью реверсирования потока рабочей жидкости насосом  $H1$ . Предохранительные клапаны  $KП1$  и  $KП2$  защищают гидросистему от перегрузок как при прямом направлении вращения, так и при реверсировании. При этом выполняет свои функции тот клапан, который соединен с напорной гидролинией.

Компенсацию утечек рабочей жидкости обеспечивает дополнительная гидросистема подпитки. В эту систему входят насос подпитки  $H2$ , переливной клапан  $KП3$ , поддерживающий постоянное давление подпитки (обычно 0,3...0,5 МПа), два обратных клапана  $КО1$  и

$KO2$ , включенных параллельно гидромотору. Подпитка всегда происходит в сливную гидролинию, поэтому одновременно с подпиткой осуществляется подпор рабочей жидкости в сливной гидролинии, что существенно улучшает условия работы насоса  $H1$  на всасывание.

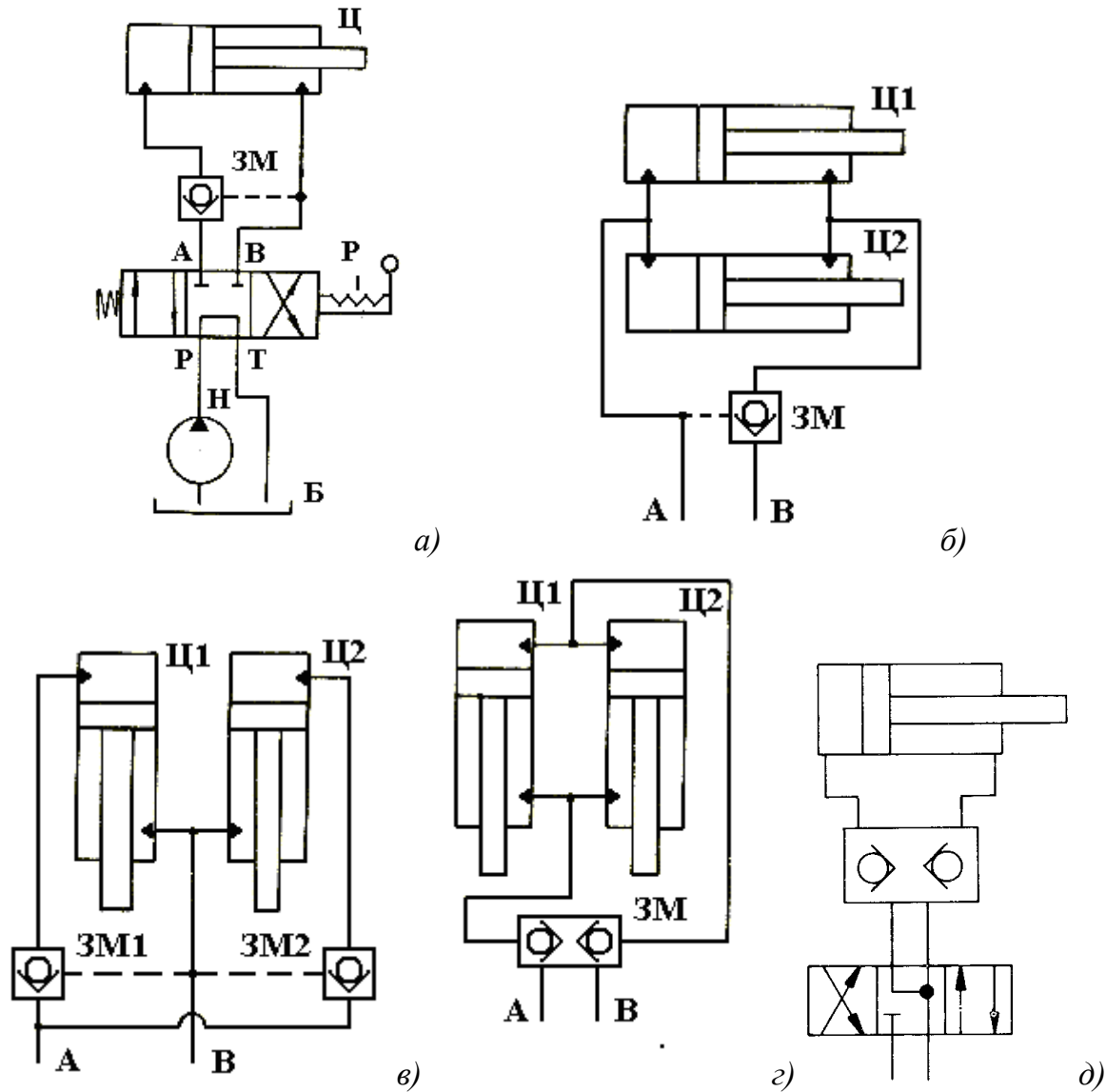


Рис. 3.10. Типовые схемы применения гидрозамков:  
*a, б, в* – одностороннего; *г, д* – двустороннего

Типовые схемы применения гидрозамков приведены на рис. 3.10. Гидрозамки предназначены для пропускания потока рабочей жидкости в одном направлении и запираания потока в обратном направлении при отсутствии управляющего воздействия. При наличии управляющего воздействия на запорно-регулирующий элемент рабочая жидкость пропускается гидрозамком в обоих направлениях.

Гидрозамки применяют в экскаваторах, автокранах, бульдозерах, скреперах и других машинах для предотвращения самопроизвольного опускания различного оборудования и механизмов (выносных или откидных опор экскаваторов, бульдозерного оборудования, ковша скрепера, подъема и опускания рабочего органа и др.). Гидрозамки обычно устанавливаются непосредственно у гидродвигателей, чаще всего у гидроцилиндров.

По конструктивному положению различают односторонние гидрозамки (см. рис. 3.10,а,б,в) – с одним запорно-регулирующим элементом и двусторонние (см. рис. 3.10,г) – с двумя запорно-регулирующими элементами.

Односторонние гидрозамки перекрывают одну гидролинию, например гидролинию поршневой полости гидроцилиндра Ц (см. рис. 3.10,а), или гидролинии штоковых полостей гидроцилиндров Ц1 и Ц2 (см. рис. 3.10,б).

Гидрозамки ЗМ1 и ЗМ2 (см. рис. 3.10,в) установлены на поршневых полостях гидроцилиндров Ц1 и Ц2. Двусторонние гидрозамки защищают две гидролинии (см. рис. 3.10,г, д). На рис. 3.10, д обе точки подключения цилиндра перекрыты без утечки. При заданной остановке цилиндра (в любом положении) его невозможно сдвинуть даже с помощью усилия извне, т.е. находящийся цилиндр под нагрузкой не «ползет» даже при остановке в течение длительного времени.

При установке гидрозамков необходимо учитывать их конструктивное исполнение, а также место размещения дросселей с обратными клапанами – до или после гидрозамка. Дроссель с обратным клапаном свободно пропускает поток жидкости на подъем рабочего органа и ограничивает расход рабочей жидкости и соответственно скорость рабочего органа при его опускании.

Если в схеме привода гидроцилиндра грузоподъемного механизма с гидрозамком не будет установлен дроссель с обратным клапаном, то при перемещении золотника гидрораспределителя в позицию «Опускание» в гидролинии насоса и управления замком создается давление, достаточное для открытия замка. После открытия гидрозамка рабочая жидкость из штоковой полости гидроцилиндра поступает на слив, и рабочий орган опускается под действием внешней нагрузки. При этом скорость перемещения штока гидроцилиндра может превысить скорость, обусловленную подачей насоса. Тогда дав-

ление в противоположной (поршневой) полости гидроцилиндра в гидролинии управления уменьшается, запорный элемент гидрозамка под действием пружины закрывается и движение прекращается. Затем давление в напорной гидролинии и в гидролинии управления снова возрастает, и гидрозамок открывается. Таким образом, происходят прерывистое движение рабочего органа и пульсация давления. Для исключения этого явления между незагруженным гидрозамком и гидроцилиндром рекомендуется установить дроссель с обратным клапаном (рис. 3.11, *a*), сопротивление которого при опускании рабочего органа создает давление, необходимое для открытия обратного клапана гидрозамка, и поддерживает его в этом положении.

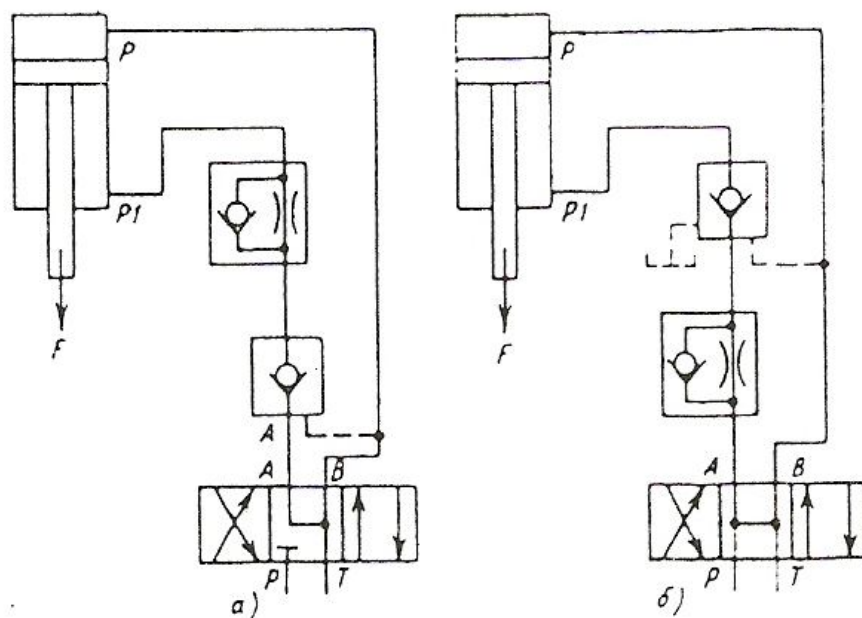


Рис. 3.11. Схема установки незагруженного гидрозамка после дросселя (*a*) и разгруженного гидрозамка перед дросселем (*б*)

При установке замедлительного клапана или другого дросселирующего устройства между незагруженным гидрозамком и сливной гидролинией часто возникают прерывистое движение рабочего органа и пульсация давления, вследствие того что при опускании рабочего органа давление дросселирования действует на штоковую полость гидроцилиндра, последний перемещается в исходное положение и обратный клапан закрывается. После закрытия клапана движение прекращается, давление за гидрозамком уменьшается, давление в гидролинии управления повышается и гидрозамок снова открывает-

ся. После открытия гидрозамок рабочая жидкость перемещается в сливную линию, давление дросселирования возрастает, гидрозамок перекрывается и т.д.

Если дросселирование необходимо осуществить за гидрозамком (например, в гидрораспределителе), следует применять разгруженные гидрозамки (рис. 3.11, б), в которых давление дросселирования не воздействует на поршень управления гидрозамок и не закрывает его при опускании рабочего орана. В приводах механизмов опускания груза кранов, пневмоколесного хода экскаваторов, погрузчиков и других самоходных машин для исключения противообгонного скоростного режима при действии нагрузок, направление которых совпадает с направлением вращения двигателя, применяют тормозные гидроклапаны (рис. 3.12).

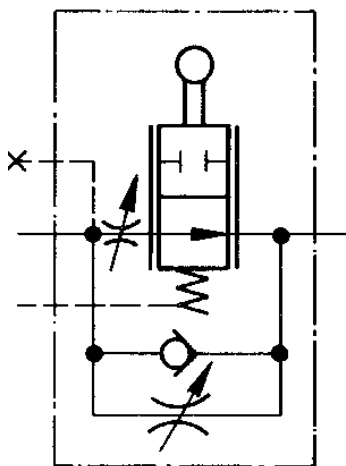


Рис. 3.12. Схема включения тормозного клапана

Тормозной клапан устанавливают на выходе из гидроцилиндра. Управление клапаном осуществляется от подводящей линии гидроцилиндра. Открытие клапана осуществляется от управляющего давления, обратно пропорционального внешней нагрузке. Вследствие этого скорость опускания груза остается примерно постоянной. На рис. 3.12 изображен открытый в исходном положении клапан замедления с обратным клапаном, дросселем главного потока и дросселем параллельного потока.

В мобильных самоходных машинах часто применяют регулируемые дроссели с обратным клапаном. Они предназначены для ограничения потока рабочей жидкости в одном направлении и свободного пропускания в другом направлении. На рис. 3.13 изображены



дрессельный обратный клапан и сдвоенный дрессельный обратный клапан.

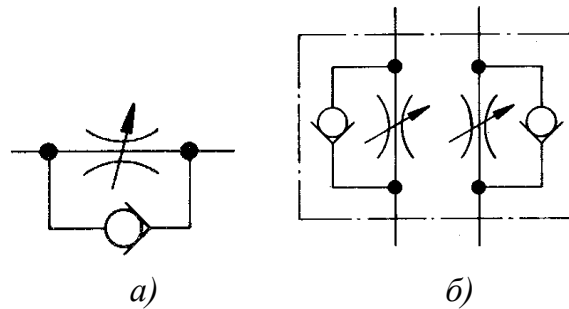


Рис. 3.13. Дрессельные клапаны:  
*а* – дрессельный обратный клапан;  
*б* – сдвоенный дрессельный обратный клапан

На рис. 3.14 изображена схема подвода и слива жидкости.

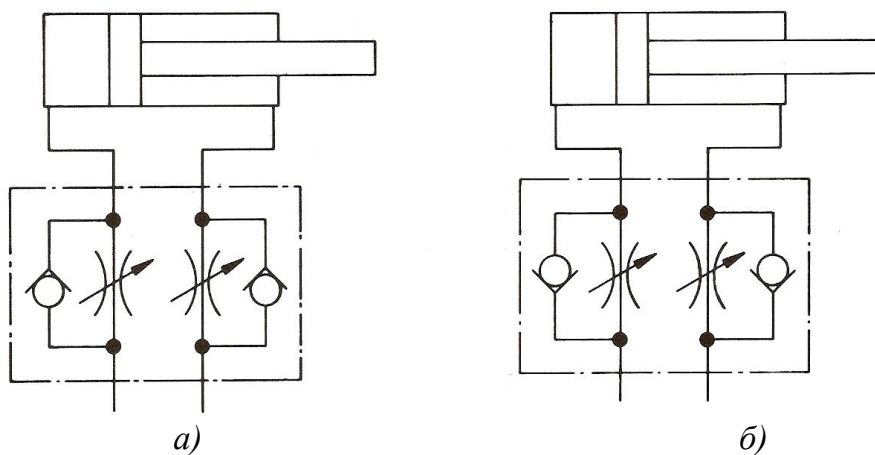


Рис. 3.14. Схемы подключения дрессельных обратных клапанов:  
*а* – схема подвода; *б* – схема слива

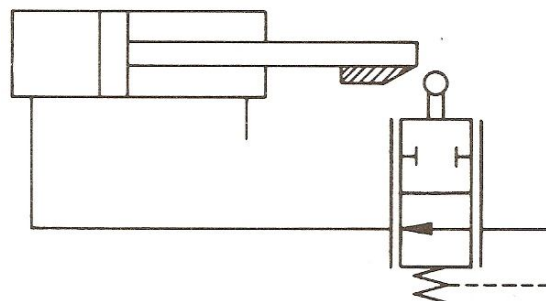


Рис. 3.15. Клапан замедления

На рис. 3.15 изображена конструкция клапана замедления. Ци-линдр, скорость которого регулируется клапаном замедления с по-

мощью кулачка на штоке поршня, приводит в действие роликовый рычаг клапана замедления.

Для синхронизации движения выходных звеньев гидродвигателей, питающихся от одного насоса, используют различные способы, в том числе с помощью делителей потока (рис. 3.16).

Делитель потока *ДП* (см. рис. 3.16, *а*) установлен за гидрораспределителем *Р* и обеспечивает синхронизацию работы гидроцилиндров *Ц1* и *Ц2* в одном направлении при подаче рабочей жидкости от насоса *Н* в поршневые полости гидроцилиндров, при этом из штоковых полостей жидкость через гидрораспределитель сливается в гидробак *Б*.

При движении штоков гидроцилиндров в обратном направлении, когда рабочая жидкость от насоса подается в штоковые полости, жидкость из поршневых полостей сливается в гидробак через обратные клапаны *КО1* и *КО2* и гидрораспределитель *Р*.

Делитель потока *ДП* (см. рис. 3.16, *б*) установлен на выходе из насоса *Н* и синхронизирует работу гидромоторов *М1* и *М2* в обоих направлениях. Индивидуальное управление гидромоторами обеспечивается гидрораспределителями *Р1* и *Р2*.

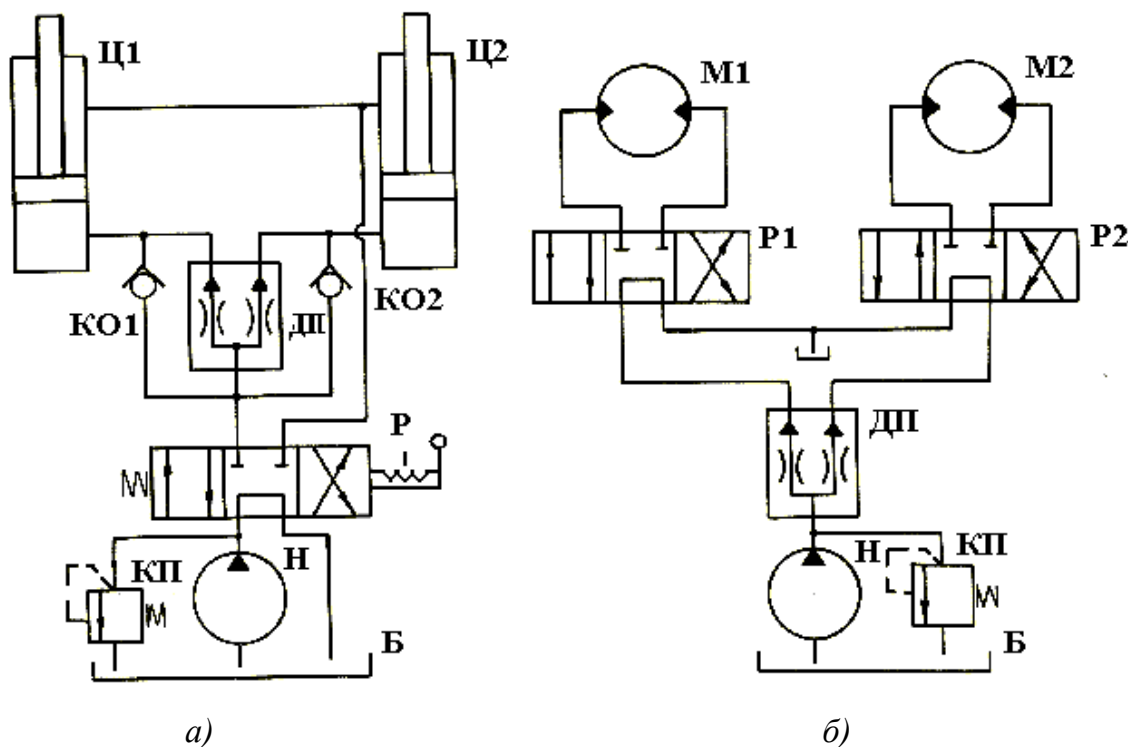


Рис. 3.16. Типовые схемы применения делителей потока:  
*а* – синхронизация работы гидроцилиндров в одном направлении; *б* – синхронизация работы гидромоторов

в обоих направлениях

Некоторые возможные схемы установки линейных фильтров в гидросистемах представлены на рис. 3.17. Фильтры включены последовательно в гидросистему и обеспечивают фильтрацию всего потока рабочей жидкости.

Для предохранения насоса  $H$  (см. рис. 3.17,а), который наиболее чувствителен к загрязнениям, фильтр  $\Phi$  желательно устанавливать во всасывающей гидролинии насоса. Однако по мере загрязнения фильтра увеличивается гидравлическое сопротивление во всасывающей гидролинии и ухудшаются условия всасывания насоса жидкостью, поэтому этот способ установки фильтра в гидросистемах с самовсасывающим насосом не распространен.

Для фильтра  $\Phi$ , включенного в напорную гидролинию после насоса  $H$  (см. рис. 3.17,б) для защиты высокочувствительных к загрязнениям элементов гидропривода (гидрораспределителя  $P$  и гидроцилиндра  $Ц$ ), характерна работа при максимальном давлении рабочей жидкости. В связи с этим ужесточаются требования к прочностным характеристикам корпуса фильтра и увеличивается масса фильтра.

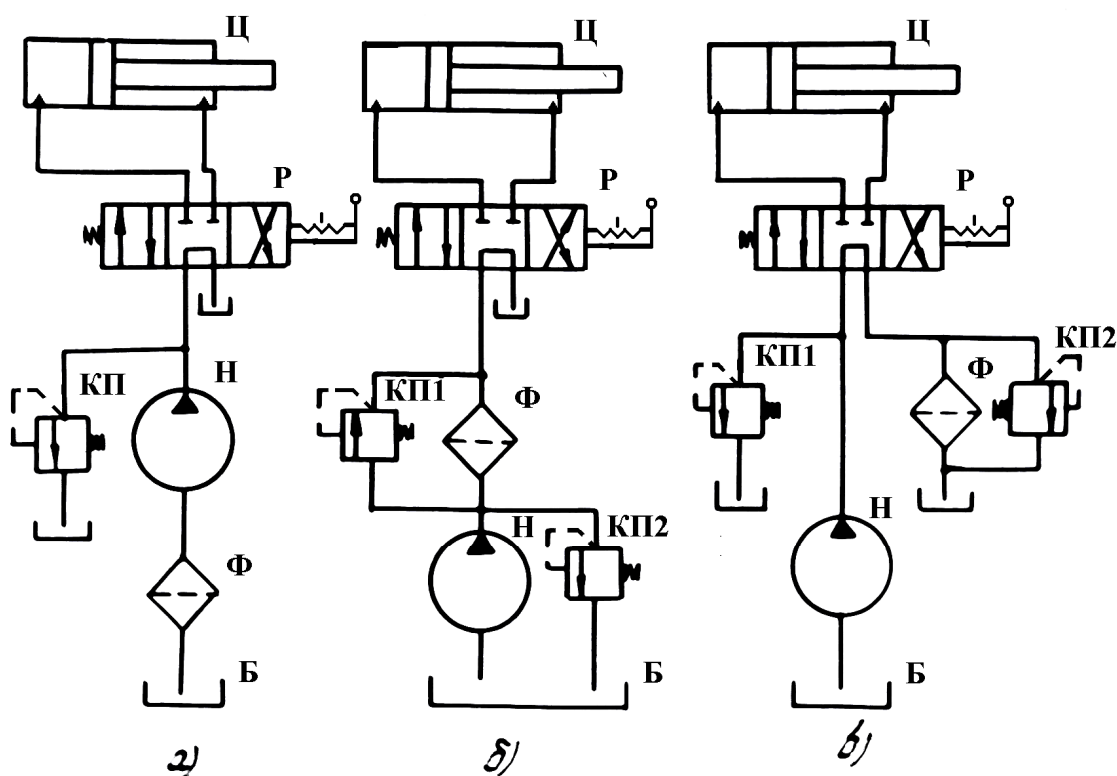


Рис. 3.17. Схемы установки фильтров: а – во всасывающей гидролинии; б – в напорной гидролинии; в – в сливной гидролинии

Включение фильтра  $\Phi$  в сливную гидролинию (см. рис. 3.17,в) является широко распространенным. В гидроприводах строительных и дорожных машин применяются линейные фильтры с номинальной тонкостью фильтрации 25 и 40 мкм, которые устанавливаются в сливных гидролиниях с давлением не выше 0,63 МПа. В крышках фильтров имеются перепускные клапаны.

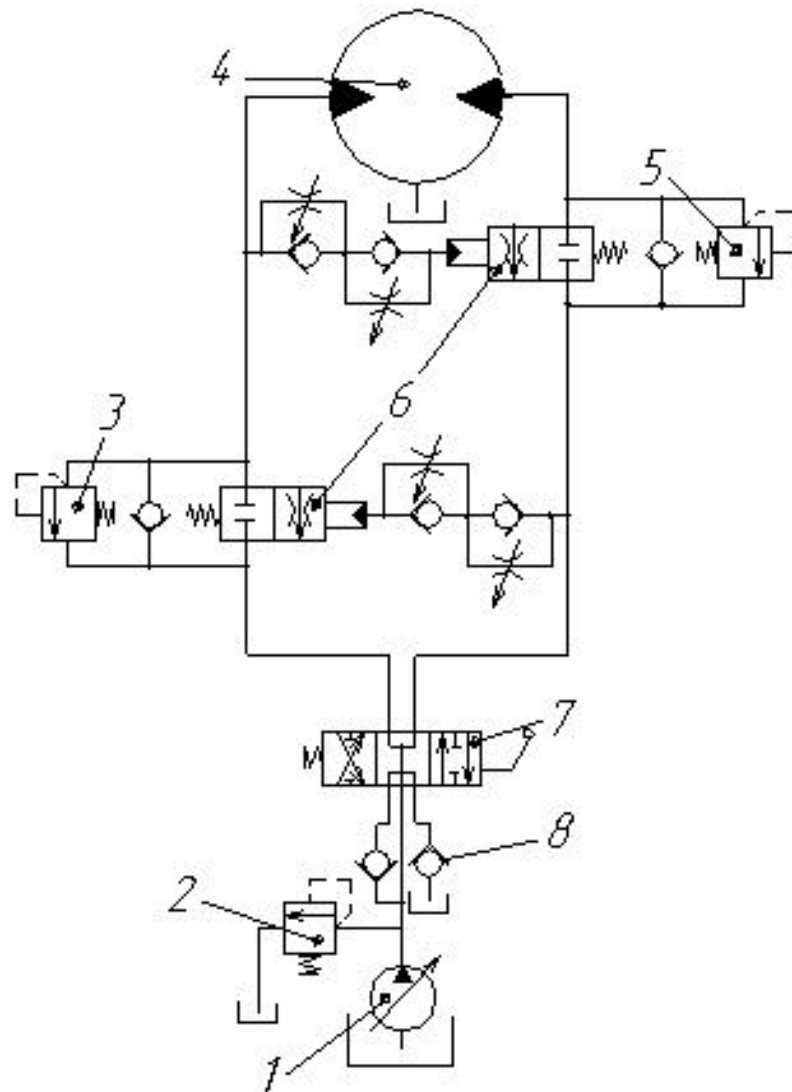


Рис. 3.18. Схема гидравлического контура механизмов передвижения и поворота:

- 1 – регулируемый насос; 2 – предохранительный клапан;  
 4 – гидромотор; 3, 5 – предохранительные клапаны;  
 6 – тормозные клапаны; 7 – гидрораспределитель;  
 8 – клапан противодействия

На рис. 3.18 показана схема гидравлического контура механизма передвижения экскаватора и других машин, а также механизмов поворота различных рабочих органов. Схема обеспечивает бескавитационную с контролируемым замедлением работу реверсивного гидромотора 4 за счет тормозных клапанов 6, возможность бесступенчатого изменения частоты вращения вала гидромотора в широком диапазоне при помощи объемного и частично дроссельного регулирования за счет совместной работы золотника гидрораспределителя 7 с тормозным клапаном 6.

Схема также обеспечивает защиту гидромотора 4 при помощи предохранительных клапанов 3, 5 от чрезмерных давлений, которые могут возникнуть в моменты мгновенных перекрытий тормозных клапанов 6.

Кроме того, схема обеспечивает бескавитационную работу гидромотора в нейтральном положении гидрораспределителя 7 за счет клапана противодавления 8.

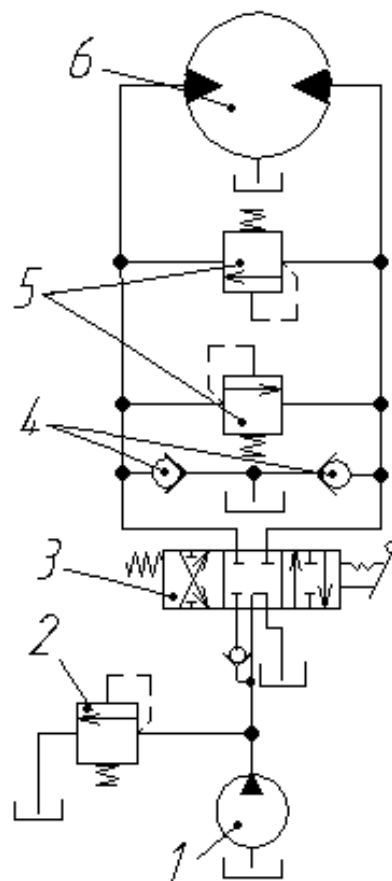


Рис. 3.19. Схема гидравлического контура механизмов поворота:

1 – нерегулируемый насос; 2 – предохранительный клапан; 3 – гидрораспределитель; 4 – обратные клапаны (для подпитки); 5 – предохранительные клапаны; 6 – гидромотор

На рис. 3.19 показана схема гидравлического контура механизма поворота платформы экскаватора и других подобных механизмов, которая пользуется большим распространением из-за своей относительной простоты. Для гидравлического контура, выполненного по схемам на рис. 3.18 и 3.19, необходимо иметь нормально замкнутый тормоз гидромотора, гидравлически управляемый, например, от дополнительного золотника, сблокированного с основным.

В автомобилестроении для повышения мощности двигателя внутреннего сгорания при той же величине его рабочего объема достаточно широко используется турбонаддув. При турбонаддуве воздух подается в рабочие цилиндры двигателя за счет принудительного нагнетания его компрессором. Поэтому увеличивается количество (масса) воздуха, подаваемого в цилиндры двигателя внутреннего сгорания за один рабочий цикл. При большем количестве воздуха в камере (камерах) сгорания имеется возможность подачи туда и большего количества топлива. За счет увеличения массы рабочей смеси увеличивается количество выделяемой теплоты при сгорании и, следовательно, мощность двигателя. Таким образом, система турбонаддува служит для нагнетания воздуха в камеру сгорания двигателя. Её основным составным элементом является компрессор, который и обеспечивает выполнение указанной задачи.

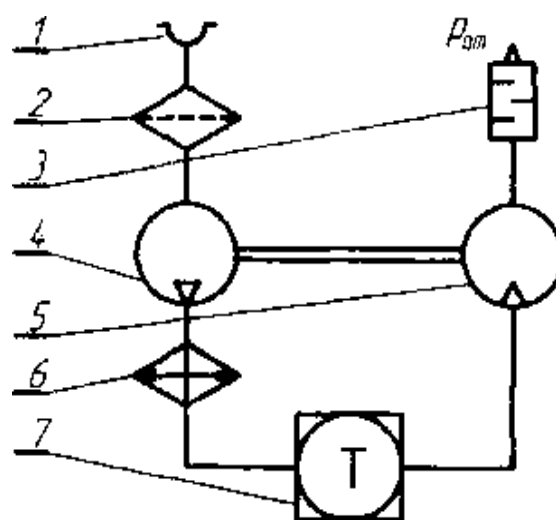


Рис. 3.20. Принципиальная схема турбонаддува ДВС

На рис. 3.20 приведена принципиальная схема системы турбонаддува, на которой компрессор отмечен позицией 4. Кроме компрессора, схема подачи воздуха также включает воздухозаборник 1, воздушный фильтр 2 и охладитель 6. Проходя последовательно через фильтр 2, компрессор 4 и охладитель 6, воздух попадает в двигатель внутреннего сгорания (тепловой двигатель) 7. В камерах сгорания двигателя он смешивается с топливом, а затем происходит сгорание топливно-воздушной смеси. Система турбонаддува интересна тем, что компрессор для подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания в большинстве случаев имеет пневматический привод. Для этого используется энергия выхлопных газов того же двигателя. Выхлопные газы, направляемые на выход (в атмосферу), перед глушителем 3 проходят через пневматический двигатель 5.

В качестве пневматического двигателя обычно используется пневматическая турбина. Выхлопные газы, проходя через турбину 5, приводят её во вращение. Она в свою очередь приводит во вращение компрессор 4. В большинстве конструкций турбина 5 и компрессор 4 имеют общий вал. Таким образом, система турбонаддува двигателя внутреннего сгорания в большинстве случаев включает собственно систему подачи воздуха в камеры сгорания двигателя и пневмопривод компрессора этой системы.

Далее остановимся на элементах, входящих в состав рассмотренной системы турбонаддува.

Воздухозаборник 1 представляет собой трубопровод специальной формы, забирающий воздух из атмосферы.

Фильтр 2 системы турбонаддува двигателя внутреннего сгорания служит для очистки воздуха с целью получения в дальнейшем топливно-воздушной смеси высокого качества и, следовательно, обеспечения её нормального сгорания. Принципиально он не отличается от обычных воздушных фильтров, используемых на автомобильных и тракторных двигателях, а также в двигателях других самоходных машин.

В качестве компрессора 4 в большинстве систем турбонаддува двигателей внутреннего сгорания используются динамические лопастные компрессоры. Наибольшее распространение получили центробежные одноступенчатые компрессоры. Принципиальную конструкцию такого компрессора можно получить из компрессора, если поток газа после рабочего колеса направить на выход. Такие компрессоры

надежны в работе, так как не имеют пар трения, выполняемых с высокой точностью. Некоторую сложность при производстве лопастных компрессоров представляет собой изготовление рабочего колеса и корпуса компрессора (они обычно изготавливаются литьем). Эксплуатируются центробежные компрессоры при относительно высоких частотах вращения, поэтому основным элементом, определяющим надежность работы и срок службы компрессора, является его подшипник (или подшипники).

Кроме динамических, в качестве компрессоров используются также объемные пневмомашин. Объемные компрессоры обычно приводятся во вращение непосредственно от коленчатого вала двигателя, и в двигателестроении их чаще называют нагнетателями. Наибольшее применение в качестве нагнетателей получили поршневые, роторно-поршневые и другие роторные компрессоры.

Эти компрессоры (с приводом от вала двигателя) по сравнению с лопастными компрессорами (с приводом от пневматической турбины) могут обеспечивать достаточно стабильную подачу в широком диапазоне скорости вращения. Они позволяют существенно повышать мощность двигателя при средних и малых скоростях вращения его вала. При этих скоростях вращения коленчатого вала двигателя подача лопастного компрессора может быть меньше требуемого расхода воздуха из-за небольшого количества отработанных газов, направляемых от двигателя через турбину привода на выхлоп. Однако объемные нагнетатели имеют существенно большие габариты и массу.

Современные системы принудительной подачи воздуха в двигатели внутреннего сгорания с использованием объемных компрессоров позволяют повышать их мощность в 1,25... 1,4 раза. Больше повышение мощности ограничивается невозможностью значительного повышения давления из-за утечек воздуха через зазоры в компрессоре. Использование лопастных компрессоров с приводом от пневматической турбины позволяет увеличивать мощность двигателя в 1,5...2 и более раз. Необходимо учитывать, что объемные компрессоры могут повышать мощность двигателя внутреннего сгорания в широком диапазоне скоростей вращений его вала, а лопастные компрессоры эффективно работают в зоне высоких скоростей.

В компрессорах в соответствии с законами термодинамики при сжатии происходит нагревание воздуха. Однако подвод нагретого



воздуха к двигателю нецелесообразен, так как это влечет за собой уменьшение массового заполнения его рабочих камер воздушно-топливной смесью и ухудшение теплового режима двигателя. Для устранения отмеченных отрицательных моментов воздух после компрессора охлаждается, проходя через теплообменник-охладитель 6. В большинстве систем наддува для этого используется система охлаждения двигателя, однако может быть использован и обдув пневмопривода воздухом окружающей среды.

Пневматическая турбина 5, применяемая для привода компрессора, использует энергию выхлопных газов двигателя, давление которых на выходе из рабочего цилиндра двигателя внутреннего сгорания достигает 0,4...0,5 МПа. Выхлопные газы направляются на лопатки пневмотурбины и приводят её во вращение. В большинстве систем турбонаддува пневматическая турбина представляет собой лопастную динамическую машину с радиальным направлением потока выхлопных газов на входе. Её принципиальное устройство аналогично конструкции одноступенчатого центробежного компрессора, рассмотренного ранее, но рабочий поток через турбину направлен в противоположном (по сравнению с компрессором) направлении. Между гидравлическими и пневматическими турбинами имеются отличия второстепенного характера. Они вызваны различием свойств жидкостей и газов, используемых в качестве рабочих тел. Эти различия в первую очередь касаются применяемых материалов, конструкции уплотнительных устройств и способов смазки поверхностей трения.

Глушители, используемые на двигателях с турбонаддувом, практически ничем не отличаются от глушителей, используемых на аналогичных двигателях внутреннего сгорания без турбонаддува.

Для привода в действие тормозных механизмов автомобилей, в первую очередь грузовиков большой и средней грузоподъемности, наряду с другими типами используются также пневматические приводы. Такие приводы, в частности, получили распространение на автомобилях серии ЗИЛ.

На рис. 3.21 представлена упрощенная принципиальная схема пневматического привода грузового автопоезда ЗИЛ. Основными элементами представленной пневматической системы являются компрессор 1, регулятор давления 2, ресивер (воздухосборник) 7, комбинированный управляющий кран 9, предохранительный клапан 12,

быстроразъемное соединение *13* пневмосистем автомобиля-тягача и прицепа (или полуприцепа), а также исполнительные пневмоцилиндры автомобиля-тягача *14* и прицепа *15*.

Общий принцип работы представленного пневмопривода автомобиля заключается в следующем. Компрессор *1* нагнетает воздух в ресивер *7*, в котором сжатый воздух находится под давлением для дальнейшего использования при торможении автомобиля.

Регулятор давления *2* поддерживает давление в системе в пределах заданных величин. Он также служит для разгрузки насоса при работе автомобиля без подзарядки пневмосистемы. Кроме того, регулятор давления, используемый в пневмоприводах автомобилей ЗИЛ, имеет встроенный фильтр.

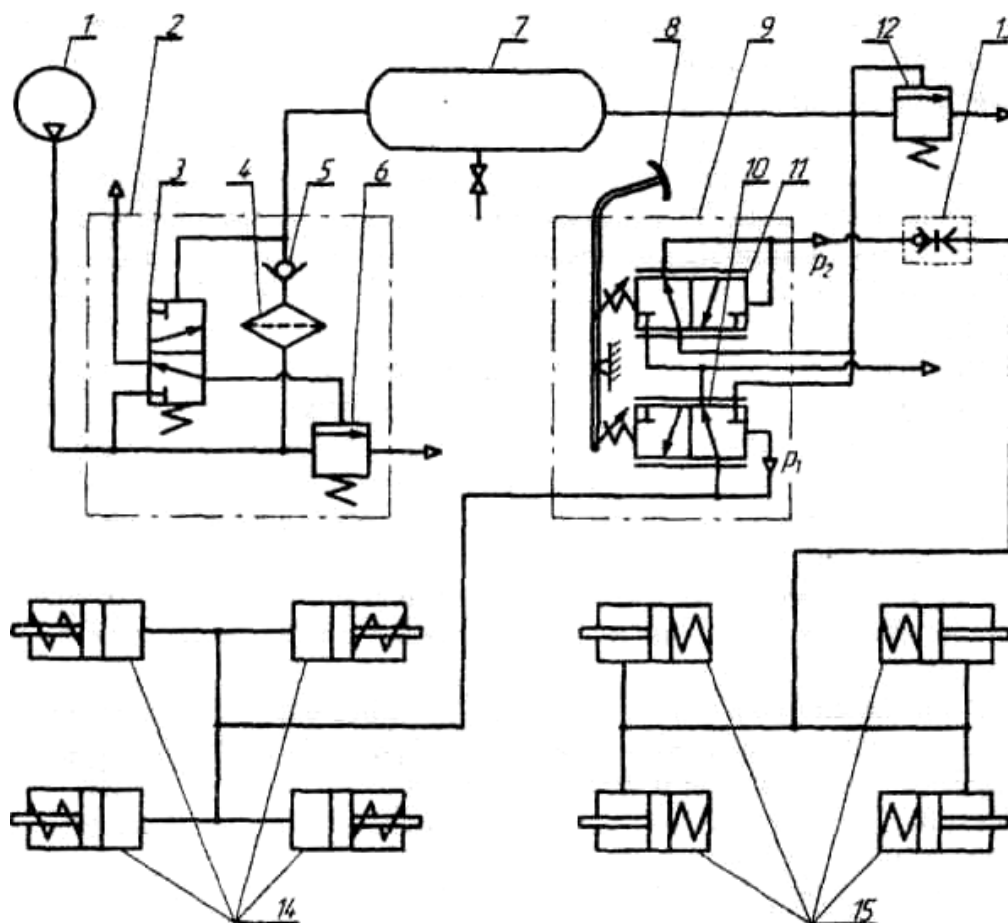


Рис. 3.21. Принципиальная схема пневматического привода тормозов автомобиля

Предохранительный клапан *12* служит для предохранения пневмопривода от разрушения при превышении расчетно-допустимого давления. Он обычно отрегулирован на предельно допустимое давле-

ние, большее, чем максимальное рабочее давление, т.е.  $p_{пред} > p_{max}$ . Комбинированный кран 9 представляет собой комбинацию управляющих пневмоаппаратов и направляет воздух под давлением к исполнительным пневмоцилиндрам 14 и 15. При этом обеспечивается пропорциональность подводимого давления и усилия на педаль тормоза 8. Исполнительные пневмоцилиндры 14 и 15 создают усилия на тормозных механизмах колес.

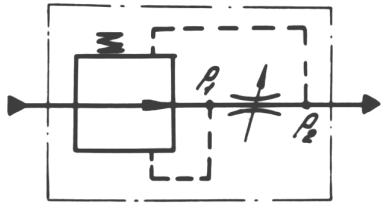
У автомобилей серии ЗИЛ пневмоцилиндры автомобиля-тягача 14 являются пневмодвигателями прямого действия, т.е. они обеспечивают тормозные усилия за счет сжатого воздуха, а растормаживание – за счет пружин. Пневмоцилиндры прицепа 15 являются пневмодвигателями обратного действия, т.е. они обеспечивают тормозные усилия за счет пружин, а растормаживание – за счет сжатого воздуха. При движении автопоезда без торможения в рабочих полостях пневмоцилиндров 14 действует атмосферное давление, а в рабочих полостях пневмоцилиндров 15 находится воздух под давлением. При такой схеме пневмопривода при аварийном отрыве прицепа от тягача он автоматически будет заторможен.

Быстроразъемное соединение 13 предназначено для отсоединения пневмопривода тормозов прицепа от основной пневмосистемы автомобиля-тягача. В пневмосистему также включают дополнительные пневматические устройства: манометры, датчики давления, предохранители от замерзания, регулятор тормозных сил и др. К пневмосистеме рабочего тормоза могут также подключаться пневмопривод стояночного тормоза, пневмопривод стеклоочистителя и т.д.

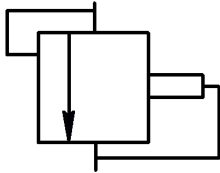
На примерах рис. 3.18, 3.19, 3.20 и 3.21 были рассмотрены отдельные гидравлические контуры мобильных машин. На практике, как правило, после того как составлены отдельные схемы гидравлических контуров, они довольно просто объединяются в гидравлическую схему машины. После этого необходимо подобрать отдельные гидроагрегаты, обеспечивающие определенные функциональные требования, а также рабочие параметры и характеристики.

### *Контрольные вопросы*

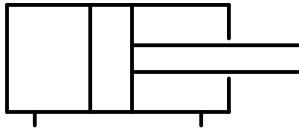
1. Что называется схемой?
2. Типы гидравлических и пневматических схем.
3. Изображение какого элемента приведено на схеме?



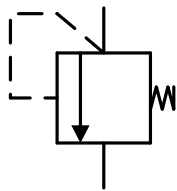
4. Изображение какого элемента приведено на схеме?



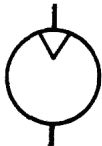
5. Изображение какого элемента приведено на схеме?



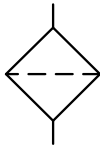
6. Изображение какого элемента приведено на схеме?



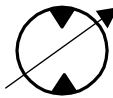
7. Изображение какого элемента приведено на схеме?



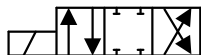
8. Изображение какого элемента приведено на схеме?



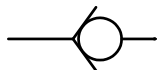
9. Изображение какого элемента приведено на схеме?



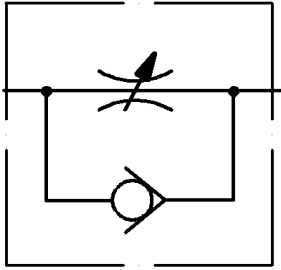
10. Изображение какого элемента приведено на схеме?



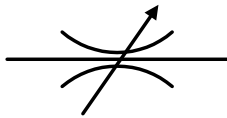
11. Изображение какого элемента приведено на схеме?



12. Изображение какого элемента приведено на схеме?



13. Изображение какого элемента приведено на схеме?



14. Как изображается на гидравлических схемах насос?

15. Как изображается на гидравлических схемах гидроцилиндр?

16. Как изображается на гидравлических схемах предохранительный клапан?

17. Как изображается на гидравлических схемах обратный клапан?

18. Как изображается на гидравлических схемах дроссель?

19. Как изображается на гидравлических схемах гидромотор?

20. Как изображается на гидравлических схемах распределитель?

21. Как изображается на гидравлических схемах фильтр?

22. Как изображается на гидравлических схемах расходомер?

23. Как изображается на гидравлических схемах манометр?

24. Как изображается на гидравлических схемах датчик температуры?

25. Как изображается на гидравлических схемах быстроразъемная муфта?

26. В чем отличие гидропривода с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости от гидропривода с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости?

27. Какими способами можно регулировать скорость движения выходного звена гидропривода?

28. Какие существуют типовые схемы применения гидрозамков?

29. В чем отличие схемы установки незагруженного гидрозамка после дросселя и разгруженного гидрозамка перед дросселем?

30. Что такое тормозной клапан?

31. Какие существуют способы синхронизации движения выходных звеньев гидродвигателей?

32. Какие существуют схемы установки фильтров?

#### **4. ТИПОВЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН**

##### **4.1. Бульдозеры, рыхлители, корчеватели и кусторезы**

Бульдозеры предназначены для выполнения землеройно-планировочных работ, разработки песчано-гравийных карьеров, котлованов, траншей, сооружения каналов, водоемов и возведения насыпей, дамб и плотин. В условиях холодного климата бульдозеры часто применяют одновременно с рыхлителями (бульдозеры-рыхлители) (рис. 4.1–4.5).

Большое практическое значение имеют также бульдозеры-толкачи, которые используются не только на земляных работах, но и в качестве толкачей скреперов. Базовыми машинами для бульдозеров являются колесные и гусеничные тракторы. Бульдозерное оборудование состоит из отвала, толкающих брусьев, или универсальной рамы, и системы управления отвалом.

Гидропривод бульдозеров должен обеспечивать подъем, опускание, изменение углов наклона и перекоса отвала, а также установку автоматического управления бульдозерным оборудованием. Кроме того, гидравлические схемы современных бульдозеров предусматривают агрегатирование на гусеничном или пневмоколесном тягаче различного навесного оборудования (рыхлительного, корчевательного и кусторезного).

Типовая гидравлическая схема бульдозера, рыхлителя, корчевателя и кустореза (см. рис. 4.5) включает следующие элементы: гидробак 1, насос постоянной производительности 2, секционный распределитель 3, гидроцилиндры 4 подъема и опускания отвала бульдозера (или рабочего органа - корчевателя), гидроцилиндры 5 и 6 наклона и перекоса отвала, гидроцилиндры 7 блокировки подвески ходового механизма гусеничного движителя, гидроцилиндры 8 подъема и опускания корчевателя или рамы рыхлителя.

Кроме того, в гидросистему входят: управляемый обратный клапан 9, быстроразъемные муфты 10, дроссель с обратным клапаном 11, трехпозиционный золотник 12 с электрогидравлическим управлением, двухпозиционный золотник 13, гидроцилиндр 14 односто-

ронного действия с пружинным возвратом, дополнительный предохранительный клапан 15, дроссель с регулятором 16, манометры 17, термометр 18, фильтр 19 с переливным клапаном.

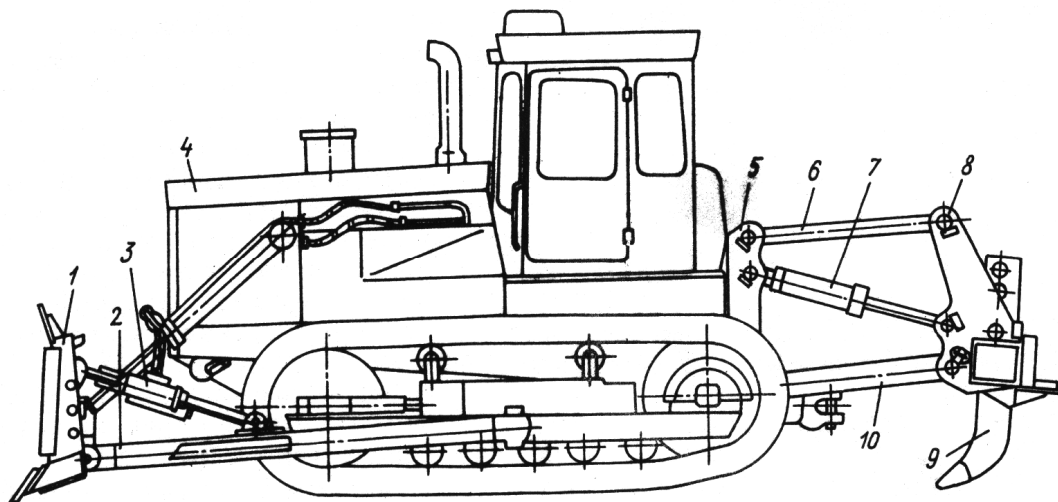


Рис. 4.1. Общий вид бульдозера с рыхлителем:

- 1 – отвал; 2 – толкающее устройство; 3 – гидросистема перекоса отвала;  
 4 – трактор; 5 – опорная рама; 6, 10 – верхняя и нижняя тяги;  
 7 – гидросистема рыхлителя; 8 – рабочая балка; 9 – зуб рыхлителя

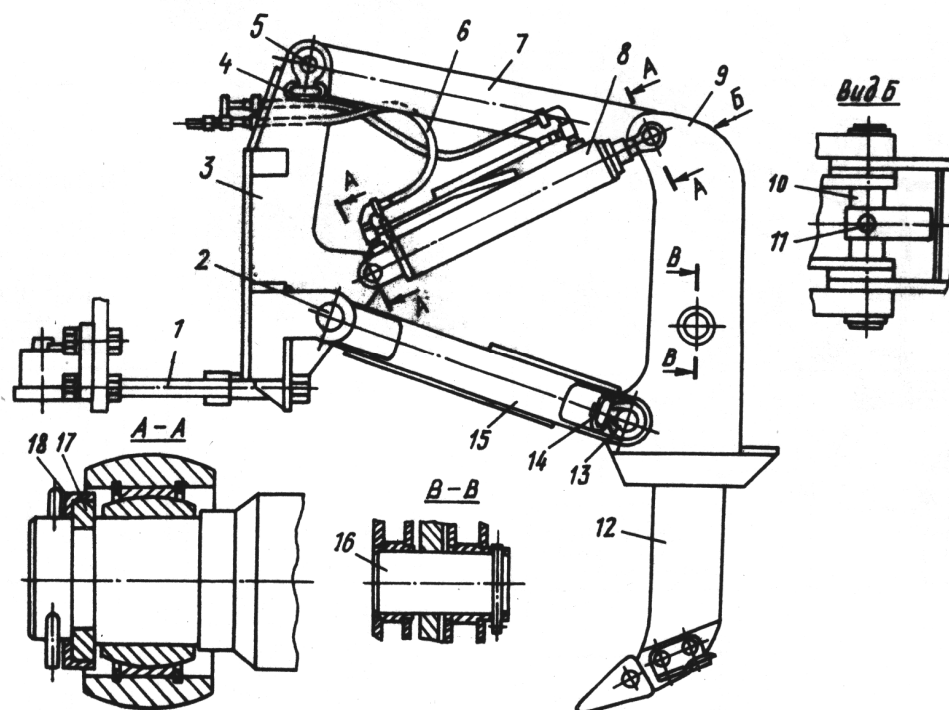


Рис. 4.2. Рыхлительное оборудование ДЗ-116В.10.000 (типа ДП-26С):

- 1 – прицепная серьга; 2, 5, 10, 13, 16 – оси; 3 – опорная рама;  
 4, 14 – серьги; 6 – рукав; 7 – верхняя тяга; 8 – гидроцилиндр;

9 – рабочая балка; 11 – штифт; 12 – зуб; 15 – нижняя тяга;  
17 – полукольцо; 18 – шайба

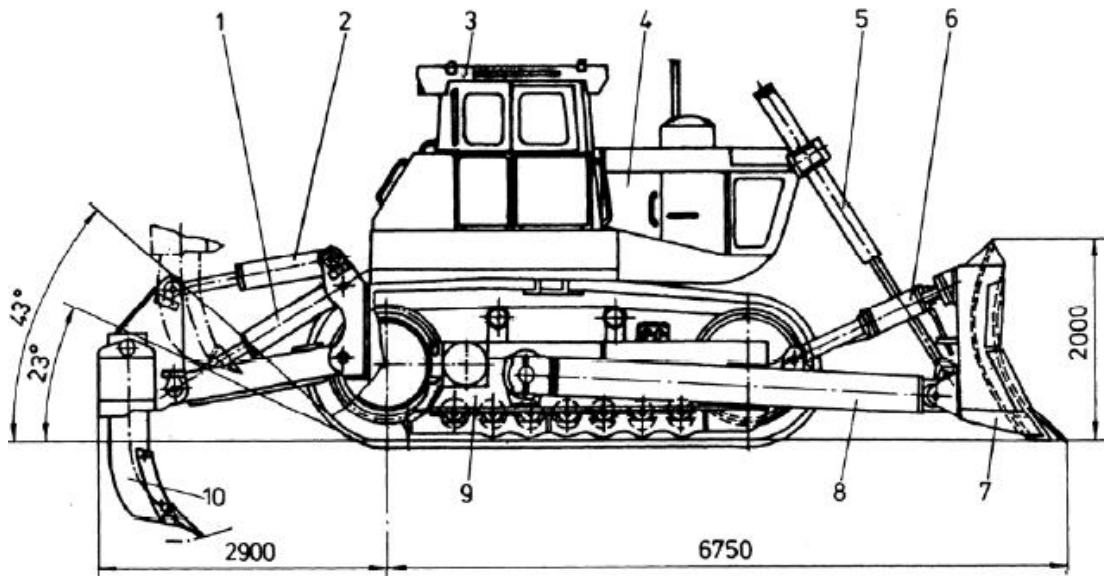


Рис. 4.3. Общий вид бульдозера с рыхлителем производства Германии:  
1, 2 – гидроцилиндры рыхлителя; 3 – кабина; 4 – двигатель;  
5 – гидроцилиндр отвала; 9 – ходовое оборудование; 6 – гидроцилиндр;  
7 – отвал; 8 – рама; 10 – рыхлитель

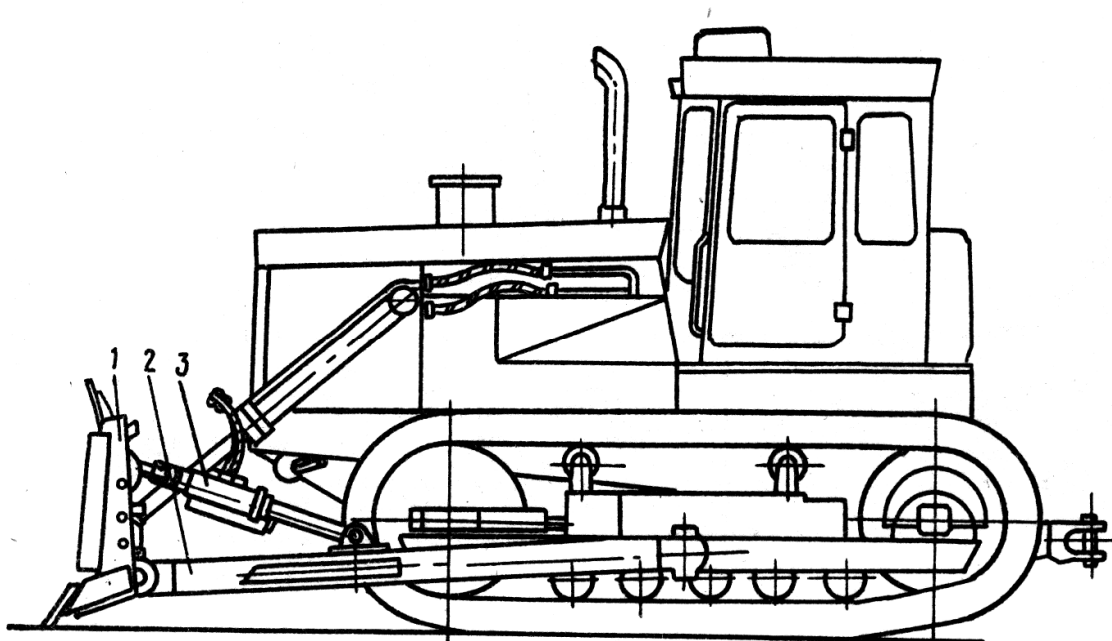


Рис. 4.4. Общий вид бульдозера с неповоротным отвалом:  
1 – отвал; 2 – толкающее устройство;



3 – гидросистема перекоса отвала

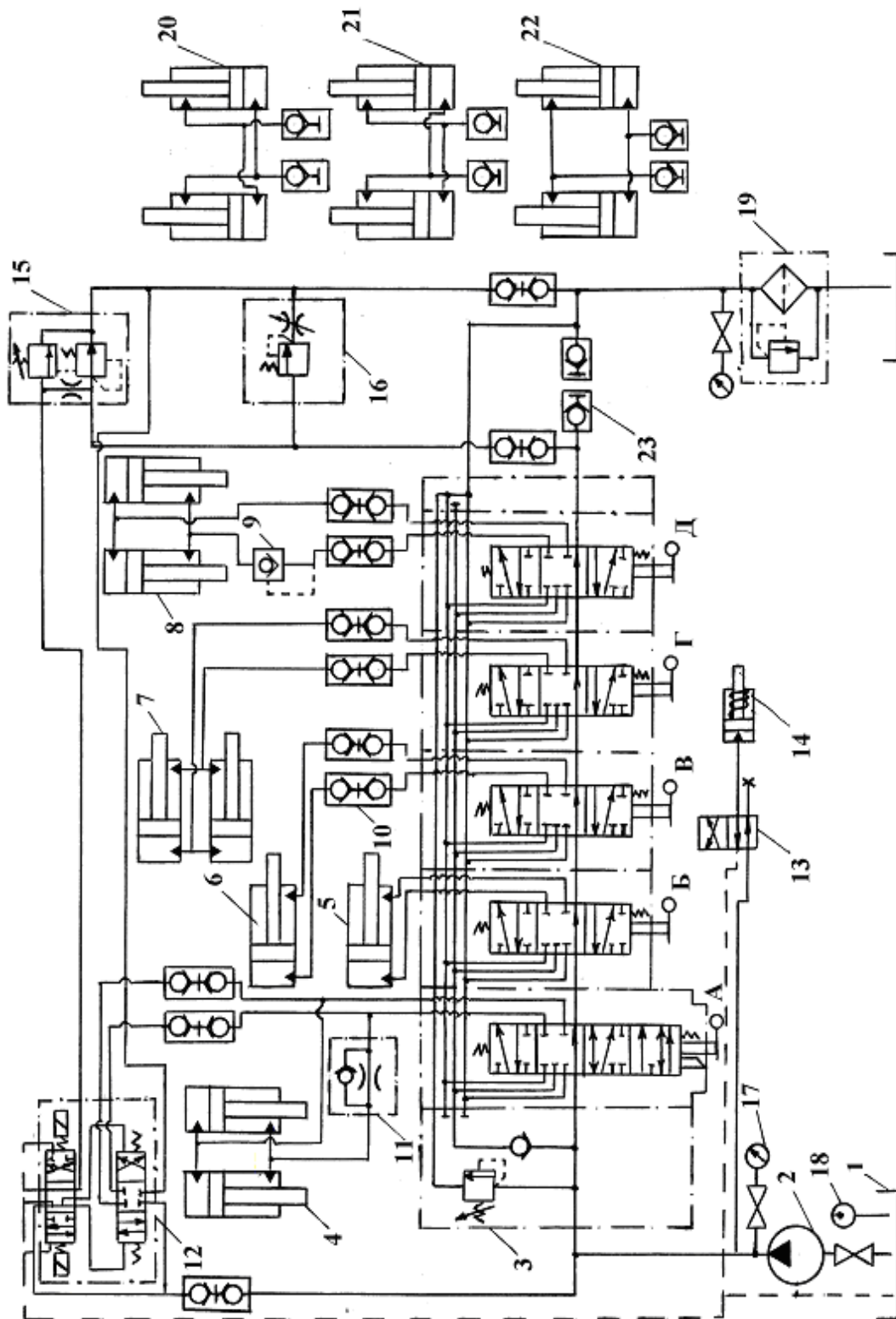


Рис. 4.5. Принципиальная гидравлическая схема бульдозера

Спаренные гидроцилиндры 20, 21 и 22 предназначены соответственно для создания перекоса универсальной рамы бульдозера, поворота отвала в плане, поворота рамы корчевателя и присоединяются к распределителю вместо гидроцилиндров 5, 7 и 8.

Принцип действия гидропривода заключается в следующем. Из гидробака 1 рабочая жидкость подается насосом 2 в напорную секцию распределителя 3. Четырехпозиционный золотник А направляет поток жидкости в гидроцилиндры 4 подъема и опускания отвала бульдозера. Трехпозиционные золотники Б и В управляют гидроцилиндрами 5 и 6, изменяющими углы наклона и перекоса отвала. При одновременном выдвигании или втягивании штоков гидроцилиндров 5 и 6 изменяется угол наклона отвала, а при подаче жидкости в противоположные полости этих гидроцилиндров регулируется перекоп отвала.

Трехпозиционные золотники Г и Д управляют соответственно гидроцилиндрами 7 и 8 блокировки подвески ходовой части трактора и подъема - опускания корчевателя или рамы рыхлителя.

В штоковой гидролинии гидроцилиндров подъема и опускания отвала бульдозера установлен дроссель 11 с обратным клапаном, который обеспечивает сплошность потока жидкости и замедление скорости опускания отвала. Присоединение гидроцилиндров к распределителю и соединение некоторых других гидролиний осуществляется с помощью быстроразъемных муфт 10 с обратными клапанами. Применение этих муфт позволяет уменьшить потери жидкости при выполнении монтажных работ и исключает попадание в гидросистему внешних загрязнений и влаги.

Управляемый обратный клапан (гидрозамок) 9 предназначен для обеспечения сплошности потока жидкости и снижения скорости при опускании корчевателя или рамы рыхлителя под действием собственной массы.

В гидравлической схеме предусмотрена возможность автоматического управления отвалом бульдозера с помощью трехпозиционного электрогидравлического золотника 12, который в зависимости от электрического сигнала специальных датчиков соединяет поршневые или штоковые полости гидроцилиндров с напорной гидролинией насоса. Автоматическое управление позволяет поддерживать постоянную глубину резания грунта или выполнять планировочные работы.

Для автоматического регулирования отвалом бульдозера выполняется следующее.

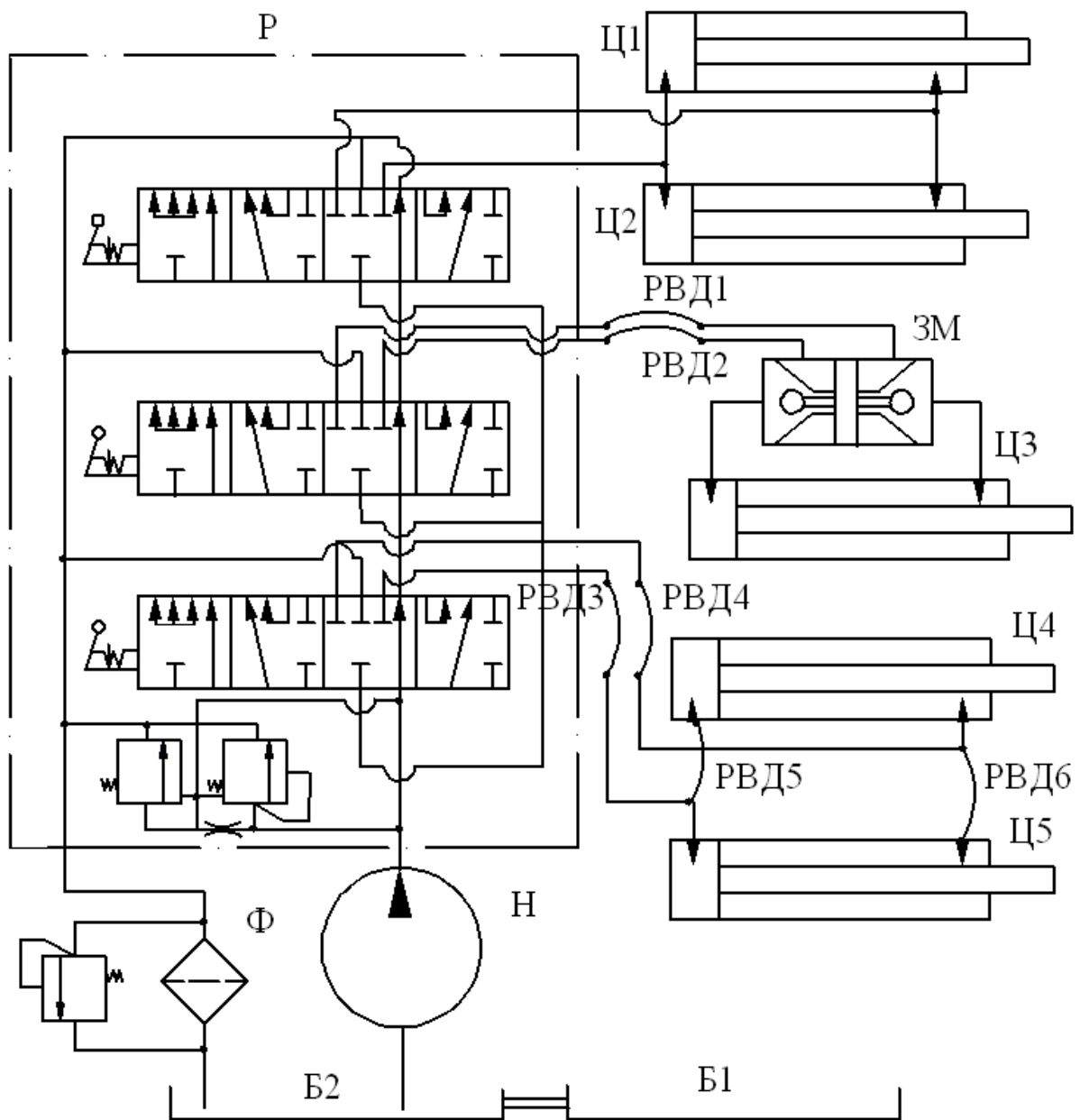


Рис. 4.6. Принципиальная гидравлическая схема бульдозеров с неповоротным отвалом с рыхлителем:  
 элементы гидросистемы трактора: *Б1*, *Б2* – гидробаки; *Н* – насос шестеренный; *Р* – гидрораспределитель; *Ф* – фильтр;  
*Ц1*, *Ц2* – гидроцилиндры;  
 элементы гидросистемы бульдозера: *ЗМ* – гидрозамок;  
*Ц3* – гидроцилиндр гидрораскоса;  
*РВД1*, *РВД2* – рукава высокого давления;  
 элементы гидросистемы рыхлителя: *Ц4*, *Ц5* – гидроцилиндры;

*РВД3 – РВД6 – рукава высокого давления*

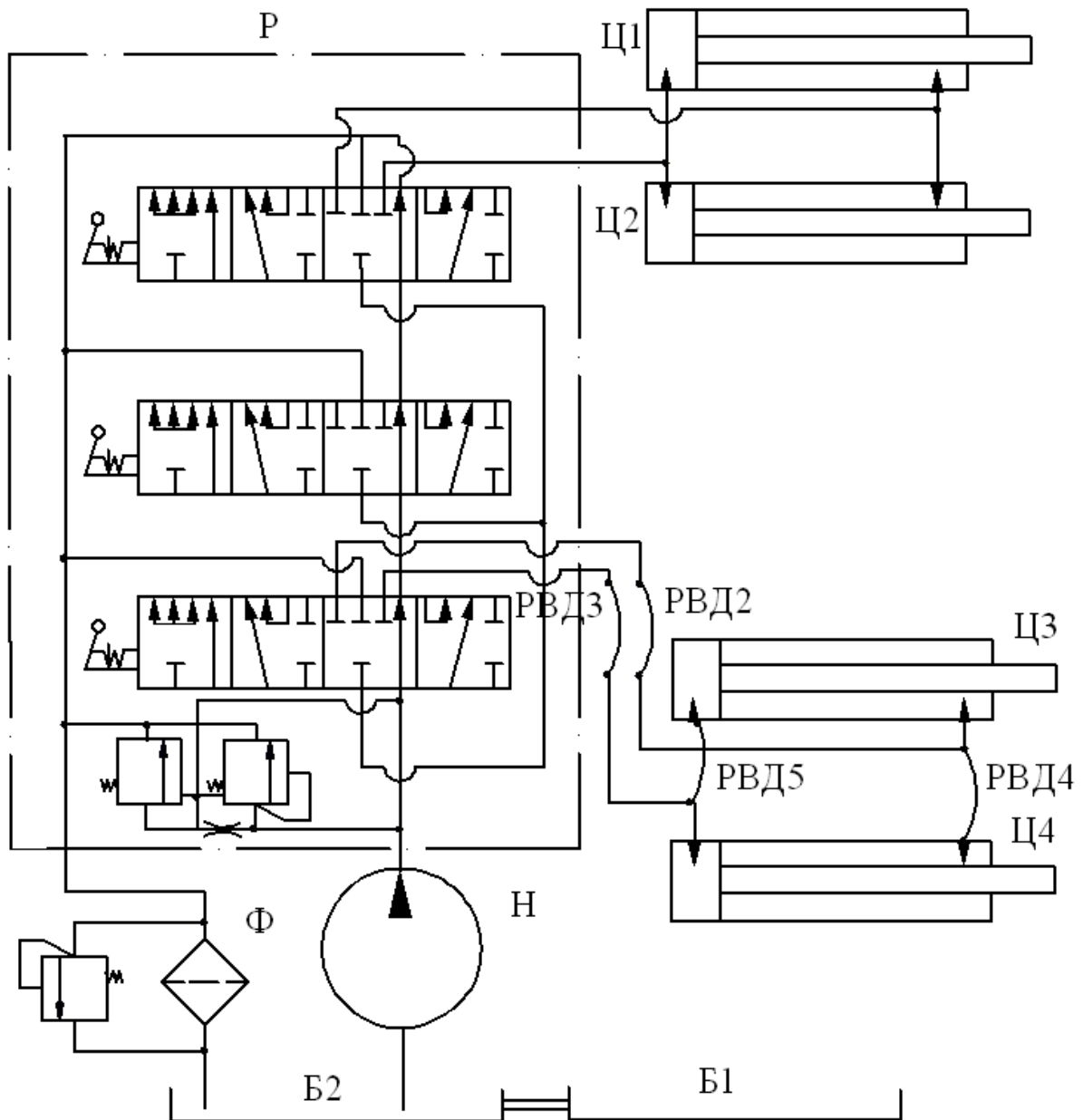


Рис. 4.7. Принципиальная гидравлическая схема бульдозеров с поворотным отвалом с рыхлителем:  
 элементы гидросистемы трактора: *Б1, Б2* – гидробаки;  
*Н* – насос шестеренный; *Р* – гидрораспределитель;  
*Ф* – фильтр; *Ц1, Ц2* – гидроцилиндры;  
 элементы гидросистемы рыхлителя:  
*Ц3, Ц4* – гидроцилиндры;  
*РВД1 – РВД4* – рукава высокого давления

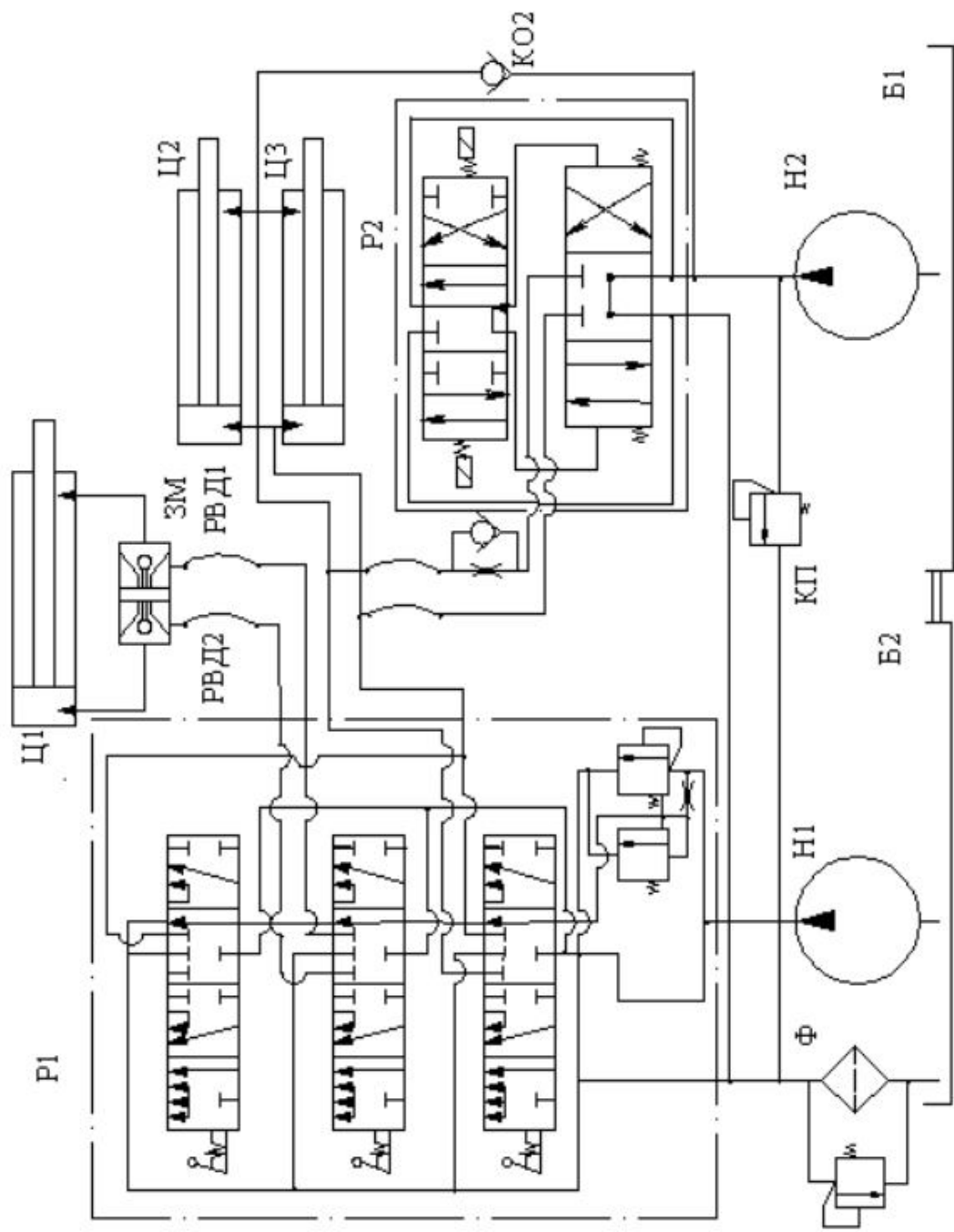


Рис. 4.8. Принципиальная гидравлическая схема автоматизированного бульдозера с неповоротным отвалом:  
 элементы гидросистемы трактора: Б1, Б2 – гидробаки; Н1 – шестеренный насос; Р1 – гидрораспределитель;  
 Ф – фильтр; Ц2, Ц3 – гидроцилиндры; элементы гидросистемы бульдозера: 3М – гидрозамок; КО1 – обратный гидроклапан с дросселем; КО2 – обратный гидроклапан; КП – предохранительный гидроклапан; Н2 – шестеренный насос; Ц – гидроцилиндр гидрораско-  
 са; Р2 – гидрораспределитель; РВД1 – РВД6 – рукава высокого  
 го давления

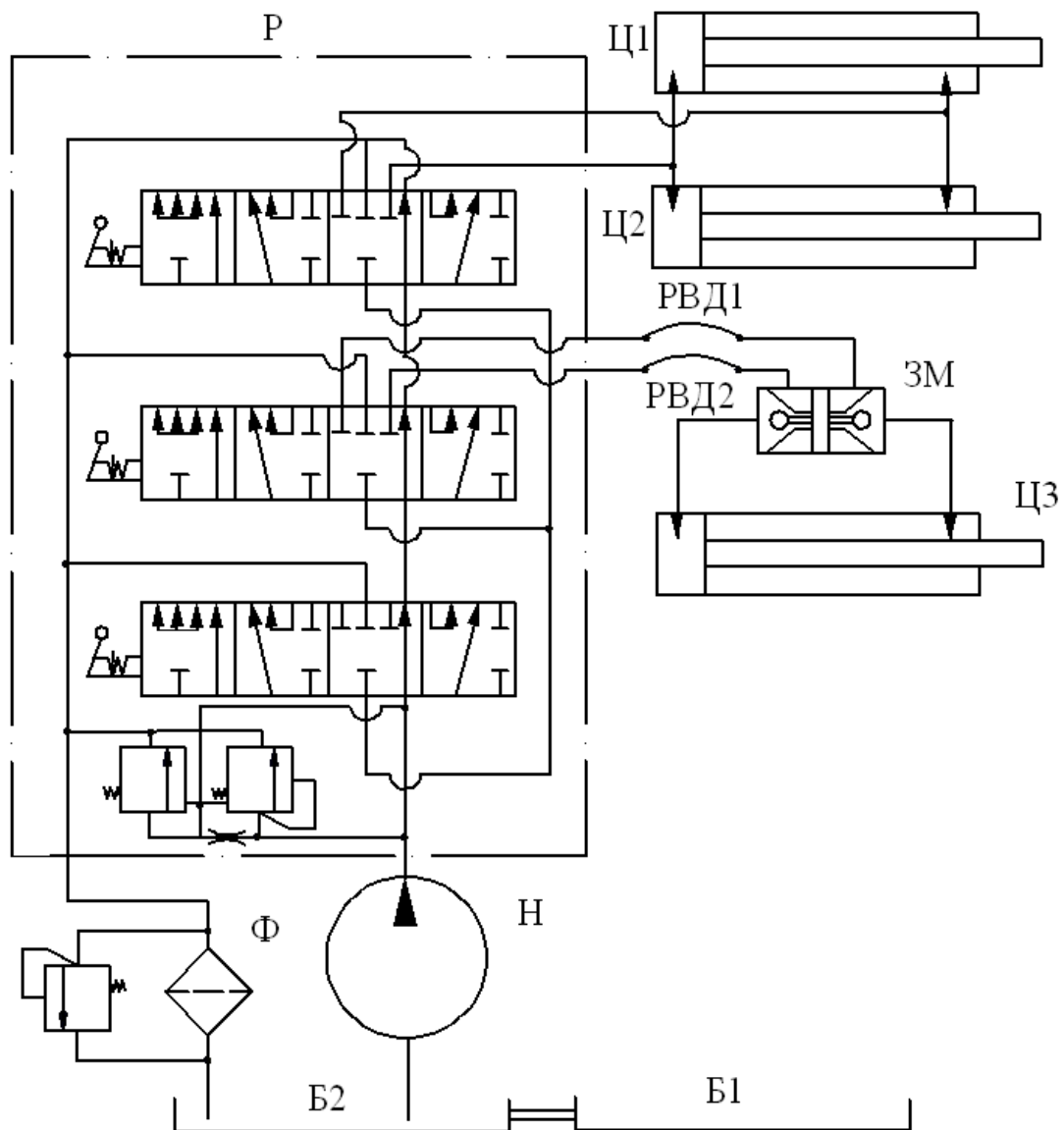


Рис. 4.9. Принципиальная гидравлическая схема бульдозеров с неповоротным отвалом:  
 элементы гидросистемы трактора: Б1, Б2 – гидробаки; Н – насос шестеренный; Р – гидрораспределитель; Ф – фильтр;  
 Ц1, Ц2 – гидроцилиндры;  
 элементы гидросистемы бульдозера: ЗМ – гидрозамок;

*ЦЗ* – гидрораскос; *РВД1, РВД2* – рукава высокого давления

Муфта *23* рассоединяется, и поток жидкости от распределителя *3* направляется в гидробак через предохранительный клапан *15* с переливным золотником. Дистанционное управление этим клапаном производится от электрогидравлического золотника *12*.

При включении золотника *12* клапан *15* закрывается и поток жидкости направляется от насоса в напорную магистраль золотника *12*, который направляет этот поток в штоковую или поршневую гидролинию гидроцилиндров *4*. Для регулирования скорости перемещения штоков гидроцилиндров *4* при автоматическом управлении отвалом применяется дроссель с регулятором *16*.

Температура рабочей жидкости измеряется датчиком температуры *18*, а давления в сливной и напорной магистралях – манометрами *17*. Очистка рабочей жидкости от механических примесей производится фильтром *19* с переливным клапаном. С целью фиксации стойки рыхлителя в требуемом положении применен гидроцилиндр *14* одностороннего действия с пружинным возвратом, который включается автономным двухпозиционным золотником *13* с ручным управлением.

На рис. 4.6 – 4.9 приведены другие принципиальные гидравлические схемы различных бульдозеров.

## **4.2. Одноковшовые фронтальные погрузчики**

Широкое распространение в строительстве получили одноковшовые фронтальные погрузчики, изготовленные на гусеничных и пневмоколесных тракторах, а также на специальных шасси. Гидравлический привод рабочего оборудования осуществляет все технологические операции: подъем и опускание стрелы, поворот ковша, перемещение заслонки двухчелюстного ковша, зажим и поворот монтажно-поворотного устройства, а также подъем и опускание бульдозера (если погрузчик оснащен бульдозерным оборудованием).

Принципиальная гидравлическая схема одноковшового фронтального погрузчика (рис. 4.10) включает следующие элементы: гидробак *1*, насос *2*, распределитель *3*, гидроцилиндры *4* поворота ковша, гидроцилиндры *5* подъема и опускания стрелы, гидроцилиндры *6* перемещения заслонки двухчелюстного ковша, гидроцилиндры *7*

монтажно-поворотного устройства, гидроцилиндры 8 подъема и опускания рыхлителя, гидроцилиндр 9 поворота монтажно-поворотного устройства, гидроцилиндры 10 подъема и опускания отвала бульдозера.

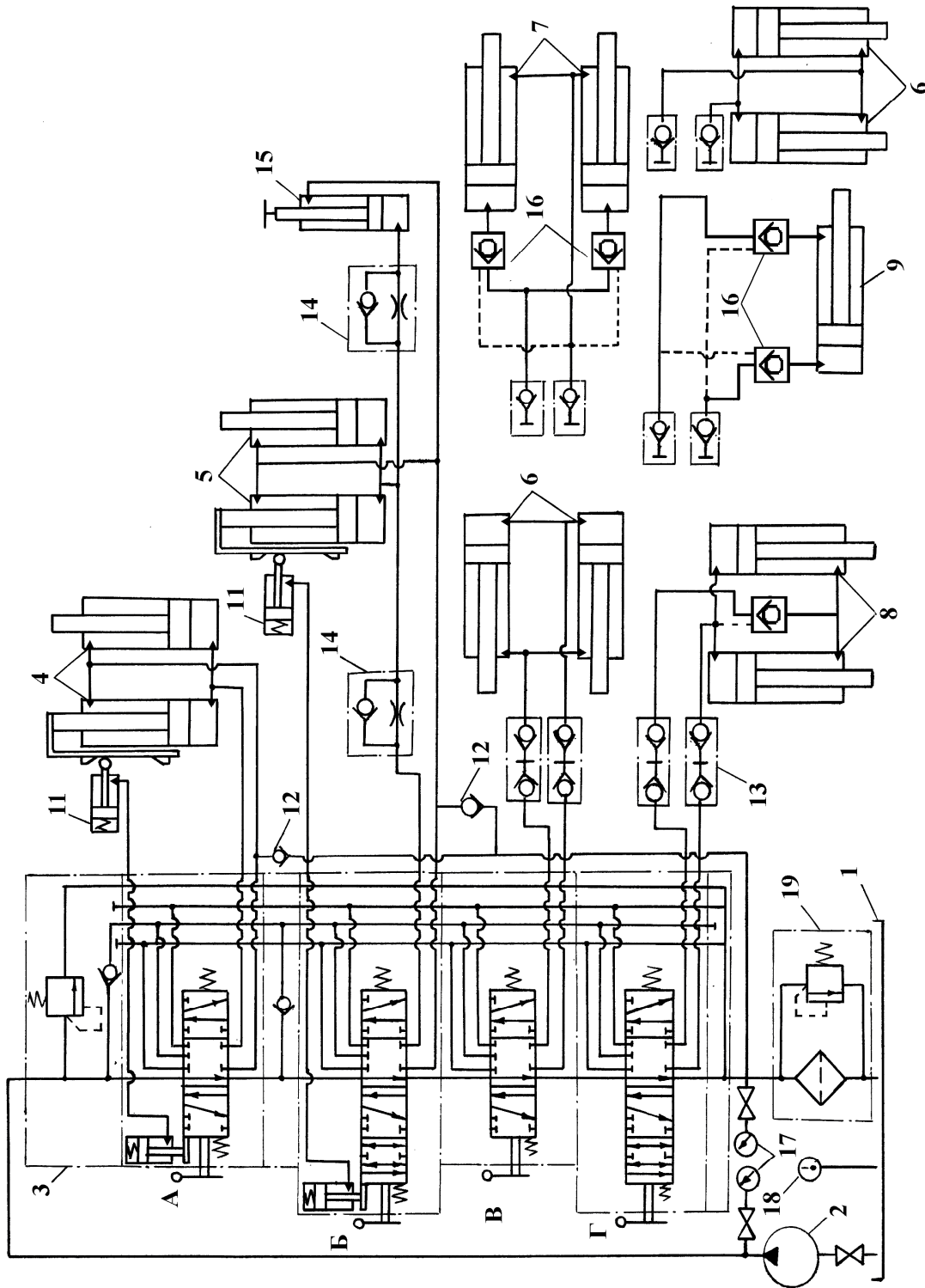


Рис. 4.10. Принципиальная гидравлическая схема одноковшового фронтального погрузчика



Кроме того, в гидросистему погрузчика входят: гидравлические выключатели 11, обратные клапаны 12, разъемные соединения 13, дроссели с обратным клапаном 14, гидравлический амортизатор 15, гидрозамки (управляемые обратные клапаны) 16, манометры 17, термомодатчик 18, фильтр с переливным клапаном 19.

Принцип действия гидравлического привода заключается в следующем. Нерегулируемый насос 2 подает рабочую жидкость из гидробака 1 к секционному распределителю 3.

Золотник А управляет гидроцилиндрами 4 поворота ковша. На штоке одного из гидроцилиндров установлены упоры гидравлического выключателя, которые в положениях копания и полного запрокидывания ковша расфиксируют золотник и автоматически возвратят его в нейтральное положение.

Золотник Б, управляющий гидроцилиндрами 5 подъема и опускания стрелы, также имеет гидравлический выключатель 11, расфиксирующий золотник в двух положениях стрелы: транспортном (внизу) и выгрузки (вверху). Расфиксированный золотник возвращается в исходное (нейтральное) положение под действием пружины.

Промежуточная секция между золотниками А и Б обеспечивает поочередное движение ковша и стрелы. При одновременном включении золотников А и Б с магистралью насоса соединяется только золотник А. Включение золотника Б возможно при нейтральном положении золотника А.

Гидравлические выключатели 11 золотников А и Б и промежуточная секция между этими золотниками дают возможность автоматизировать управление рабочими органами погрузчика. После набора грунта ковш запрокидывается, золотник А автоматически устанавливается в нейтральное положение, при котором обе полости гидроцилиндров 4 заперты, т.е. ковш находится в фиксированном положении. Оператор включает золотником Б подъем стрелы и направляет машину к месту выгрузки. Подъем стрелы до крайнего верхнего положения и ее фиксация переводом золотника Б в нейтраль происходят без участия оператора.

Золотник В управляет гидроцилиндрами 6 перемещения заслонки двухчелюстного ковша или сменными гидроцилиндрами 7 зажима монтажно-поворотного устройства. Золотник Г управляет гидроцилиндрами 8 подъема и опускания рабочего органа рыхлителя или сменным гидроцилиндром 9 поворота монтажного поворотного уст-

ройства, или гидроцилиндрами 10 подъема-опускания отвала бульдозера. Если погрузчик не оборудован двухчелюстным ковшом и дополнительным рабочим оборудованием, то золотники *B* и *Г* заглушены.

Следует отметить, что золотники *B* и *Г* имеют четырехпозиционное исполнение. Четвертое (плавающее) положение золотника используется в период набора грунта перемещением погрузчика (золотник *B*) или при навеске бульдозерного оборудования (золотник *Г*). В поршневых гидролиниях гидроцилиндров 5 и 15 применены дроссели 14 с обратными клапанами, необходимые для ограничения скорости опускания стрелы и гашения колебаний в гидролинии амортизатора.

При разработке принципиальной гидравлической схемы полуповоротного погрузчика за основу может быть принята схема фронтального погрузчика (см.рис. 4.10). Управление поворотным гидродвигателем или двумя гидроцилиндрами поворота платформы возможно от золотника *B*.

### **4.3. Малогабаритные мобильные машины**

Использование данной техники получило большое распространение благодаря развитию строительства как дачного, так и коттеджного. Данные машины являются достаточно универсальными и предназначены для работы в стесненных условиях городской застройки.

#### *Малогабаритные универсальные погрузчики*

Малогабаритные универсальные погрузчики выпускают с колесными движителями, приводимыми от двух независимых объемных гидропередатчиков с замкнутым потоком. Гидропередатчик ходовой системы выполняет функции не только передвижения, но и управления машиной. Каждая гидропередатчик приводит во вращение колеса одного борта, связанные между собой цепной или зубчатой передачей. Применяемая на малогабаритных погрузчиках гидропередатчик обеспечивает бесступенчатое изменение скорости движения до 7–12 км/ч. Поворот погрузчика осуществляется путем регулирования подачи насосов на разную величину. При изменении направления потока рабочей жидкости в гидропередатчиках колеса каждого борта вращаются в противоположных направлениях, что позволяет осуществить поворот машины вокруг собственной оси. На рис. 4.11 изображен

малогабаритный универсальный погрузчик, а на рис. 4.12— гидравлическая схема данного погрузчика.

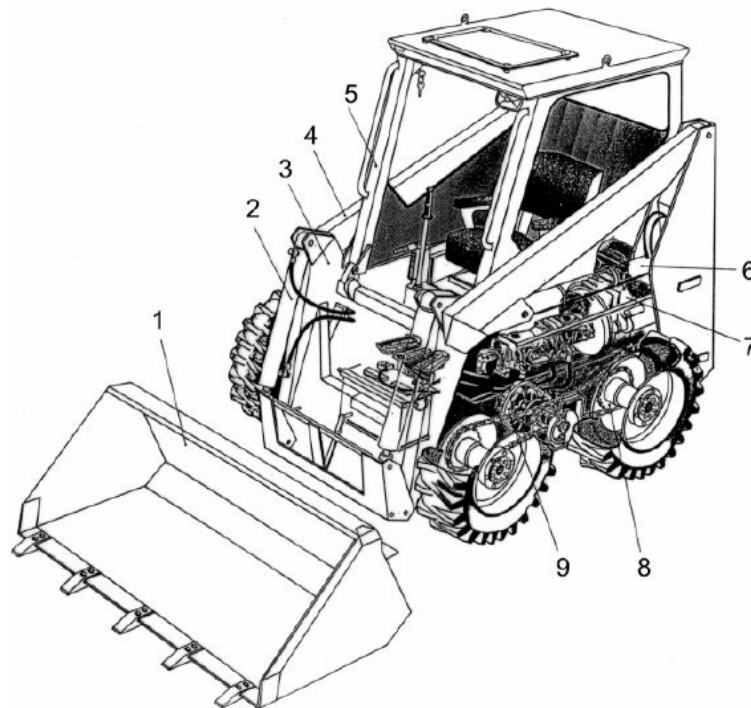


Рис. 4.11. Малогабаритный погрузчик:  
1 – отвал; 2 – рама; 3 – кронштейн; 4 – стойка; 5 – кабина;  
6 – пульт управления; 7 – двигатель; 8, 9 – привод колес

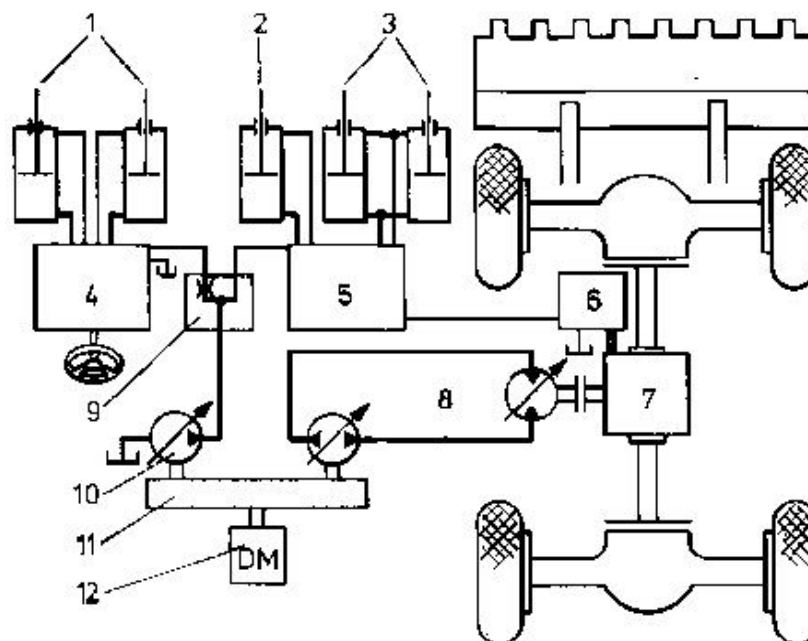


Рис. 4.12. Гидравлическая схема малогабаритного погрузчика:

1, 2, 3 – гидроцилиндры рабочего оборудования (отвала); 4, 5 – распределительные блоки; 6 – бак; 7 – передача; 8 – объемная гидropередача; 9 – гидроклапан тормоза; 10 – насос регулируемый; 11 – передача; 12 – дизель

### *Малогабаритная землеройно-транспортная машина ТУ-31*

Малогабаритная землеройно-транспортная машина ТУ-31 (рис. 4.13) предназначена для механизации трудоемких работ в строительстве, коммунальном и сельском хозяйстве. Машина может выполнять небольшие объемы землеройно-транспортных работ, погрузочно-разгрузочные работы с грунтом и мелкокусковыми материалами, транспортно-складские работы со штучными грузами, а также использоваться на различных вспомогательных и специальных работах, в том числе в стесненных условиях.

Машину можно использовать в различных климатических условиях при температуре окружающего воздуха от – 40 до +40 °С. Малогабаритная землеройно-транспортная машина смонтирована на самоходном шасси с бортовым поворотом. Отбор мощности на привод гидронасоса рабочего оборудования независимый.

Рама машины представляет собой моноблочную сварную металлоконструкцию, образованную двумя продольными лонжеронами коробчатого сечения, соединенными между собой поперечными связями. В задней части лонжеронов имеются полупорталы, к которым шарнирно крепится рабочее оборудование, подмоторная рама, выполненная из гнутых швеллеров переменного сечения, на которую устанавливаются двигатель и насос.

На раме машины смонтированы силовая установка, рабочее место оператора с органами управления и контрольно-измерительными приборами, привод хода, рабочее оборудование, гидросистема. Силовая установка состоит из дизельного двигателя Д-120 или Д-21А1 с воздушным охлаждением и стартерным запуском и его систем. Передача вращения от двигателя к насосу осуществляется через муфту.

Привод колес осуществляется двумя автономными бортовыми передачами, монтирующимися на продольных лонжеронах рамы. Каждая бортовая передача состоит из редуктора привода, ступичного редуктора, задней оси, тормоза. Тормоза машины постоянно замкнутые, дисковые с гидравлическим управлением предназначены для надежного удержания машины на стоянках. Тормоза монтируются на корпусе редуктора привода.

Малогобаритная землеройно-транспортная машина является многофункциональной машиной и может быть использована с целым рядом сменных рабочих органов, основным из которых является ковш погрузчика. Конструкция малогабаритной землеройно-транспортной машины ТУ-31 позволяет использовать следующие виды сменного рабочего оборудования: зачистной ковш вместимостью 0,3 м<sup>3</sup>, грузовые вилы грузоподъемностью 0,55 т, грузовую стрелу грузоподъемностью 0,5 т, гидравлический молот, гидравлический бур с глубиной бурения 1 м, плужный снегоочиститель с шириной захвата 1900 мм, роторный снегоочиститель с шириной захвата 1500 мм, пескоразбрасыватель с шириной посыпаемой полосы 3000 мм, подметально-уборочное оборудование с шириной уборки 1500 мм.

Быстрая смена одного вида оборудования другим обеспечивается наличием в конструкции специального устройства – суппорта, соединенного шарнирно со стрелой.

Поворот суппорта (а с ним рабочего органа) осуществляется двумя гидроцилиндрами 3, подъем стрелы гидроцилиндрами 5.

Гидравлическая система погрузчика (рис. 4.15) состоит из двух гидросистем: привода ходовой части и привода рабочего оборудования. Насосной установкой является трехпоточный насос.

При работе насоса вращение от двигателя передается через муфту и повышающий раздаточный редуктор на регулируемые насосы 11, а через торсион – на расположенные соосно насос подпитки 9 и нерегулируемый насос привода рабочего оборудования 4.

Привод ходовой части осуществляется от двух реверсивных регулируемых насосов по замкнутой схеме на соответствующий гидромотор 10 или 12. Наличие на машине гидропривода высокого давления требует от обслуживающего персонала строгого соблюдения правил ухода и эксплуатации.

На территории объекта работ и на небольшие расстояния машина может передвигаться своим ходом.

Среди зарубежных фирм лидером в производстве малогабаритных экскаваторов является фирма Бобкат. На рис 4.14 изображен малогабаритный экскаватор этой фирмы. Преимуществами этого оборудования являются компактность и экономичность, а также возможность работы в стесненных условиях.

К данному классу машин следует и подъемные гидравлические платформы (рис. 4.16), существует большое разнообразие данной техники, лидерство в их производстве принадлежит зарубежным производителям.

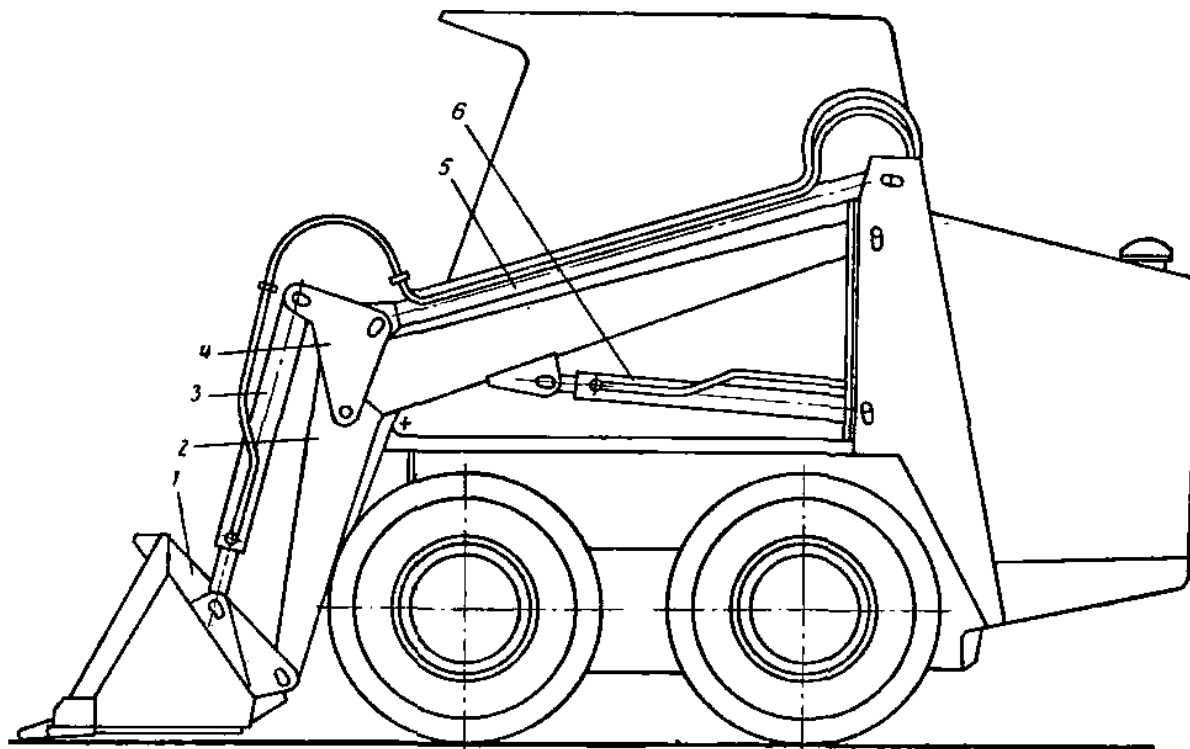


Рис. 4.13. Малогабаритная землеройно-транспортная машина ТО-31:  
1 – суппорт; 2 – стрела; 3 – гидроцилиндр поворота рабочего органа;  
4 – рычаг; 5 – тяга; 6 – гидроцилиндр подъема стрелы

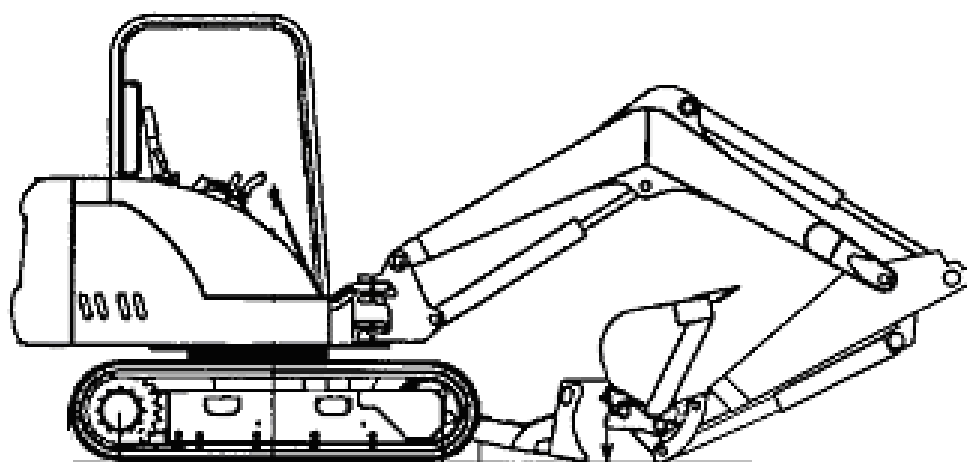


Рис.4.14 Малогабаритная землеройно-транспортная машина фирмы Бобкат

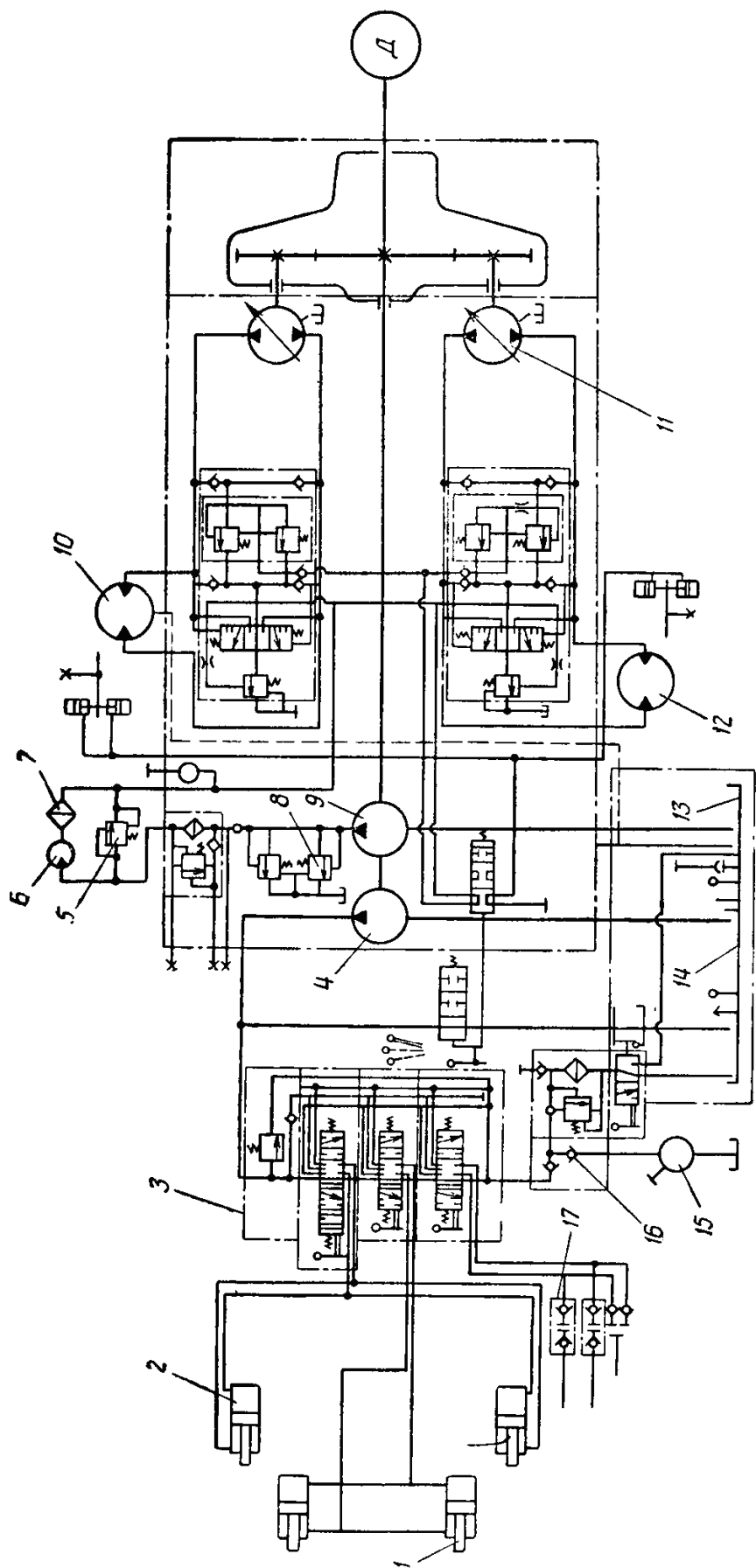


Рис. 4.15. Принципиальная гидравлическая схема малогабаритной землеройно-транспортной машины



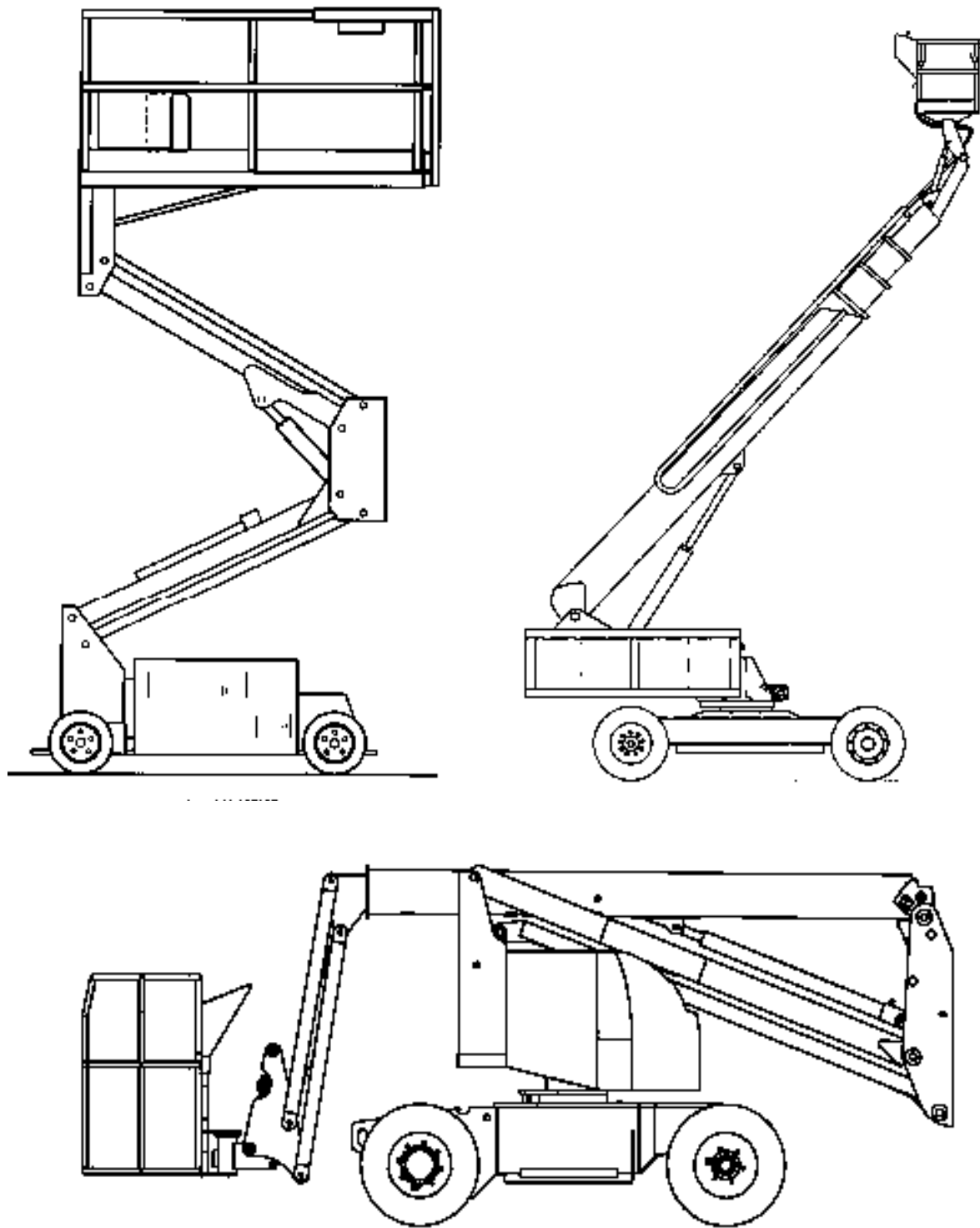


Рис. 4.16. Подъемные гидравлические платформы

#### 4.4. Челюстные лесопогрузчики

Лесопогрузчик представляет собой грузоподъемную машину, состоящую из навесного оборудования, смонтированного на тракторе. Челюстные лесопогрузчики изготавливаются, как правило, на базе гусеничных и пневмоколесных тракторов. Гидравлический привод рабочего оборудования обеспечивает подъем и опускание стрелы, зажим челюстного захвата. Лесопогрузчики на базе гусеничных тракторов имеют перекидное исполнение, на базе пневмоколесных – фронтальное. Навесное оборудование лесопогрузчика состоит из рамы, поворотного основания, стрелы, челюсти, механизма поворота челюсти, гидравлической системы и дополнительного оборудования. Лесопогрузчик работает по принципу переноса груза над кабиной трактора. Навесное оборудование лесопогрузчиков максимально унифицировано, что позволяет с наименьшими затратами серийно освоить выпуск нового изделия и не менять значительно номенклатуру запчастей у эксплуатационников. Качество гидросистем современных лесопогрузчиков достигается за счёт использования на базовой машине более мощного двигателя, гусениц с резинометаллическими шарнирами, установки датчика аварийного уровня рабочей жидкости в гидробаке, средств предпускового подогрева дизеля, полимерных уплотнений в гидроцилиндрах и электрогидравлической системы управления технологическим оборудованием лесопогрузчика.

Рассмотрим принципиальную гидравлическую схему колесного фронтального лесопогрузчика (рис. 4.17): гидробак *1*, двояный нерегулируемый насос *2*, секционный распределитель *3*, гидроцилиндры *4* поворота верхней челюсти, гидроцилиндры *5* поворота захватного устройства, гидроцилиндры *6* подъема и опускания стрелы, гидроцилиндры *7* подъема и опускания рукояти, дроссели *8* с обратными клапанами, фильтр *9* с переливным клапаном *10*, манометры *11* и *12* в напорной и сливной линиях, датчик температуры *13*.

Принцип действия гидропривода заключается в следующем. Насос *2* подает рабочую жидкость из гидробака *1* в напорную секцию распределителя *3*. Золотники *A*, *B* управляют гидроцилиндрами верхней челюсти и захватного устройства. Затем включаются золотники *B*, *Г*, которые направляют поток рабочей жидкости в полости гидроцилиндров стрелы *6* и рукояти *7*. Скорость опускания стрелы и руко-

яти с грузом ограничивается дросселями 8 с обратными клапанами, установленными на гидроцилиндрах 6 и 7.

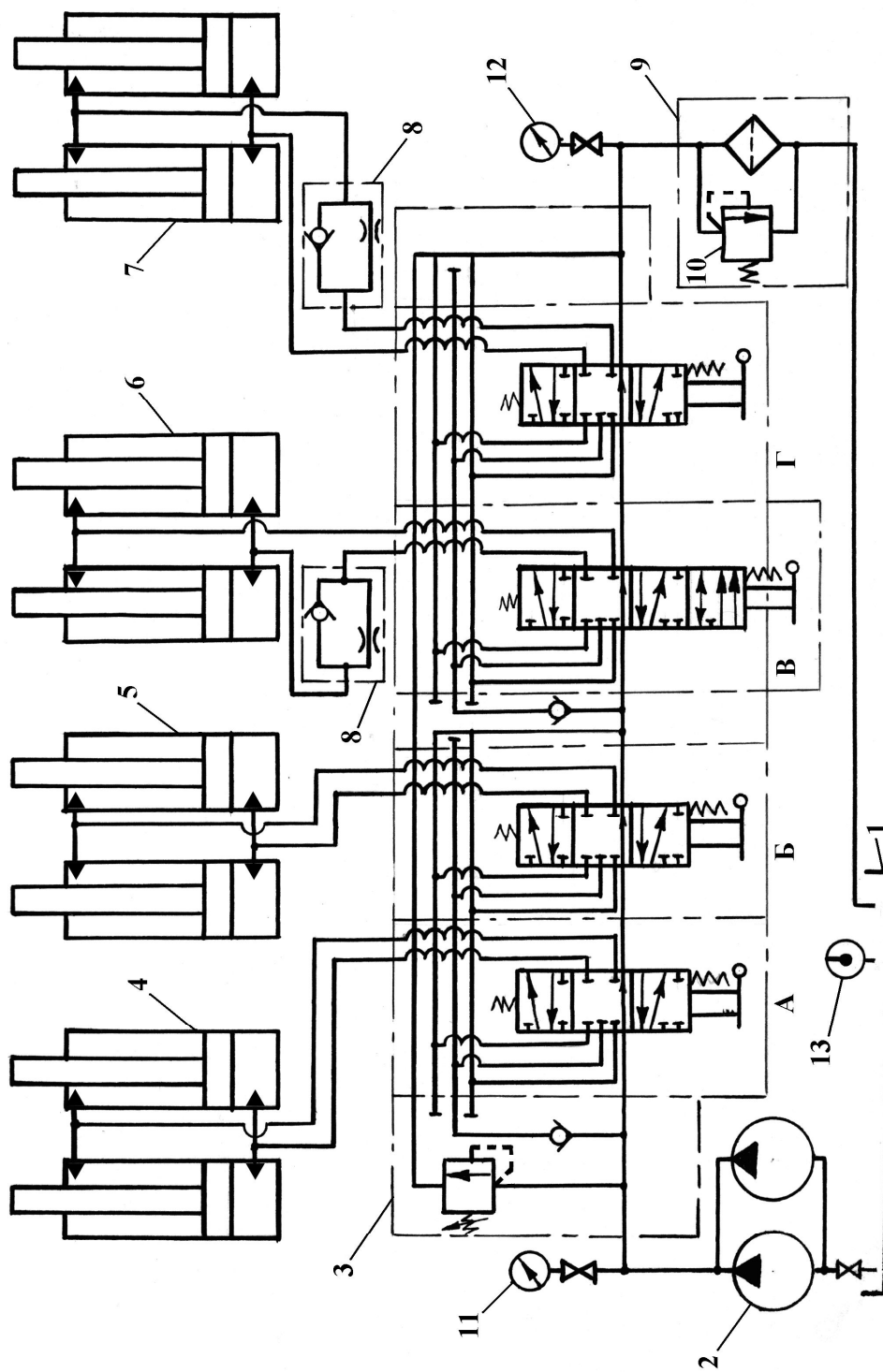


Рис.4.17. Принципиальная гидравлическая схема колесного лесопогрузчика

## 4.5. Дорожные катки

Катки могут быть самоходными, полуприцепными. Для уплотнения дорожных оснований и покрытий применяются обычно самоходные катки, для уплотнения грунтов – полуприцепные и прицепные. Рабочими органами являются вальцы или колеса. Наибольшее распространение получили катки с гладкими вальцами статического и вибрационного действия (для уплотнения оснований), кулачковые (для уплотнения насыпей из связных грунтов) и на пневматических шинах для послойного уплотнения, преимущественно несвязных грунтов (рис. 4.19–4.20).

Гидравлический привод в дорожных катках используется в рулевом управлении и механизме хода (рис. 4.18). Гидросистема включает следующие элементы: гидробак *1*, регулируемый насос *2*, нерегулируемые насосы *3* и *4*, фильтры *5* и *6* с переливными клапанами, охладитель *7*, гидроусилитель *8*, двухпозиционный золотник *9*, клапанную коробку *10*, гидромоторы *11*, гидрозамыкатели *12*, гидроцилиндры *13*, распределитель *14*, манометры *15*, датчик температуры *16*, дроссель *17*.

Гидросистема привода хода катка выполнена по замкнутой схеме циркуляции рабочей жидкости. Реверсивный регулируемый насос *2* подает рабочую жидкость к гидромоторам *11* привода вальцов. Изменение скорости и направления перемещения катка достигается регулированием подачи и направлением потока жидкости от насоса *2*. Для обеспечения управления регулируемым насосом применен гидроусилитель *8*.

Переключение гидросистемы на нейтральный и рабочий режимы осуществляется двухпозиционным золотником *9*. Нейтральный режим достигается соединением напорной и сливной магистралей. В этом положении поршневые полости гидрозамыкателей *12* стояночных тормозов соединены со сливом, и тормоза надежно удерживают машину. При включении распределителя *9* в рабочее положение поток жидкости от насоса направляется к гидромоторам *11*, а поршневая полость гидрозамыкателей *12* соединяется с напорной гидролинией насоса *4*. Таким образом происходит растормаживание вальцов.

Клапанная коробка *10* предназначена для управления линией подпитки от насоса *4*. Обратные клапаны коробки поочередно соединяют сливную линию гидросистемы привода хода с гидролинией подпитки.

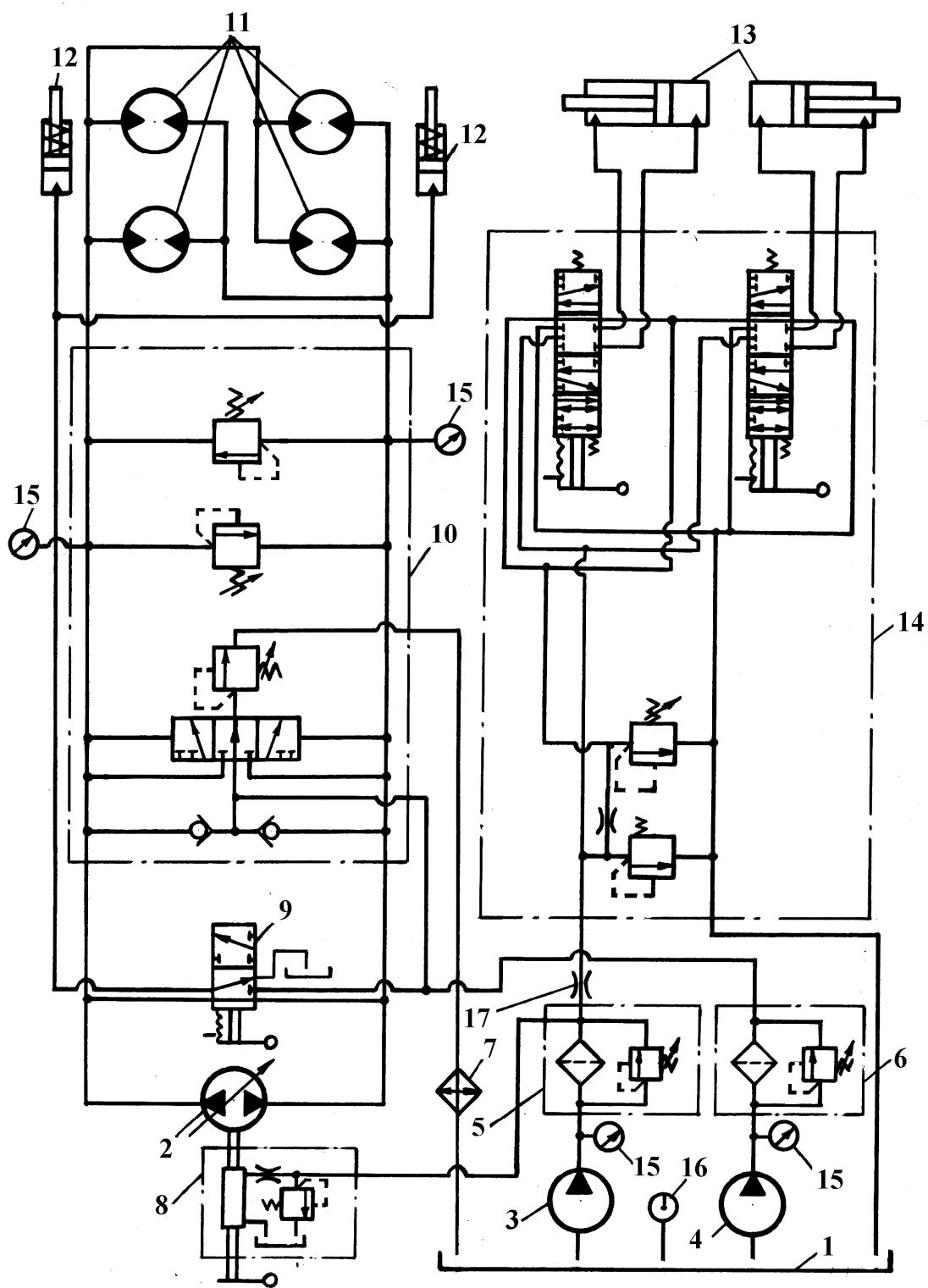


Рис. 4.18. Принципиальная гидравлическая схема дорожного катка

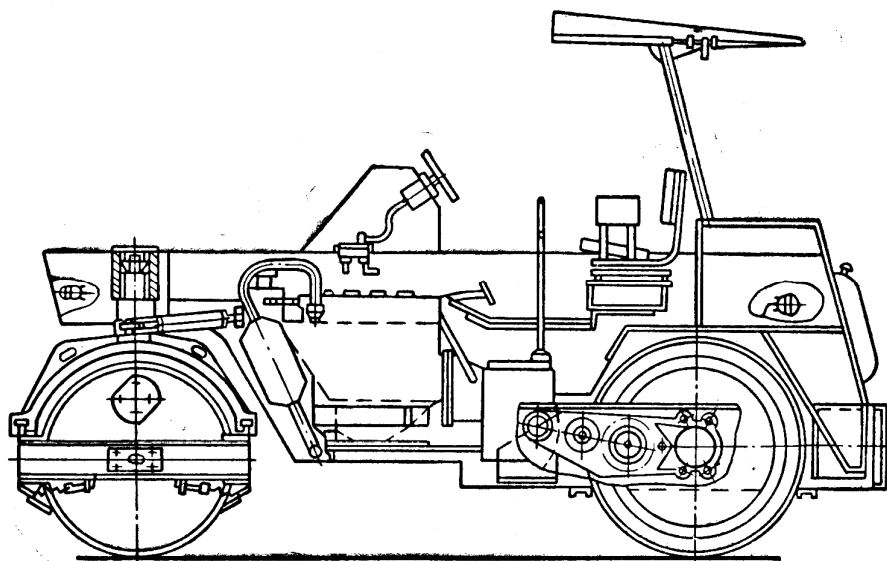


Рис. 4.19. Общий вид катка

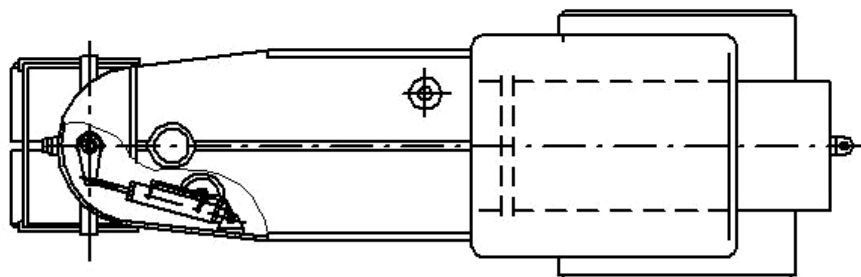
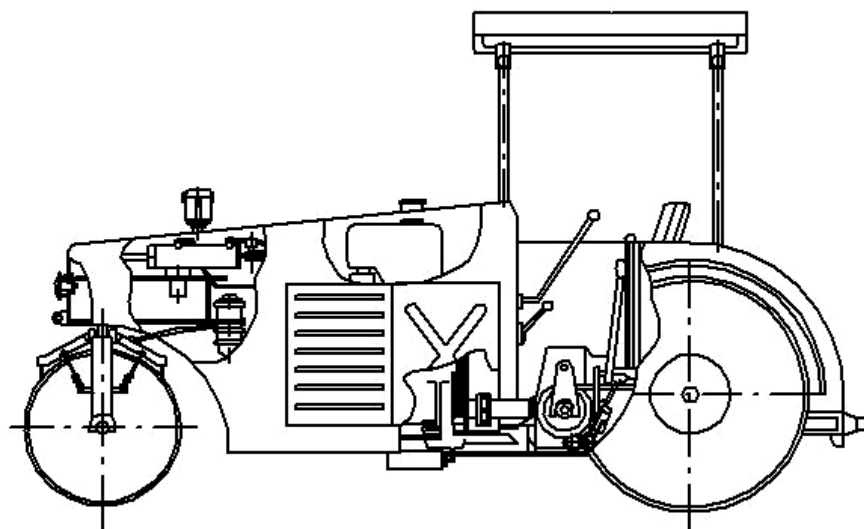


Рис. 4.20. Каток

Избыток жидкости, поступающей от насоса 4, сливается через охладитель 7 (радиатор) в гидробак. Предохранительные клапаны коробки 10 защищают гидросистему от перегрузок путем перепуска части жидкости из напорной гидролинии в сливную.

Нерегулируемый насос 4 предназначен для создания устойчивого потока подпитки гидролинии хода катка. Для отдельного управления рулевыми гидроцилиндрами 13 применен двухзолотниковый четырехпозиционный распределитель 14, в который встроен предохранительный клапан непрямого действия. Нерегулируемый насос 3 создает поток жидкости для гидроусилителя 8 и рулевых гидроцилиндров 13. С целью ограничения расхода жидкости, поступающей на рулевое управление, применен дроссель 17.

Фильтры 5 и 6, установленные на напорных гидролиниях насосов 3 и 4, предназначены для очистки масла от механических примесей. Для измерения давления в основной и вспомогательных гидросистемах применены манометры 15, а для измерения температуры – дистанционной датчик температуры 16.

#### 4.6. Скреперы

Скреперы предназначены для послойного срезания грунта с набором его в ковш и последующей транспортировкой и разгрузкой. По типу ходовой части скреперы подразделяются на прицепные, полуприцепные и самоходные. Полуприцепные скреперы состоят из двухосного тягача-трактора и одноосного скрепера на пневмоколесном ходу. Самоходные скреперы состоят из одноосного тягача и одноосного скрепера на пневмоколесном ходу.

В скреперах гидравлический привод применяется для подъема и опускания ковша, подъема и опускания заслонки, выдвижения и отвода задней заслонки или поворота днища ковша, а также для привода элеватора у скрепера с элеваторной загрузкой. Кроме того, в большегрузных скреперах гидропривод используется в рулевом управлении и мотор-колесах. В зависимости от емкости ковша и способа набора грунта можно выделить три типа принципиальных гидравлических схем скреперов:

- а) с ковшом емкостью до  $10 \text{ м}^3$ ;
- б) с ковшом емкостью до  $10 \text{ м}^3$  и элеваторной загрузкой;
- в) с ковшом емкостью свыше  $10 \text{ м}^3$ .



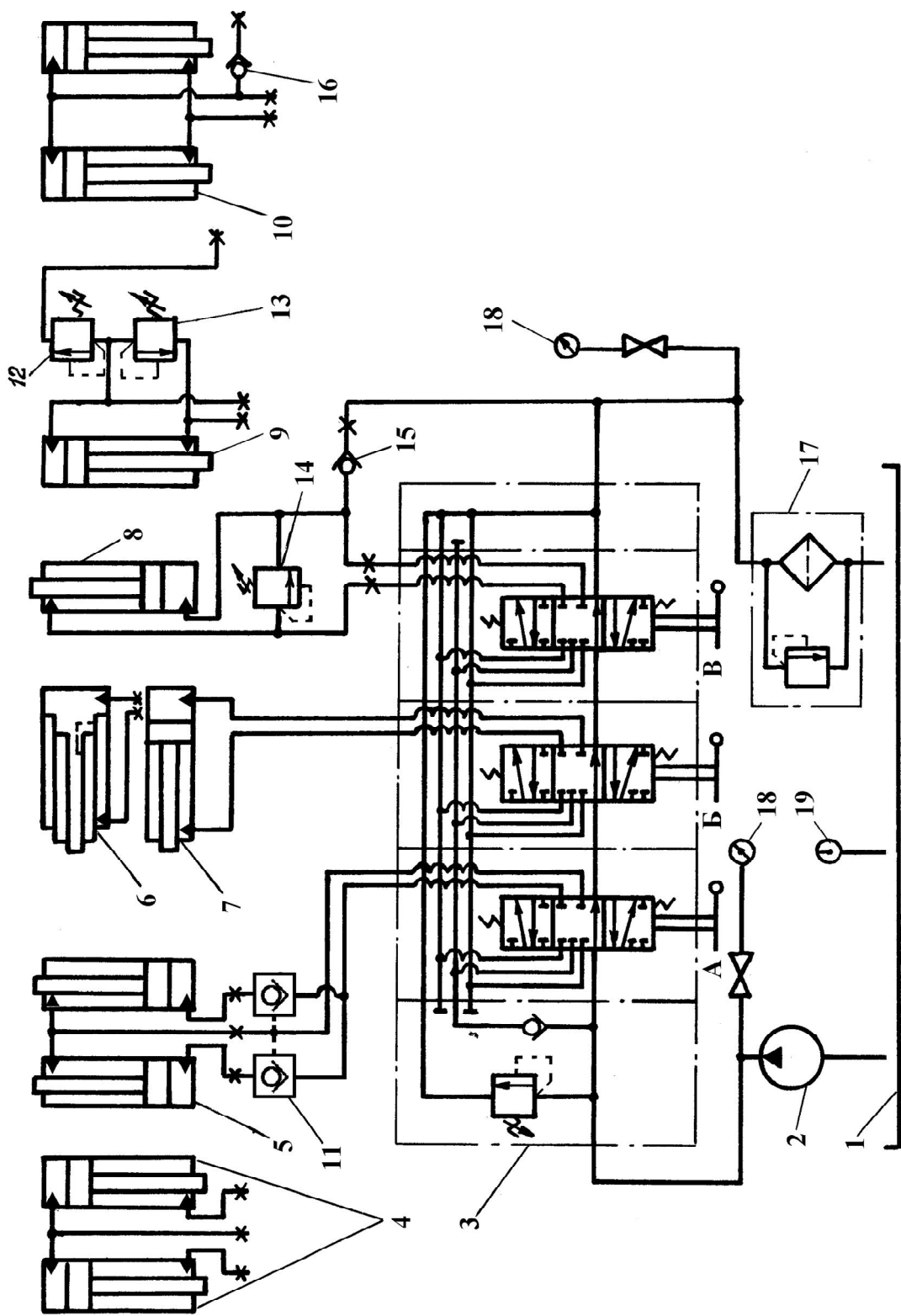


Рис. 4.21. Принципиальная гидравлическая схема скрепера с ковшом емкостью до 10 м<sup>3</sup>

Принципиальная гидравлическая схема скрепера с ковшом емкостью до  $10 \text{ м}^3$  (рис. 4.21) состоит из гидробака 1, нерегулируемого насоса 2, секционного распределителя 3, гидроцилиндров 4 и 5 подъема - опускания ковша, гидроцилиндров 6 и 7 привода задней заслонки, гидроцилиндров 8, 9 и 10 подъема - опускания передней заслонки, обратных управляемых клапанов (гидрозамков) 11, перепускных клапанов 12, 13 и 14, обратных клапанов 15 и 16, фильтра 17 с переливным клапаном, манометров 18, датчика температуры 19.

Принцип действия гидропривода заключается в следующем. Поток рабочей жидкости из гидробака 1 насосом 2 подается к распределителю 3. Золотник А управляет гидроцилиндрами 4 или 5 подъема и опускания ковша. С целью предохранения от самопроизвольного опускания ковша при транспортировке грунта в гидролиниях гидроцилиндров подъема ковша применены управляемые обратные клапаны 11.

Золотник В управляет гидроцилиндром 6 или 7, обеспечивающим движение задней заслонки. В зависимости от требуемой длины хода штока при разгрузке ковша может быть применен гидроцилиндр обычного или телескопического исполнения.

Золотник В управляет сменными гидроцилиндами 8, 9 или 10, которые обеспечивают подъем-опускание передней заслонки. Привод передней заслонки в различных конструктивных исполнениях скреперов возможен тремя вариантами установки гидроцилиндров. Поэтому в схеме (см.рис. 4.21) указаны три различных способа присоединения гидроцилиндров 8, 9 и 10 к золотнику В.

Если гидроцилиндр закреплен на силовой раме скрепера, то подъем заслонки можно осуществлять подачей рабочей жидкости в поршневую (гидроцилиндр 8) или в штоковую (гидроцилиндр 9) полость.

Штоковая полость гидроцилиндра 8 соединена с поршневой перепускным клапаном 14. Кроме того, поршневая полость гидроцилиндра 8 соединена со сливной линией через обратный клапан 15. Применение перепускного 14 и обратного 15 клапанов необходимо для исключения перегрузок в штоковой полости и кавитации жидкости в поршневой полости гидроцилиндров 8, которые могут происходить в период воздействия ковша на заслонку при его подъеме и нейтральном положении золотника В.

Аналогичная система разгрузки применена на гидроцилиндре 9, отличие состоит лишь в том, что избыток жидкости из поршневой гидролинии перепускается в сливную через клапан 12, а обратный клапан 15 отсутствует.

Если гидроцилиндры 10 подъема-опускания передней заслонки крепятся на ковше, то перепускные клапаны не нужны. Обратный клапан 16 применен для исключения кавитации в поршневых полостях гидроцилиндров в период опускания заслонки под собственной массой. На сливной гидролинии установлен фильтр 17 с переливным клапаном. Давление жидкости в напорной и сливной линиях определяется манометрами 18, а температура в масляном баке – датчиком температуры 19.

### *Скреперы с ковшом емкостью свыше 10 м<sup>3</sup>*

На рис. 4.22 приведена принципиальная гидравлическая схема скрепера с ковшом емкостью свыше 10 м<sup>3</sup>. В большегрузных скреперах применяется электрогидравлическое управление гидродвигателями. Электрогидравлические распределители устанавливаются в непосредственной близости от гидроцилиндров на прицепной части скрепера, а от насоса и гидробака через седельное или сцепное устройство проводятся только два шланга высокого или низкого давления вместо шести. Это повышает надежность гидропривода, снижает потери давления в трубопроводах, не загромождает седельно-сцепное устройство и улучшает внешний вид скреперов. Кроме того, применение электрогидравлического управления улучшает условия труда и снижает утомляемость оператора.

Гидравлическая схема (рис. 4.22) включает в себя следующие элементы: гидробак 1, нерегулируемый насос 2, электрогидравлические распределители 3, 4 и 5, гидроцилиндры 6 подъема-опускания заслонки, гидроцилиндры 7 подъема-опускания ковша, гидроцилиндры 8 привода задней стенки, электрогидравлический предохранительный клапан 9, фильтр 10 с переливным клапаном, манометры 11, датчик температуры 12.

Принцип действия гидропривода заключается в следующем. При выключенных электромагнитах распределителей 3 – 5 поток жидкости от насоса 1 через нормально открытый предохранительный клапан 9 и фильтр 10 направляется обратно в гидробак 1.

Включением электромагнита одного из распределителей 3 – 5 (см. рис. 4.22) передвигается золотник управления, который соединяет торцевую полость основного золотника со сливной гидролинией.

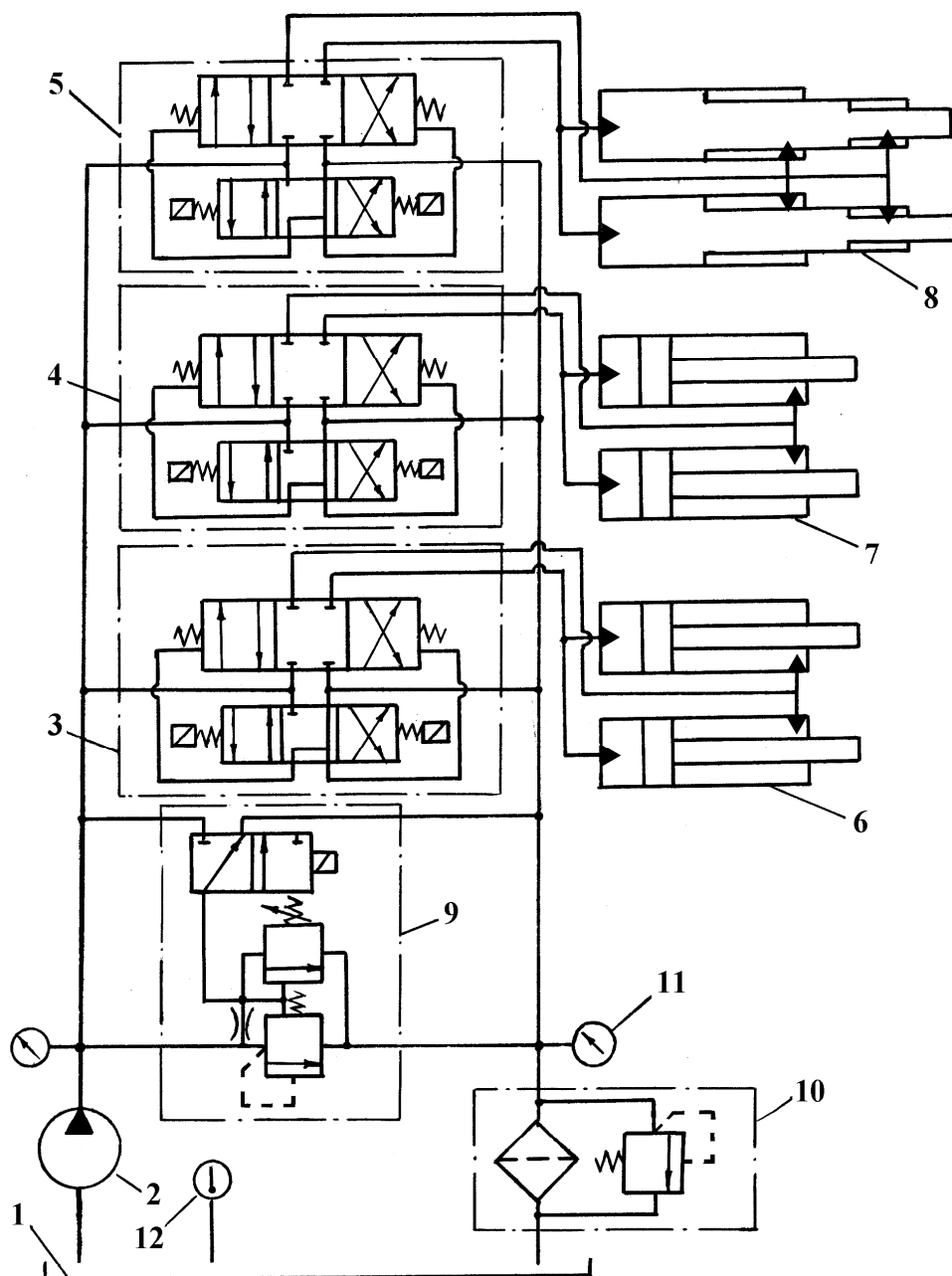


Рис. 4.22. Принципиальная гидравлическая схема скрепера с ковшем емкостью свыше  $10 \text{ м}^3$

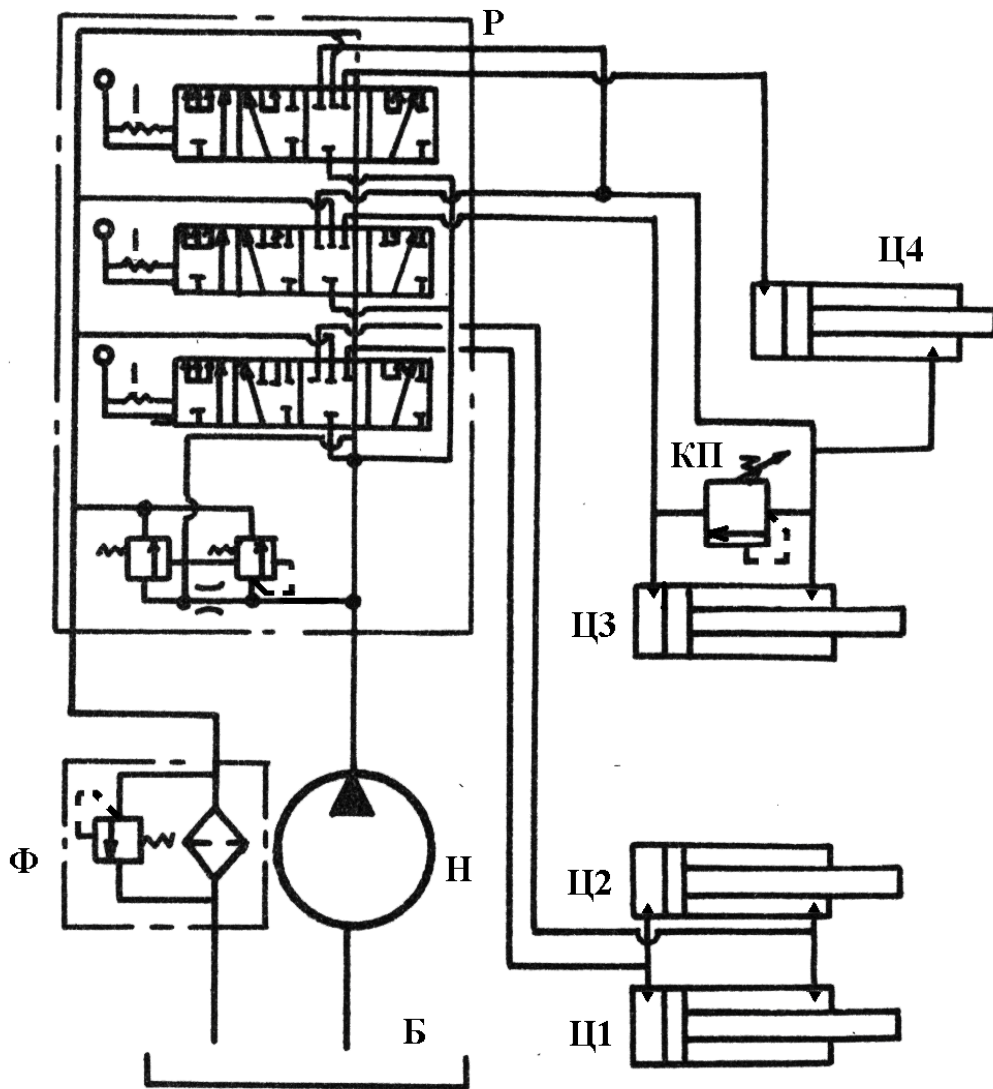


Рис. 4.23. Принципиальная гидравлическая схема скрепера ДЗ-172.1:  
 элементы гидросистемы трактора: *Б* – гидробак; *Н* – насос  
 шестеренный НШ-100; *Р* – гидрораспределитель Р-150;  
*Ф* – фильтр; элементы гидросистемы скрепера:  
*Ц1, Ц2* – гидроцилиндры ковша; *Ц3* – гидроцилиндр заслонки;  
*Ц4* – гидроцилиндр задней стенки; *КП* – предохранительный  
 клапан

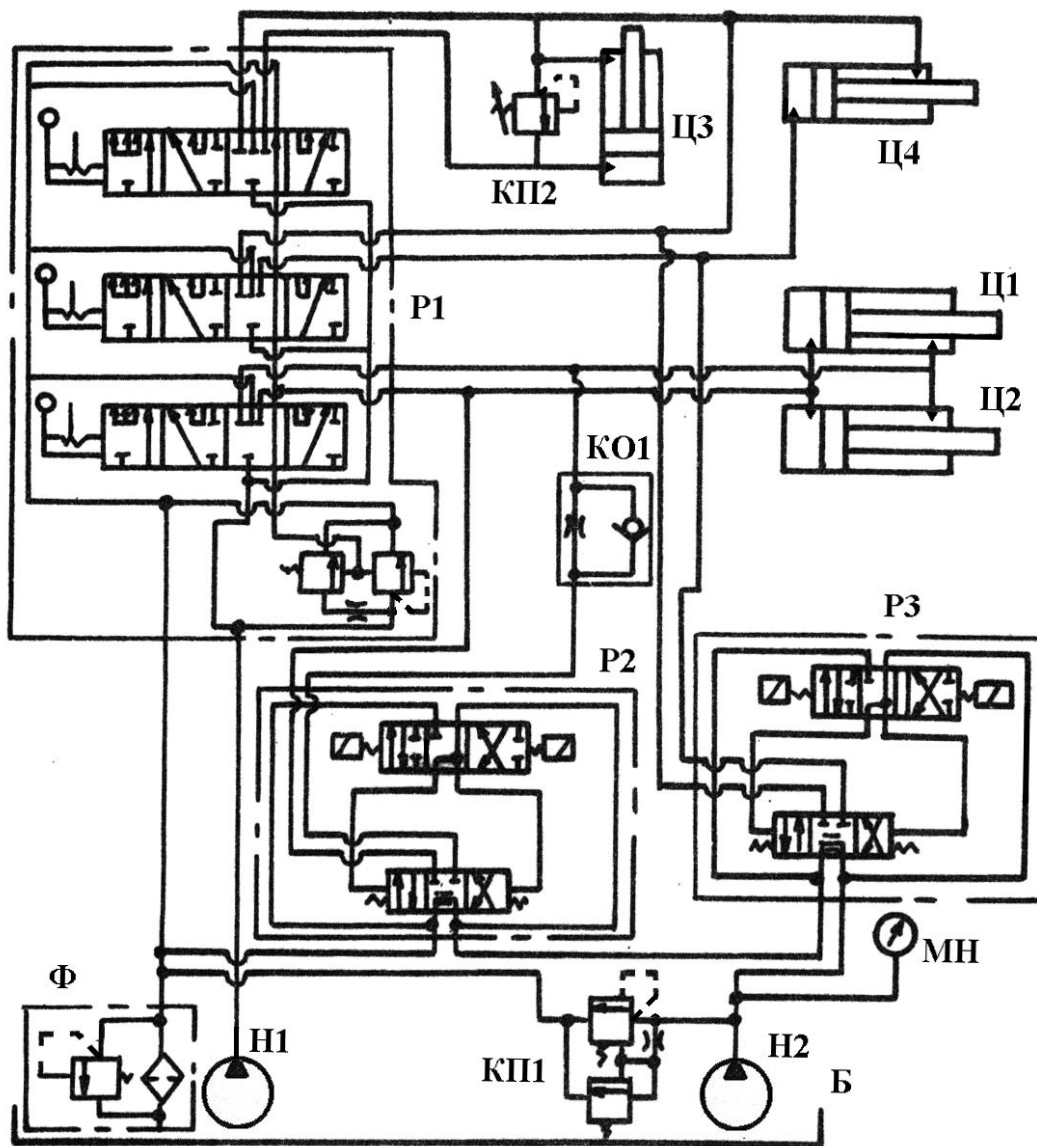


Рис. 4.24. Принципиальная гидравлическая схема скрепера ДЗ-172.5:  
 элементы гидросистемы трактора: Б – гидробак; Н1 – насос  
 шестеренный НШ – 100; P1 – гидрораспределитель Р-150; Ф – фильтр;  
 элементы гидросистемы скрепера: КО1 – обратный клапан  
 с дросселем; КП1, КП2 – предохранительные  
 клапаны; Н2 – насос шестеренный НШ - 32У;

*P2, P3* – гидрораспределители; *Ц1, Ц2* – гидроцилиндры ковша;  
*Ц3* – гидроцилиндр заслонки; *Ц4* – гидроцилиндр задней  
стенки; *MH* – манометр для жидкой среды

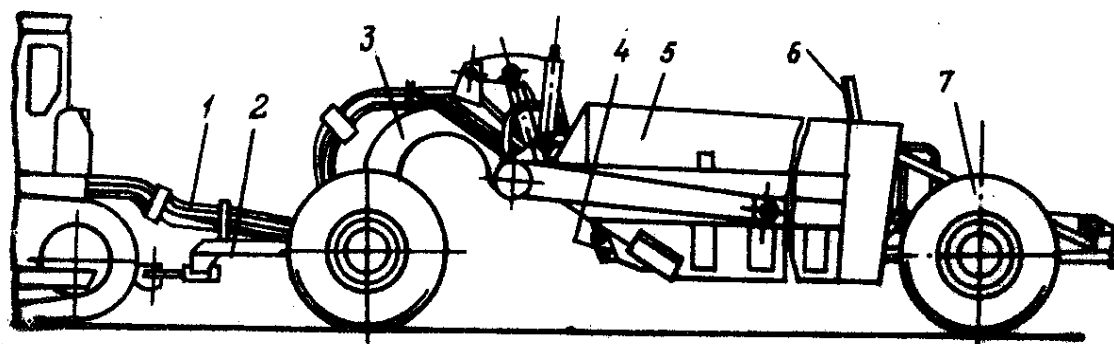


Рис. 4.25. Общий вид скрепера ДЗ-172.1:

*1* – гидросистема скрепера; *2* – передняя ось; *3* – тяговая рама;  
*4* – заслонка; *5* – ковш; *6* – задняя стенка; *7* – колесо

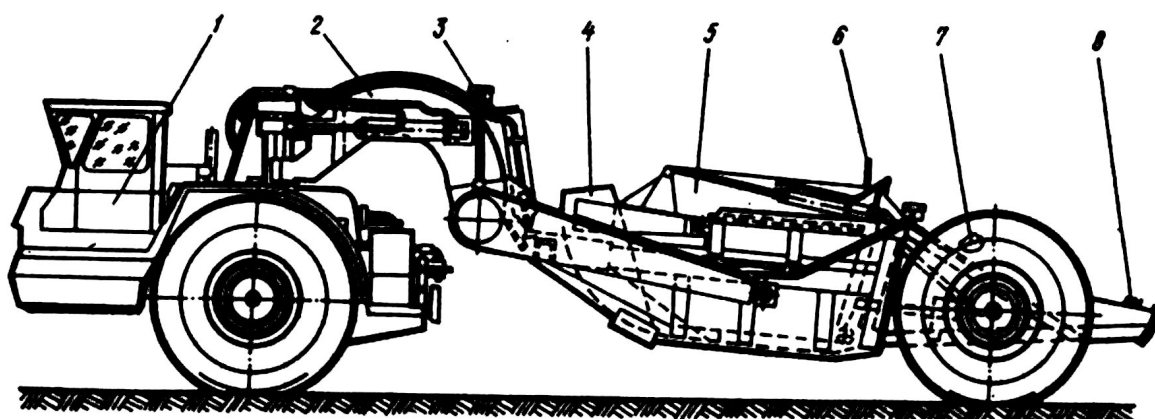


Рис. 4.26. Общий вид скрепера ДЗ-13:

*1* – автотягач; *2* – передок; *3* – гидравлическая система; *4* – заслонка;  
*5* – ковш; *6* – задняя стенка; *7* – пневмооборудование;  
*8* – электрооборудование

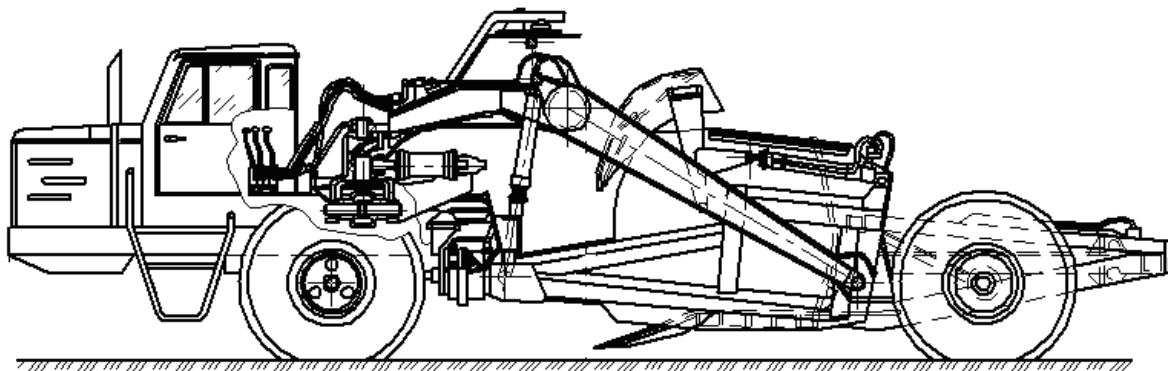


Рис. 4.27. Скрепер

В связи с тем, что перед фильтром всегда имеется давление потока жидкости не менее 0,3 МПа, сливная гидролиния используется в качестве гидролинии управления.

Перемещаясь в одно из крайних положений (правое или левое), основной золотник соединяет штоковые (или поршневые) полости гидроцилиндров с напорной гидролинией насоса, а противоположные полости (поршневые или штоковые) – со сливной гидролинией. Таким образом, обеспечивается возвратно-поступательное движение штоков гидроцилиндров, а с ними и движение рабочего оборудования скрепера.

При выключенных электромагнитах распределителей 3 – 5 нормально открытый золотник управления предохранительного клапана 9 направляет поток жидкости от насоса на слив. Когда включается любой электромагнит распределителя, одновременно с ним включается электромагнит золотника управления предохранительным клапаном, и нормально открытый золотник управления клапана 9 закрывается.

Поток жидкости от насоса 2 направляется к распределителям 3, 4 и 5. В случае повышения давления в системе выше максимального срабатывает предохранительный клапан 9 и жидкость от насоса поступает в гидробак. Для контроля за режимом работы гидропривода установлены манометры 11 в напорной и сливной линиях, а в гидробаке – дистанционный датчик температуры 12.

На рис. 4.23 и 4.24 приведены принципиальные гидравлические схемы скреперов ДЗ-172.1 и ДЗ-175.5, общий вид скрепера ДЗ-172.1 представлен на рис. 4.25, на рис. 4.26 – скрепер ДЗ 13, на рис. 4.27 – общий вид скрепера на пневмоколесном ходу.



### *Скреперы с элеваторной загрузкой*

Принципиальная гидравлическая схема скрепера с элеваторной загрузкой (рис. 4.28) состоит из масляного бака *1*, насосов *2* и *3*, секционных распределителей *4* и *5*, гидроцилиндров *7* подъема и опускания ковша, управляемых обратных клапанов *8*, гидромотора *9* привода элеватора, фильтра *10* с переливным клапаном, манометров *11*, термометра *12*.

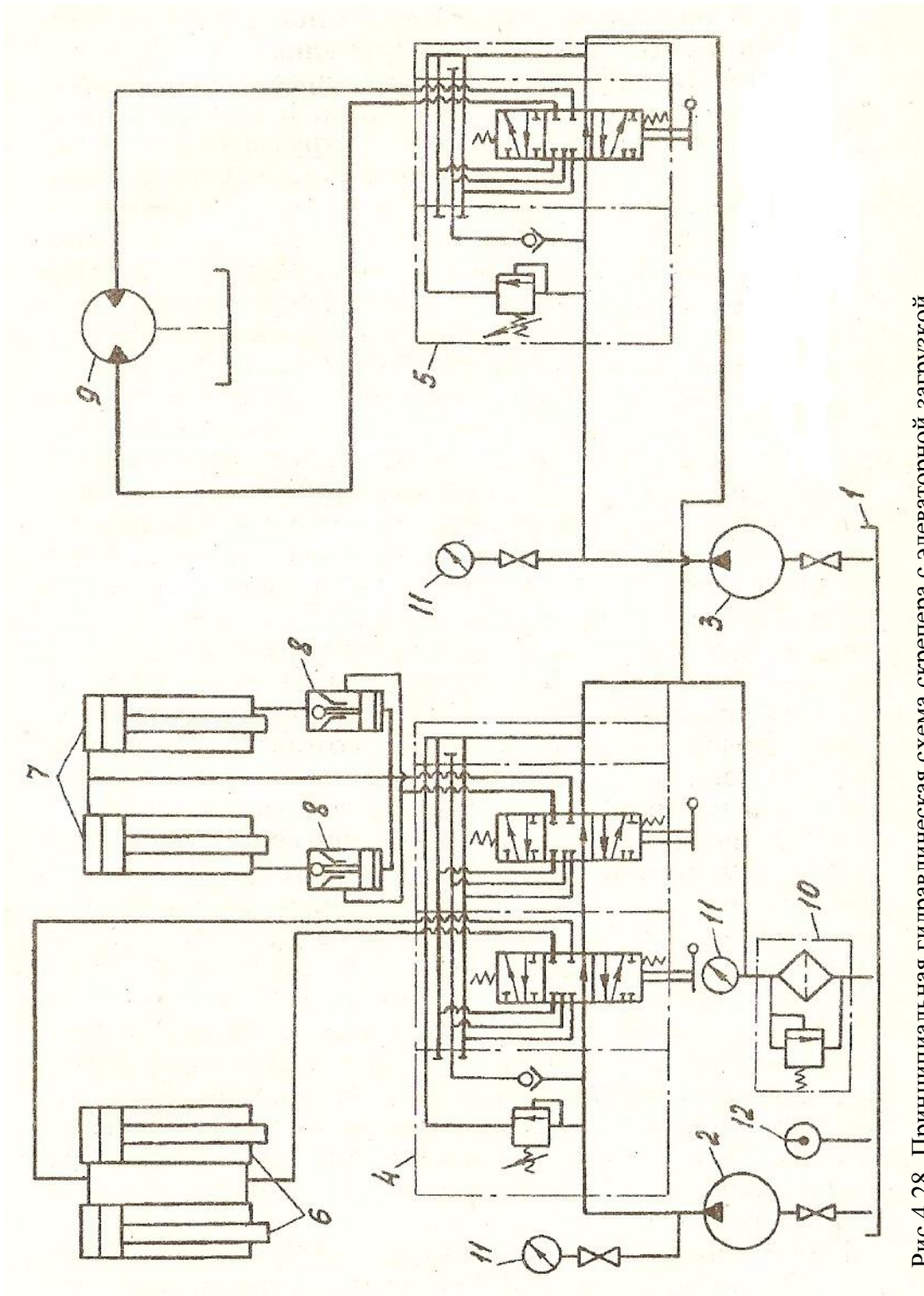


Рис. 4.28. Принципиальная гидравлическая схема скрепера с элевагорной загрузкой

От насоса 2 рабочая жидкость поступает к секционному распределителю 4. Золотник А управляет гидроцилиндрами 6 разгрузки ковша, а золотник В – гидроцилиндрами 7 подъема и опускания ковша. В штоковых магистралях гидроцилиндров 7 установлены управляемые обратные клапаны 8, которые предназначены для снижения динамических нагрузок в трубопроводах и надежного запираания штоковых полостей в период транспортировки груза.

От насоса 3 жидкость через секционный распределитель 8 поступает к гидромотору 9 элеватора. На объединенной сливной магистрали установлен фильтр 10 с переливным клапаном. Давление в нагорных магистралях насосов и сливной линии измеряется манометрами 11, а температура рабочей жидкости – дистанционным термометром 12.

#### 4.7. Автогрейдеры

Автогрейдер представляет собой самоходную колесную землеройно-транспортную машину с отвальным рабочим органом, который размещается в пределах колесной базы и может устанавливаться под различными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях. При необходимости отвальный орган можно выдвинуть в сторону (рис. 4.31, 4.32).

Основные назначения автогрейдера – профилирование земляного полотна, возведение насыпей, планировка грунтовых поверхностей, устройство корыт и боковых канав. Обычно автогрейдеры снабжаются вспомогательным рабочим органом – кирковщиком, используемым для киркования твердых поверхностей ремонтируемых дорог. В комплект поставки входит иногда также бульдозерный отвал, навешиваемый перед передними колесами автогрейдера. Для расширения области применения автогрейдеры часто оборудуются другими сменными рабочими органами – плужными снегоочистителями, рыхлителями и т.д.

Гидравлический привод в автогрейдерах применяется для подъема - опускания сменного оборудования (кирковщика, бульдозера), подъема-опускания и поворота отвала, изменения положения (выноса) тяговой рамы, наклона колес, поворота передних колес (рулевое управление). Гидравлическая схема автогрейдера тяжелого типа (рис.4.29) включает гидробак 1, нерегулируемые насосы 2 и 3, сек-

ционный распределитель 4, гидроцилиндр 5 подъема-опускания отвала правый, гидроцилиндр 6 выдвижения отвала, гидроцилиндр 7 подъема-опускания кирковщика (бульдозерного отвала), гидромотор 8 поворота отвала в плане, гидроцилиндр 9 выноса тяговой рамы, гидроцилиндр 10 подъема-опускания отвала левый, гидроцилиндр 11 управления колес, золотник 12 поворота колес, предохранительный клапан 13, делитель потока 14, гидроусилитель 15, фильтр 16 с переливным клапаном, манометры 17, датчик температуры 18.

Золотники *A* и *E* управляют гидроцилиндрами 5 и 10 изменения угла наклона отвала в вертикальной плоскости. При подаче жидкости в противоположные полости гидроцилиндров 5 и 10 изменяется угол наклона, а при подаче жидкости в одноименные полости происходит подъем или опускание отвала. Золотник *B* управляет гидроцилиндром 6 выдвижения отвала в горизонтальной плоскости, а золотник *D* – гидроцилиндром 9 бокового выноса тяговой рамы.

Золотники *B* и *Г* управляют соответственно гидромотором 8 поворота круга и гидроцилиндром 7 подъема-опускания отвала бульдозера (кирковщика). Гидроусилитель 15 и золотник 12 имеют механическую связь с рулевой колонкой автогрейдера. При повороте руля и в зависимости от его положения золотник 12 направляет поток жидкости от насоса в поршневую или штоковую полость гидроцилиндра 11. Делитель потока 14 предназначен для обеспечения рабочей жидкостью двух потребителей (гидроусилителя 15 и гидроцилиндра 11 управления колес) от одного источника (насос 3) при различных величинах внешних нагрузок.

Принципиальная схема гидропривода автогрейдера с ручным и автоматическим управлением представлена на рис. 4.30. Насосом 2 рабочая жидкость из гидробака 1 нагнетается в шестизолотниковый секционный гидрораспределитель 3 с ручным управлением. Все золотники трехпозиционные с пружинным возвратом из включенных позиций в нейтральную.

При нейтральном положении всех золотников рабочая жидкость из напорной секции через проточный канал всех золотниковых секций поступает в сливную секцию и далее обратно в гидробак 1 через фильтр 16 со встроенным переливным клапаном. В напорную секцию гидрораспределителя 3 встроен предохранительный клапан.

На рис. 4.30 представлена принципиальная гидравлическая схема автогрейдера с ручным и автоматическим управлением.

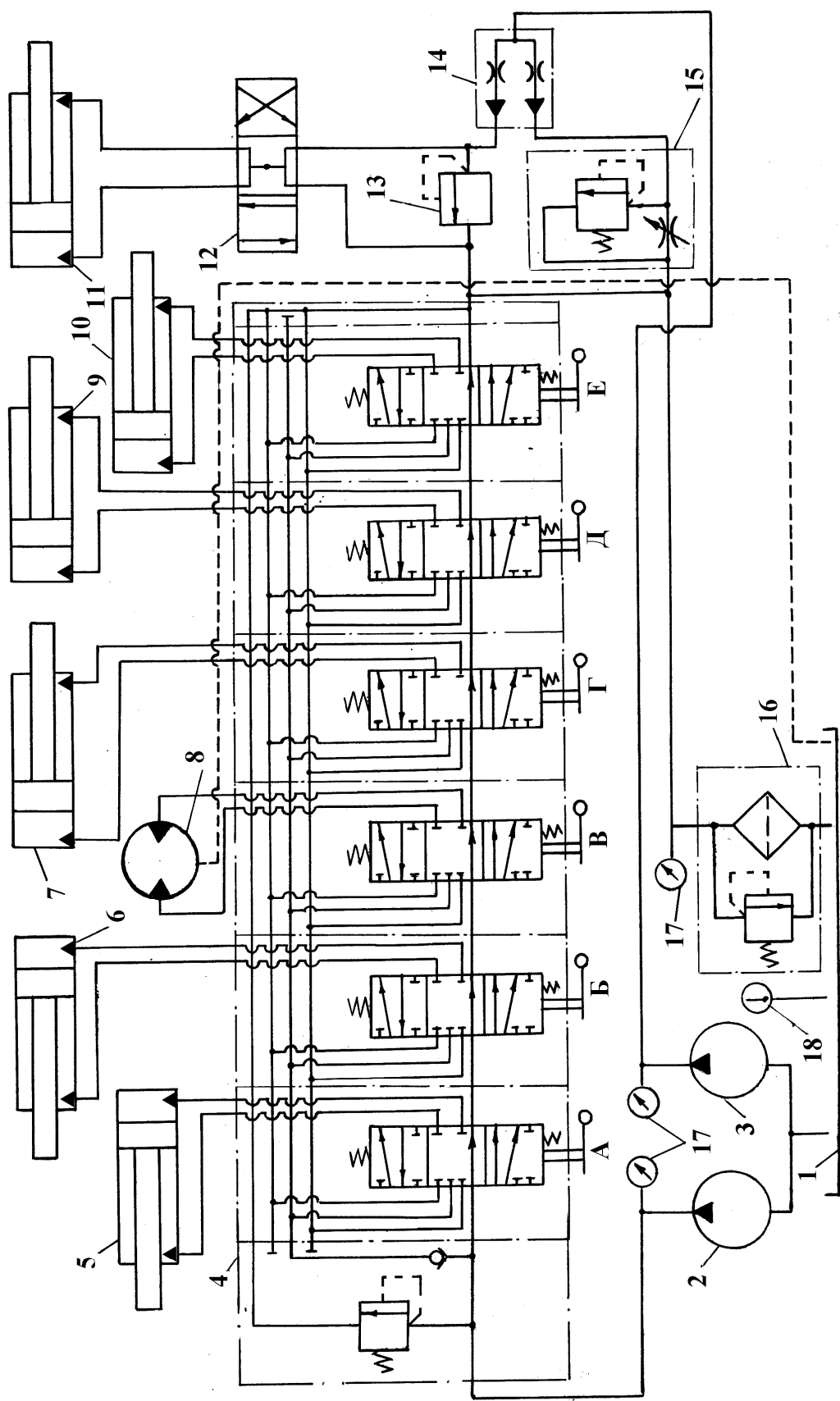


Рис. 4.29. Принципиальная гидравлическая схема автогрейдера тяжелого типа

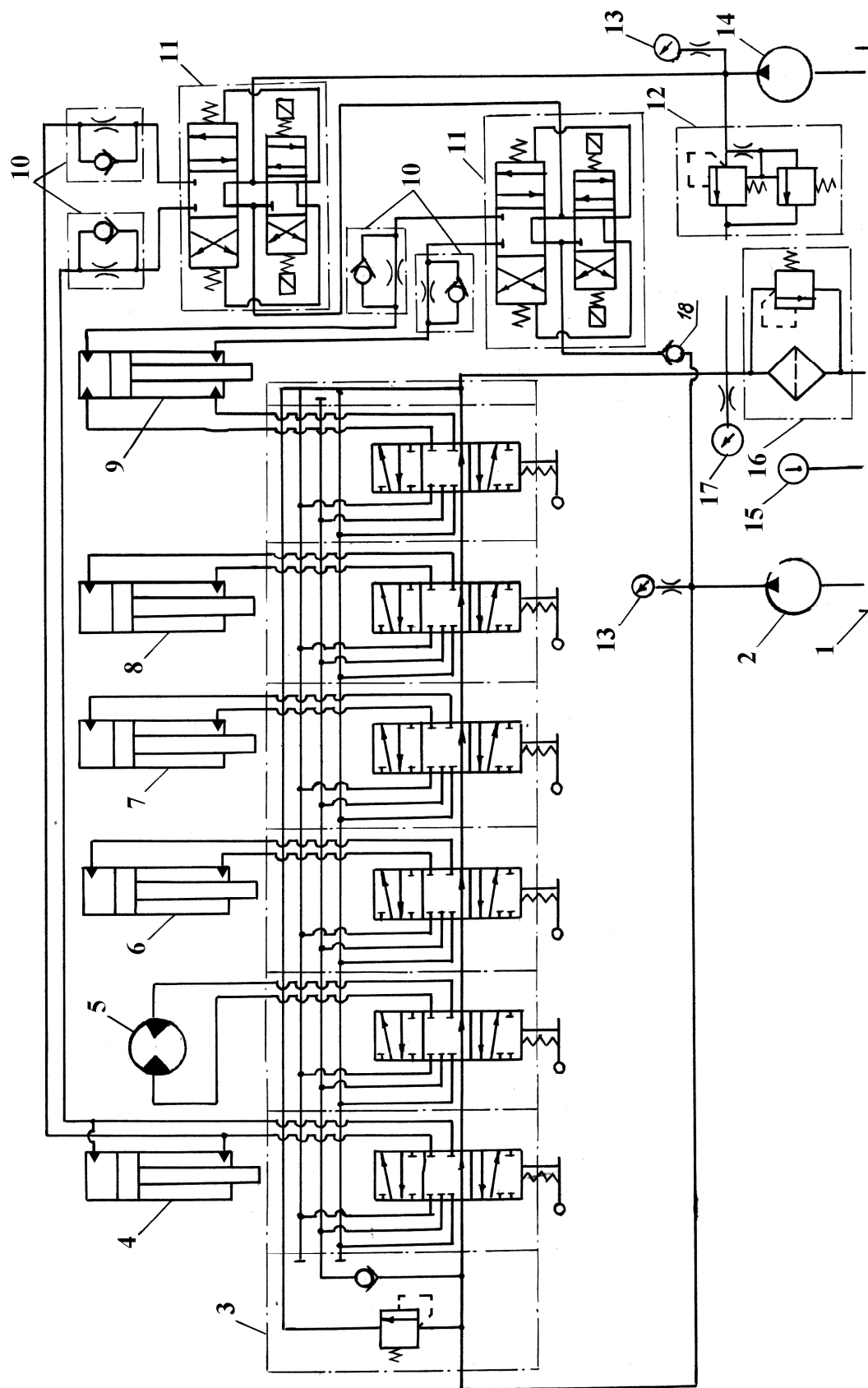


Рис. 4.30. Принципиальная гидравлическая схема автогрейдера с ручным и автоматическим управлением

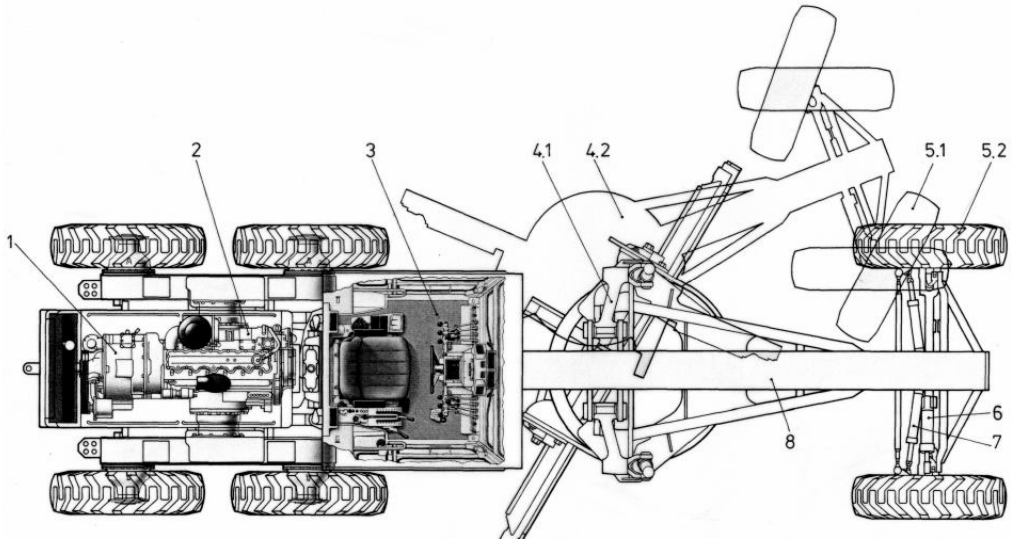
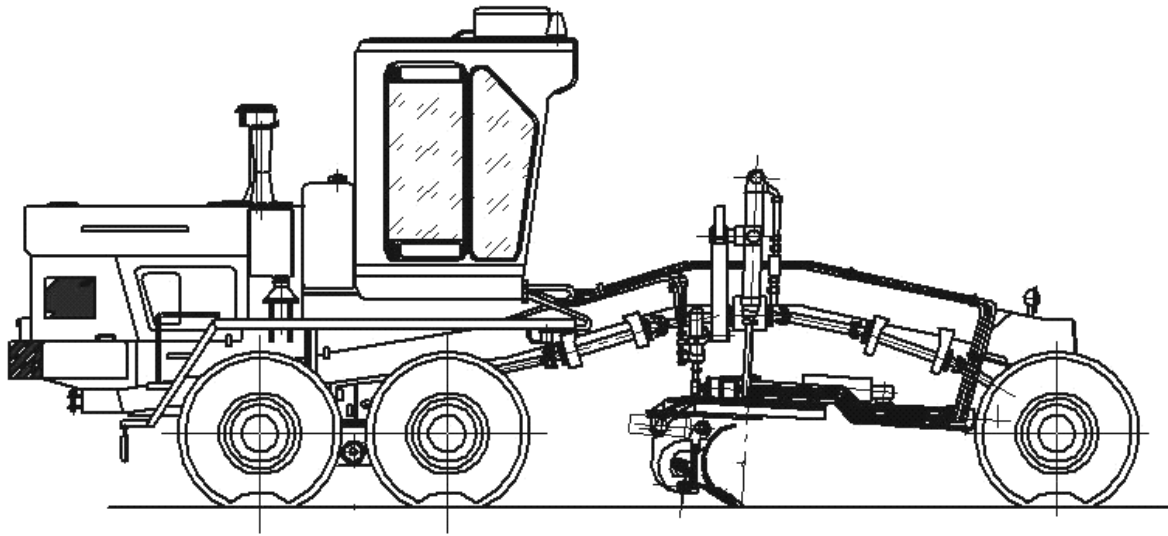


Рис. 4.31. Общий вид автогрейдера

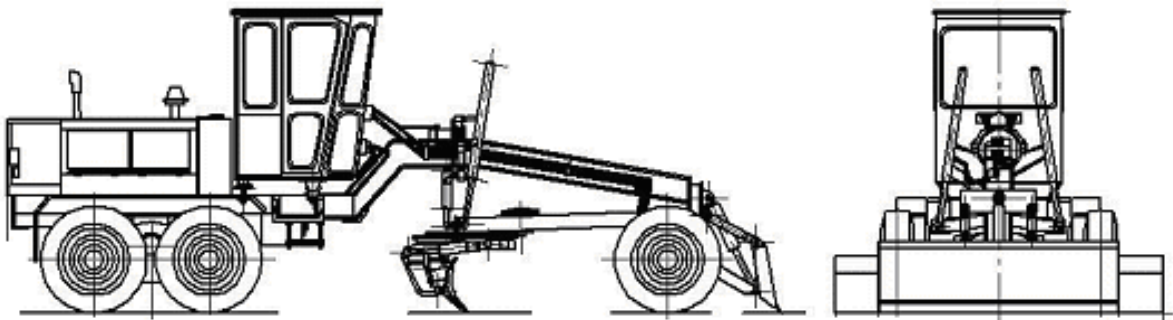


Рис. 4.32. Автогрейдер

Золотниками гидрораспределителя 3 осуществляется ручное управление движениями гидроцилиндров 4 и 9 подъема и опускания левой и правой сторон отвала, навесного оборудования 6, выдвижения отвала 7, выноса тяговой рамы 8 и гидромотора 5 вращения отвала. Регулирование скоростей перемещения исполнительных органов осуществляется дросселированием потока в каналах распределителя при перемещении рукояток управления.

Система автоматического управления отвалом автогрейдера осуществляется от насоса 14 двумя последовательно соединенными гидрораспределителями 11 с электрогидравлическим управлением. При автоматическом управлении подъемом и опусканием отвала гидроцилиндрами 4 и 9 их скорость ограничивается дросселями 10 с обратными клапанами.

При нейтральном положении золотников гидрораспределителей 11 поток от насоса 14 через них в обратный клапан 18 поступает в напорную гидролинию насоса 2. Предохранение от перегрузок в системе автоматического управления осуществляется клапаном 12 непрямого действия. Контроль давления в напорных гидролиниях насосов 2 и 14 осуществляется манометрами 13. О степени загрязнения фильтра можно судить по показаниям манометра 17. Температура рабочей жидкости в гидросистеме контролируется по показаниям термометра 15.

#### **4.8. Автомобильные краны**

Стреловые самоходные краны, предназначенные для выполнения погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ в нашей стране выпускаются грузоподъемностью от 4 до 100 т и монтируются на шасси автомобилей (рис. 4.33, 4.34). Гидравлический привод имеют механизмы подъема-опускания груза, изменения длины и вылета стрелы, поворота платформы, выносных опор и блокировки рессор.

В зависимости от типа ходовой части стреловые самоходные краны подразделяются на четыре основные группы:

- автомобильные краны на шасси грузовых автомобилей;
- самоходные краны на специальных шасси автомобильного типа;
- самоходные краны на пневмоколесных шасси;
- самоходные краны на гусеничном ходу.



Основными элементами самоходных стреловых кранов являются: ходовая часть; поворотная часть с рабочим оборудованием; опорно-поворотное устройство, связывающее поворотную платформу крана с рамой шасси; привод хода рабочего оборудования; система управления движением машины и крановыми механизмами.

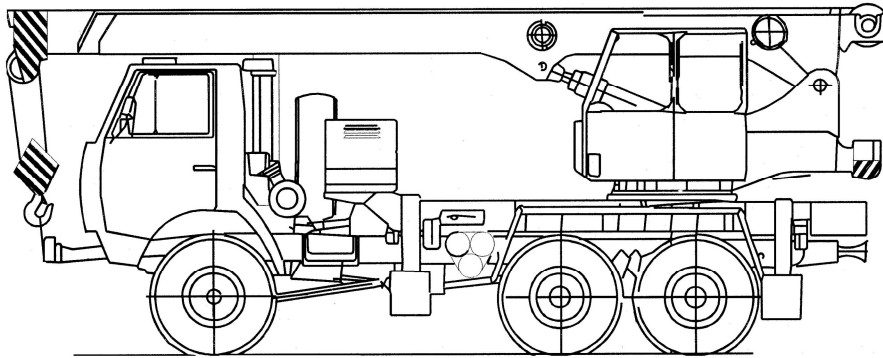


Рис. 4. 33. Общий вид автомобильного крана КС-5571

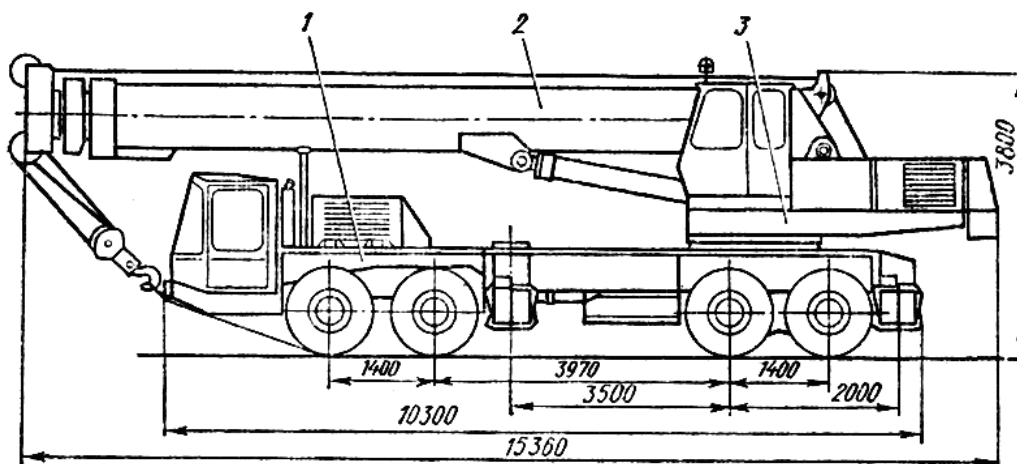


Рис. 4.34. Автомобильный кран:  
1 – ходовое устройство; 2 – телескопическая стрела;  
3 – поворотная платформа

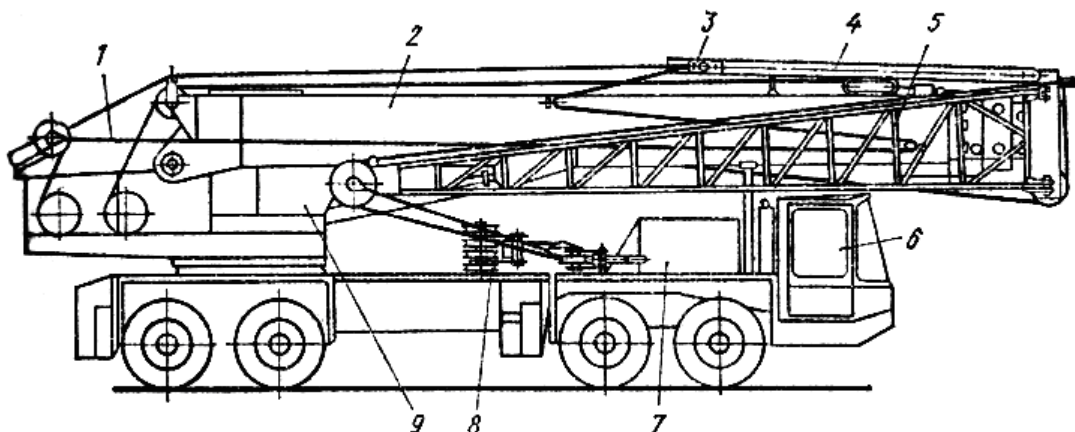


Рис. 4.35. Кран 6471:

1 – оттяжка; 2 – стрела; 3 – фиксатор; 4 – стойка; 5 – гусек;  
6 – кабина шасси; 7 – двигатель; 8 – крюковая обойма;  
9 – кабина управления

Многие узлы и детали стреловых самоходных кранов унифицированы узлами и деталями одноковшовых полноповоротных экскаваторов. Принципиальная гидравлическая схема для унифицированного ряда автомобильных кранов показана на рис. 4.36. На неподвижной нижней раме крана смонтированы выносные опоры, гидробак, фильтр и нерегулируемый насос, привод которого осуществляется через редуктор отбора мощности.

Гидромотор 10 предназначен для поворота платформы. На поворотной платформе размещается рабочее оборудование крана с приводом от гидромоторов. Рабочая жидкость от насоса 1 подается через центральное вращающееся соединение к секционному гидрораспределителю 2 и одновременно к предохранительному клапану 3 с переливным гидроклапаном, а также в гидролинию управления гидрозамкательными тормозами через гидроклапан 4 с электроуправлением. Гидроклапан 4 установлен также в гидролинии управления предохранительного клапана. При отсутствии напряжения в электромагнитах гидроклапан 4, гидроцилиндры 5 гидроразмыкателей тормозов и гидролиния управления предохранительного клапана 3 соединяются с дренажной линией. При этом тормоза механизмов замкнуты, а рабочая жидкость подается насосом через переливной гидроклапан в сливную гидролинию, откуда через фильтр 6 сливается в гидробак.

Аналогичные режимы работы происходят при срабатывании ограничителей грузоподъемности, высоты подъема крюка или стрелы. При подаче напряжения на электромагниты гидроклапанов 4 они переключаются в рабочую позицию. В этом случае рабочая жидкость через гидрораспределитель 2 поступает в сливную гидролинию и подается к дополнительным золотникам, а слив через предохранительный клапан 3 становится возможным только при превышении давления его настройки.

При перемещении золотника гидрораспределителя 2 перемещается дополнительный золотник, вследствие чего переливной гидроклапан закрывается, рабочая жидкость от насоса поступает к гидромотору 7 и одновременно к гидроцилиндру тормоза, размыкая тормозное устройство. Противоположная полость гидромотора при этом соединяется со сливной гидролинией. Гидромоторы 7 грузовой и стреловой лебедок подключаются к соответствующим секциям гид-

рораспределителя 2 через управляемые обратные гидроклапаны (гидрозамки) 8, которые устанавливаются в гидролиниях, являющихся сливными при опускании груза и стрелы.

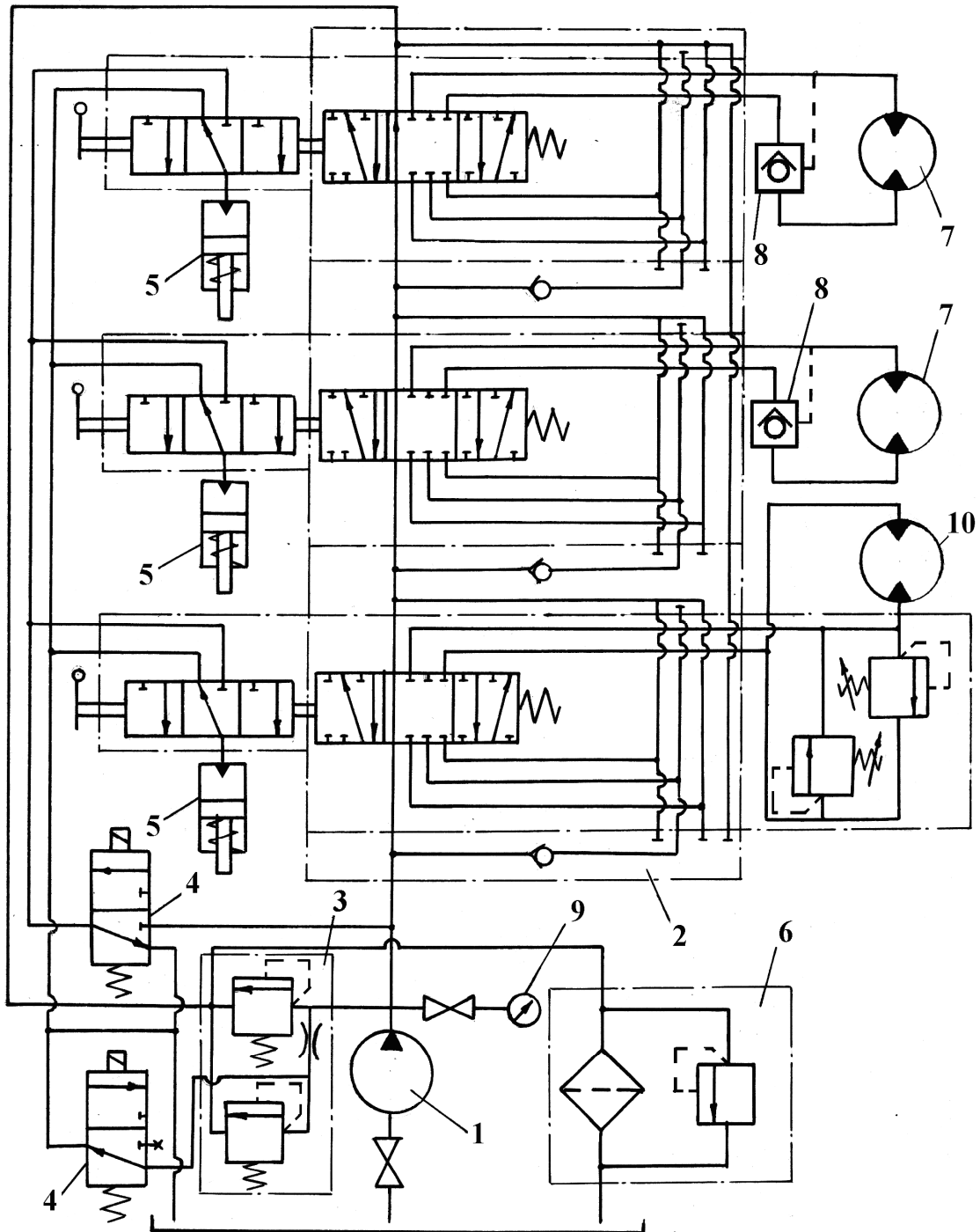


Рис. 4.36. Принципиальная гидравлическая схема  
автомобильного крана

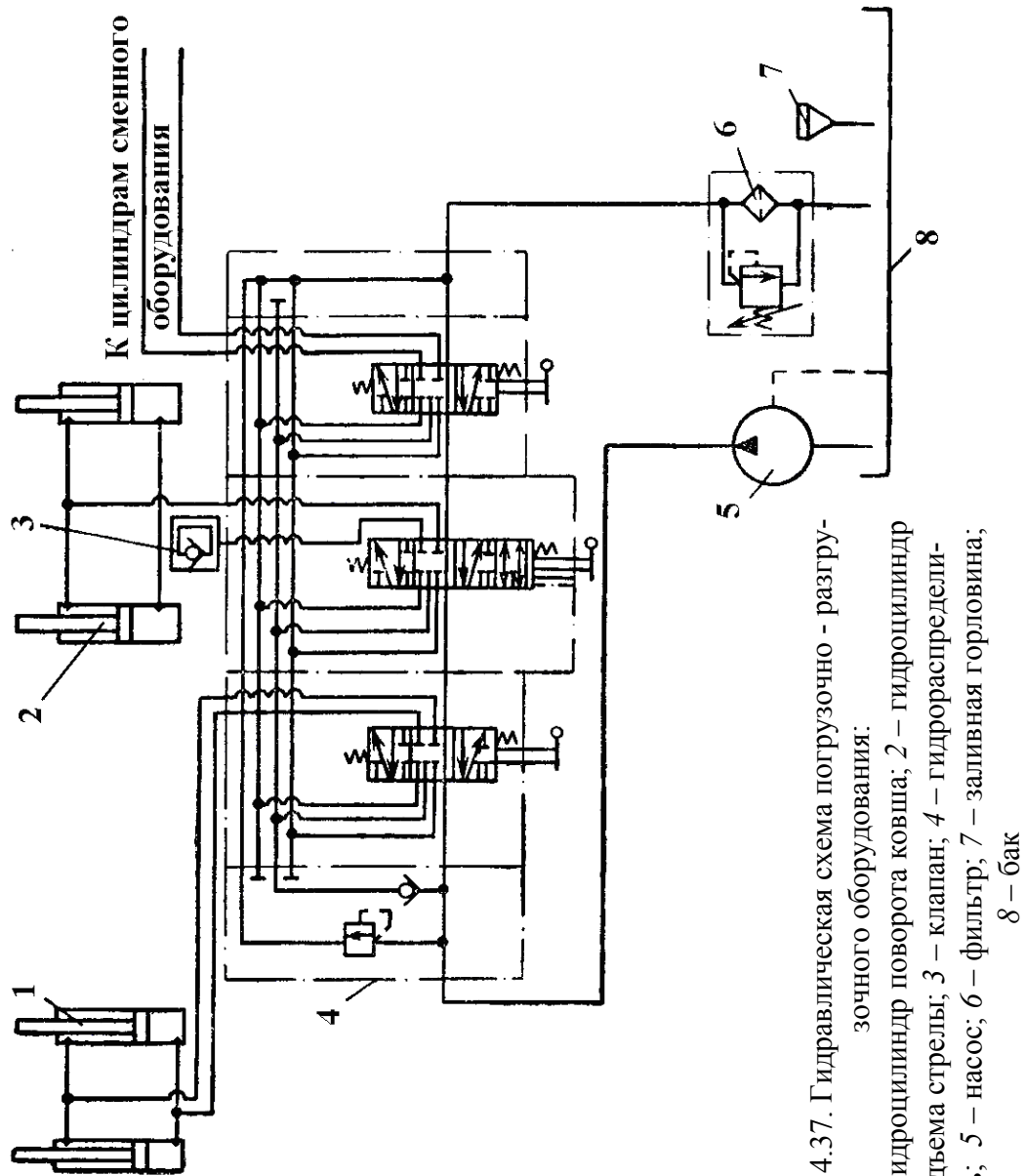


Рис. 4.37. Гидравлическая схема погрузочно - разгрузочного оборудования:

- 1 – гидроцилиндр подъема стрелы; 2 – клапан; 3 – гидрораспределитель; 4 – насос; 5 – фильтр; 6 – заливная горловина; 7 – бак

С помощью промежуточных секций, установленных в гидрораспределителе 2, обеспечивается последовательное соединение гидромоторов и совмещение операций: подъем - опускание груза или стрелы с поворотом платформы.

Одновременное включение грузовой и стреловой лебедок предотвращается механическим блокировочным устройством. Величина давления в гидросистеме определяется по манометру 9, установленному в кабине крановщика.

Принципиальная гидросхема погрузочно-разгрузочного оборудования представлена на рис. 4.37.

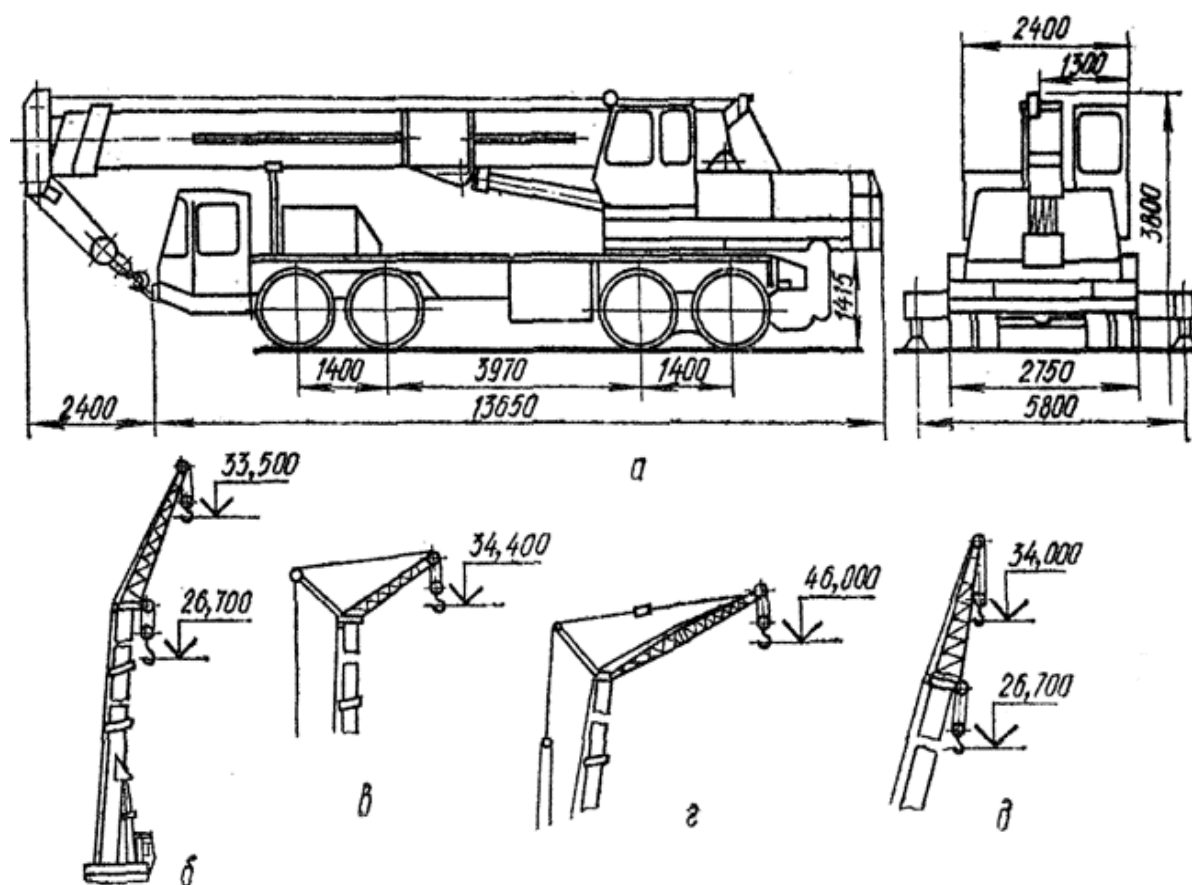


Рис. 4.38. Кран КС-6471 на специальном шасси автомобильного типа

Кран КС-6471 (см. рис. 4.35, 4.38) – дизель-гидравлический грузоподъемностью 40 т, состоит из поворотной части, рабочего оборуд-

дования и ходового устройства. Поворотная часть включает в себя раму, на которой монтируют стрелы грузовые (основного, вспомогательного подъема), стреловые лебедки, механизм поворота, масляный бак, кабину с постом управления, гидрооборудование и противовес.

Механизмы поворотной части приводятся в действие от индивидуальных гидродвигателей, которые получают питание от насосной установки с двигателем внутреннего сгорания. Грузовая лебедка приводится в движение от гидродвигателя, соединенного с редуктором, смонтированным внутри барабана. Лебедка снабжена роликом, который позволяет укладывать канат на барабане и предотвращать произвольное сматывание каната при опускании крюковой подвески на землю.

Лебедка вспомогательного подъема по конструкции аналогична главной и отличается только канатоемкостью. Механизм подъема (опускания) стрелы состоит из двух гидроцилиндров двойного действия. Цилиндры оснащены обратными управляемыми клапанами, предотвращающими опускание стрелы при разрыве трубопроводов. Наклон стрелы изменяется от  $-2$  до  $+87^\circ$ . Силовая установка состоит из двигателя внутреннего сгорания типа ЯМЗ-236, редуктора привода насосов и насосной группы, включающей три аксиально-поршневых насоса.

Рабочее оборудование включает в себя основную стрелу длиной 10,7 м, удлиняемую с помощью телескопических секций до 25 м. На стрелу длиной 25 м можно монтировать неуправляемый гусек длиной 8,5 м. Управляемые гуськи длиной 8,5; 15 и 20 м устанавливаются на стрелы длиной 15; 20 и 25 м. При выведении основной стрелы в вертикальное положение оборудование может быть приравнено к башенно-стреловому.

Две передние оси – управляемые, одинарные, имеют рессорную подвеску. Две приводные оси задней тележки сдвоенные с жесткой балансирной подвеской. Шасси включает в себя две независимые пневматические тормозные системы, обеспечивающие крану надежное торможение при выходе из строя одной из них; предусмотрен дополнительный ручной стояночный тормоз. Разворот управляемых колес выполняется с помощью гидроусилителей, приводимых в действие от двух независимых насосов. Один приводится от двигателя,

второй аварийный – от ведущего моста. Выдвижение выносных опор – независимое, осуществляется от двух блоков гидрораспределителей, расположенных на каждой стороне шасси. Привод механизмов крана, кроме механизма поворота, выполнен по открытой схеме. Механизм поворота имеет индивидуальный привод по закрытой гидросхеме. Регулирование рабочих скоростей – объемное, путем изменения подачи насосов. Источником питания для гидросистемы управления и привода вентилятора служит аксиально-плунжерный насос. Предусмотрен также насос для заправки бака рабочей жидкостью, приводящийся в движение от электродвигателя.

Грузовые лебедки приводятся в действие гидромоторами с возможностью их параллельного или последовательного подключения с помощью гидрораспределителя, что обеспечивает широкий диапазон регулирования скоростей подъема-опускания крюка.

Крановыми операциями управляют с помощью распределителей с дистанционным гидравлическим управлением от соответствующих блоков, установленных в кабине машиниста. Механизмом поворота управляют путем реверса насоса от блока управления. В гидросистеме предусмотрены клапаны для аварийного опускания грузов и рабочего оборудования.

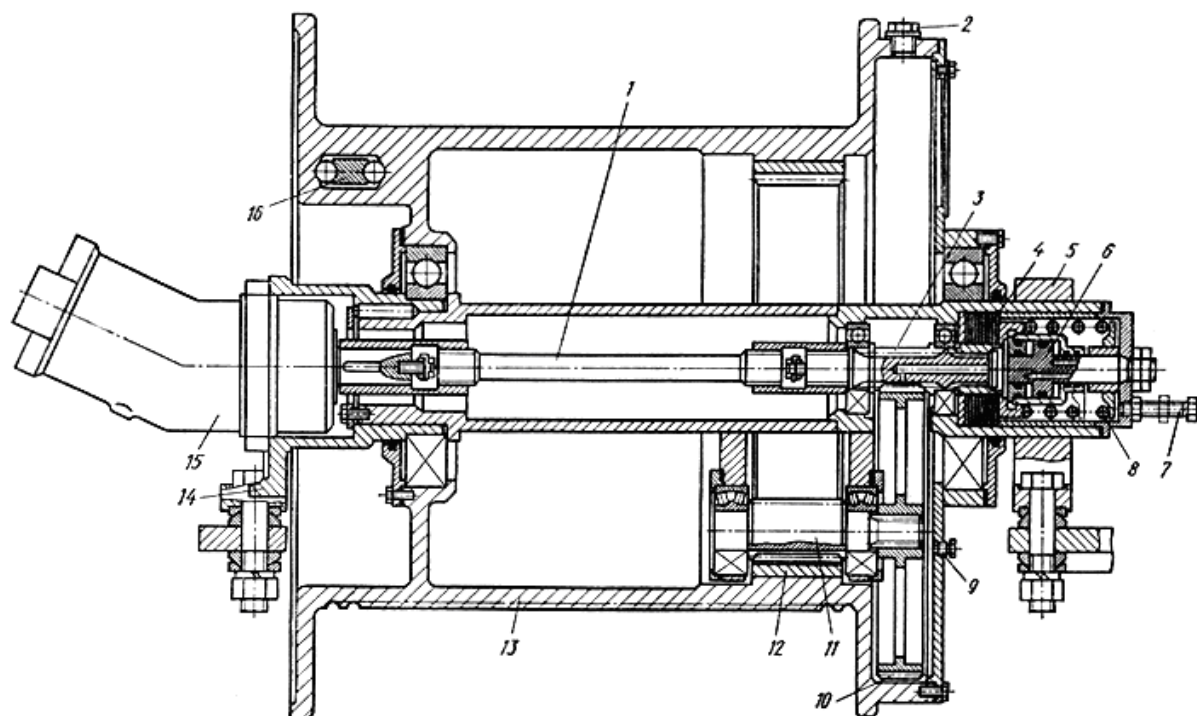


Рис. 4.39. Главная лебедка крана КС-6471:

1 – вал; 2, 9 – пробки; 3 – вал-шестерня; 4 – дисковый тормоз;  
5 – кронштейн; 6 – гидроцилиндр; 7 – болт; 8 – пружина;  
10, 11 – шестерни; 12 – венец; 13 – барабан; 14 – кронштейн;  
15 – гидромотор; 16 – клин

Главная лебедка крана КС-6471 оборудована гидравлическим приводом (рис.4.39). Лебедка приводится в действие от гидромотора 15 типа 210.25 мощностью 55 л.с., вмонтированного в барабан. Мощность от гидромотора к исполнительному органу – барабану 13 – передается через вал 1 с шарнирным соединением и планетарный редуктор с передачами, вал-шестерню 3, находящуюся в зацеплении с шестерней 10; от шестерни 10 мощность передается шестерне 11, сидящей с ней на общем валу. Шестерня 11 находится в зацеплении с венцом 12, запрессованным во внутреннюю полость барабана. На внутренней полости мотор-редуктора смонтирован постоянно замкнутый дисковый тормоз 4 с гидравлическим приводом; внутренние диски тормоза соединены с валом-шестерней 3.

В нерабочем состоянии диски сжимаются пружиной и вал-шестерня 3 находится в заторможенном состоянии. При включении лебедки масло поступает в гидромотор 15 и одновременно под давлением – в полость гидроцилиндра 6. Под действием внутреннего давления в гидроцилиндре его шток смещается вправо, пружина сжимается, диски тормоза размыкаются и барабан 13 начинает вращаться. Тормоз регулируют болтами 7. Изменяя дросселированием частоту вращения гидромотора 15, можно осуществлять бесступенчатое регулирование частоты вращения барабана. Это выгодно отличает данную лебедку от лебедок с механическим приводом. Валы зубчатых передач крепятся в расточках корпуса мотор-редуктора и опираются на шарикоподшипники. На барабане выполнена кольцевая нарезка. Навивка каната на барабан – четырехслойная. Канат крепят к барабану клином 16. Все подшипники и зубчатые колеса смазываются маслом, залитым во внутреннюю полость барабана. Заливают и сливают масло через пробку 2. Количество масла контролируют с помощью пробки 9.



На рис. 4.40 показана схема гидропривода крана КС 5473. От насоса 3 жидкость поступает в гидрораспределитель 5 и далее к гидромотору 10 механизма поворота и гидроцилиндру 12 механизма изменения стрелы. Гидромотор 10 предохраняется от перегрузок двумя клапанами, установленными на гидрораспределителе и настроенными на давление 9 МПа. Подпитка линии гидромотора из слива производится с помощью обратных клапанов, установленных в распределителе.

Плавное замедление механизма поворота при перемещении золотника гидрораспределителя из рабочей позиции в нейтральную осуществляется подтормаживанием тормозом с помощью клапана ИЛИ, клапана 8 и гидроцилиндра тормоза 11. Для обеспечения постоянной циркуляции жидкости в линии управления гидроцилиндром 11 он соединен с баком линией, на которой установлен дроссель. Жидкость в него поступает из рабочих гидролиний через клапан ИЛИ 6.

На гидроцилиндре 12 механизма изменения длины стрелы установлен гидрозамок, фиксирующий шток гидроцилиндра в заданном положении. Клапан 13, настроенный на давление 23 МПа, предохраняет гидроцилиндр от давления, возникающего в запертой поршневой полости гидроцилиндра при нагреве масла в условиях высокой температуры окружающей среды.

Взаимодействие гидросистемы механизма поворота с приборами безопасности осуществляется с помощью реле давления 7. Предохранительный клапан, установленный на гидрораспределителе и защищающий штоковую полость гидроцилиндра, настроен на давление 6 МПа. Тормозной клапан 14 обеспечивает заданную скорость втягивания секций стрелы. От насоса 2 жидкость поступает в гидрораспределитель 24 и далее к гидромотору 17 грузовой лебедки основного подъема, гидромотору 18 грузовой лебедки вспомогательного подъема и гидроцилиндру 21 механизма подъема стрелы. Линии гидромоторов 17 и 18 предохраняются клапанами, установленными на гидрораспределителе и настроенными на давление 6 МПа, и клапанами 15 и 20, настроенными на давление 19 МПа. Гидроцилиндр 21 снабжен гидрозамком и клапаном 22, настроенным на давление 23 МПа. Вентили 9, 16, 19, 23 предназначены для аварийного опускания рабочего оборудования и груза при выходе из строя

приводного двигателя и приведения крана из рабочего в транспортное положение.

Насос *1* предназначен для привода гидроцилиндров выносных опор и питания системы сервоуправления золотниками гидрораспределителя. Через гидрораспределитель *4* жидкость поступает к гидрораспределителям *34* и *44*, далее к горизонтальным гидроцилиндрам *45, 47, 49* и *52* и вертикальным гидроцилиндрам *46, 48, 50* и *51* выносных опор. Через гидрораспределитель *4* жидкость также может поступать к блокам *26, 35, 36* и *39* сервоуправления. Клапан *43* обеспечивает давление, равное  $4 \text{ МПа}$ , которое необходимо для вращения гидромотора *41* привода вентилятора охладителя жидкости *25*. Управление гидромотором производится с помощью гидрораспределителя *42*.

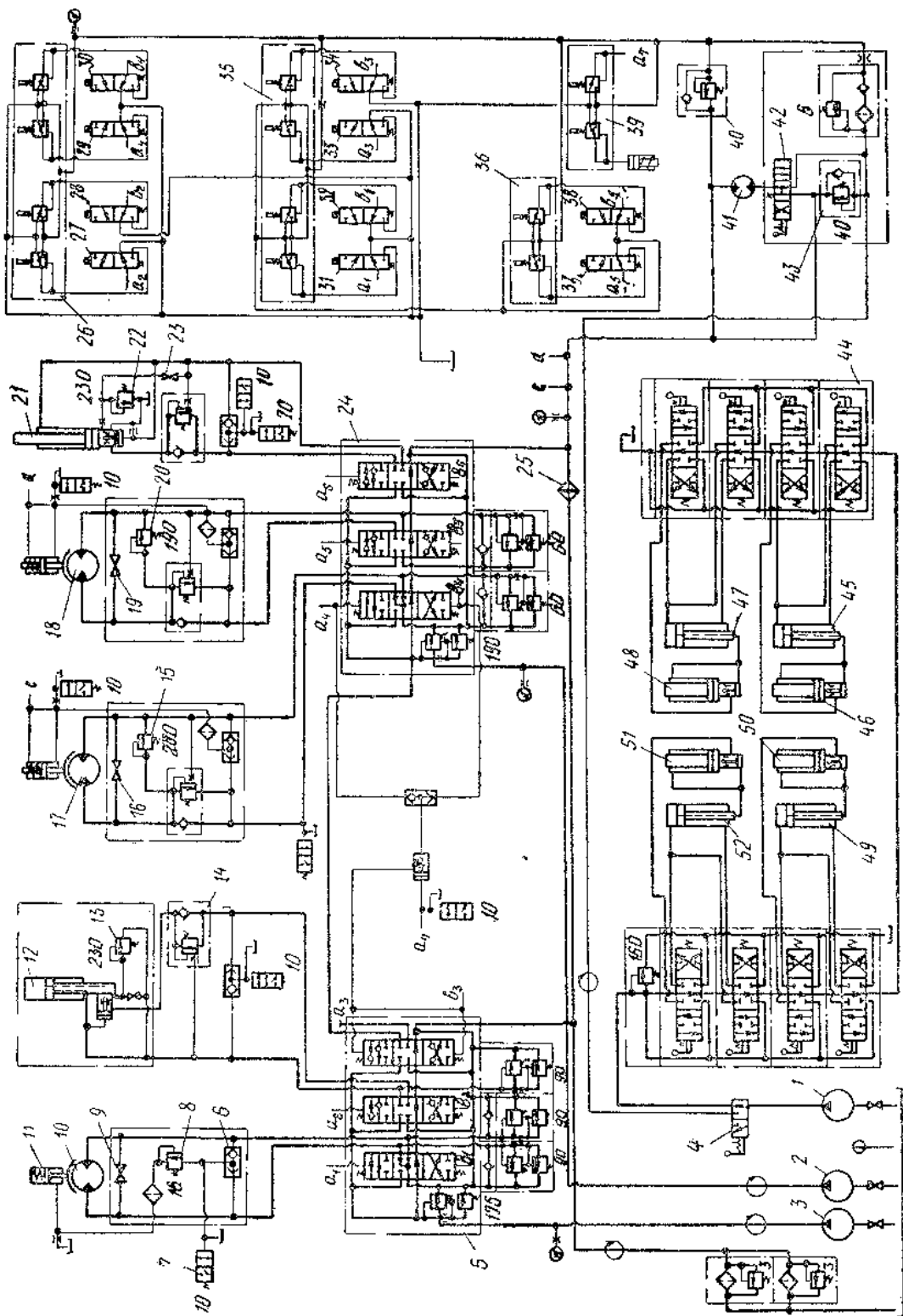


Рис. 4.40. Схема гидропривода крана грузоподъемностью 25 т модели КС 5473

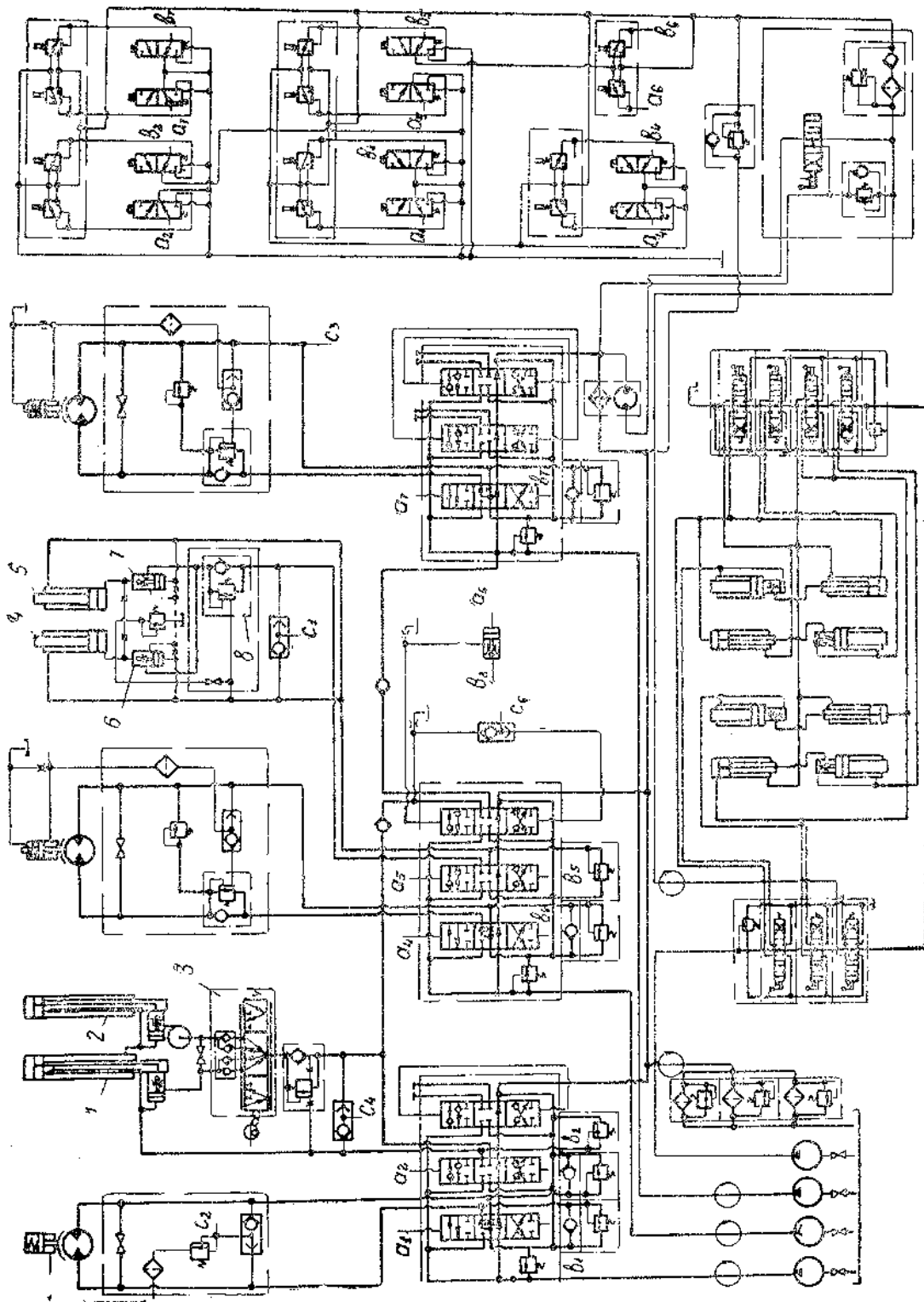


Рис. 4. 41. Схема гидропривода крана грузоподъемностью 40 т модели КС 6471

Клапан 40 поддерживает в системе сервоуправления давление, равное 3 МПа. Гидрораспределители 27–30, 31–34, 37 и 38 с электромагнитным управлением обеспечивают остановку механизмов при включении приборов безопасности крана.

Схема гидропривода крана КС 6471 показана на рис. 4.41. В гидроприводе применены аксиально-поршневые насосы и гидромоторы, моноблочные гидрораспределители с сервоуправлением. Основное отличие этой схемы от схемы крана КС 5473 (рис. 4.40) заключается в применении трех насосов силового контура, трех распределителей, двух гидроцилиндров 1 и 2 для изменения длины стрелы и гидромеханического синхронизатора скоростей их штоков 3, включающего в себя дроссельный делитель потока золотникового типа. Для изменения угла наклона стрелы используются также два гидроцилиндра 4 и 5 с гидрозамками 6 и 7 и тормозным клапаном 8.

Очень часто в схемах стреловых самоходных кранов используются системы сервоуправления. На рис. 4.42 показана принципиальная схема привода грузоподъемной лебедки и механизма подъема стрелы насосом 1 переменной подачи, оснащенный регулятором 11, изменяющим подачу в зависимости от величины подводимого к нему давления управления.

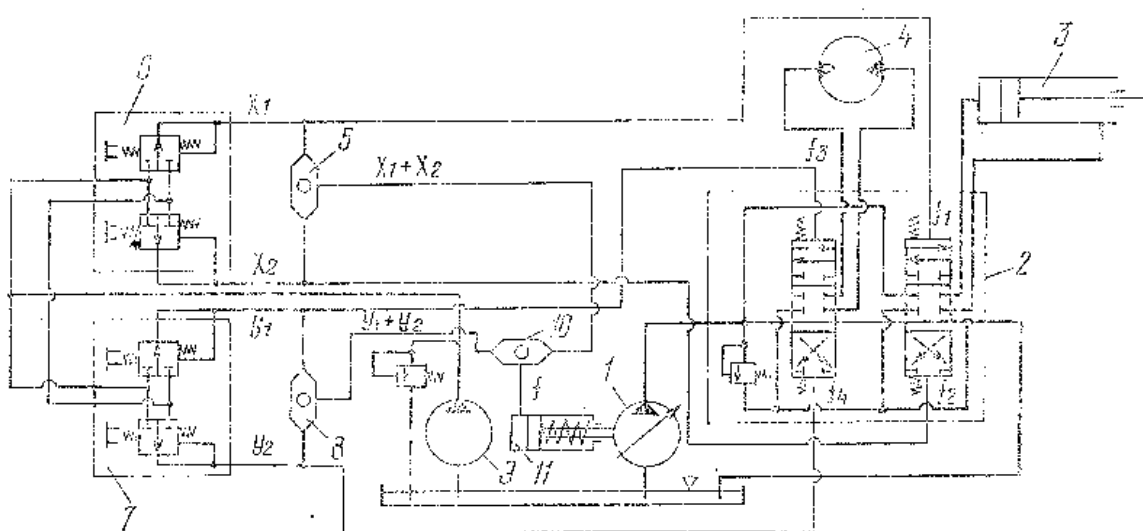


Рис.4.42. Принципиальная схема гидропривода лебедки и механизма подъема стрелы с насосом переменной подачи

Рабочая жидкость от насоса 1 через гидрораспределитель 2 поступает к гидромотору 4 привода лебедки и к гидроцилиндру 3 подъема стрелы.

При включении одной из рукояток клапанов сервоуправления 6 или 7 давление управления от насоса 9 производит переключение одного из золотников гидрораспределителя 2 из нейтрального положения в рабочее. Одновременно через клапаны с логической функцией ИЛИ 5, 8 или 10 давление подводится к регулятору 11, и по мере дальнейшего отклонения рукоятки управления при возрастании величины давления производится отклонение люльки или блока поршней регулируемого насоса 1, что увеличивает его подачу. Жесткость пружин, центрирующих золотники гидрораспределителя 2, выбирается таким образом, что их переключение производится при величине давления управления, составляющем 15–20 % от максимального значения, с тем чтобы остальной диапазон возрастания давления управления (80–85%) использовать для регулирования подачи насоса.

На рис. 4.43 показана принципиальная схема гидропривода выдвигания стрелы автомобильного крана. При работе крана с телескопической стрелой электромагнитные распределители 7 и 9 находятся в выключенном состоянии ( $y=0$ ). При отклонении рукоятки клапана сервоуправления 8 давление от насосов управления 10 через распределители 7 и 9 подается только под торцы золотника 2 (т.е.  $f_1$  или  $f_2$  равны 1 при  $f_3=f_4=0$ ). Силовой поток рабочей жидкости при этом от насоса 1 через золотник 2 и делитель расхода 6 поступает одновременно в два гидроцилиндра 4 и 5. При этом происходит синхронное выдвигание (втягивание) секций стрелы.

При оснащении крана башенным оборудованием с помощью тумблера включаются электромагниты распределителей 7 и 9 (т.е.  $y=1$ ), в результате чего линии управления золотником 2 блокируются ( $f_1=f_2=0$ ) и с помощью клапана сервоуправления 8 осуществляется управление золотником 3 (т.е.  $f_3$  или  $f_4$  могут быть равны 1). При этом обеспечивается подача жидкости только в один гидроцилиндр 4, благодаря чему появляется возможность независимого движения последней секции стрелы.

Большое значение для повышения производительности стреловых самоходных кранов имеет увеличение рабочих скоростей при работе с малыми грузами или пустым крюком. В стреловых самоход-

ных кранах применяется как внутреннее (в гидрораспределителе), так и внешнее (в гидродвигателе) суммирование потоков насосов. На рис. 4.44 показана принципиальная схема привода главной и вспомогательной лебедок с внутренним суммированием потоков, обеспечивающая две скорости работы лебедок.

Здесь  $f_1=x_1$ ;  $f_2=x_2$ ;  $f_3=y_1$ ;  $f_4=y_2$ ;  $f_5=z_1$ ;  $f_6=z_2$ .

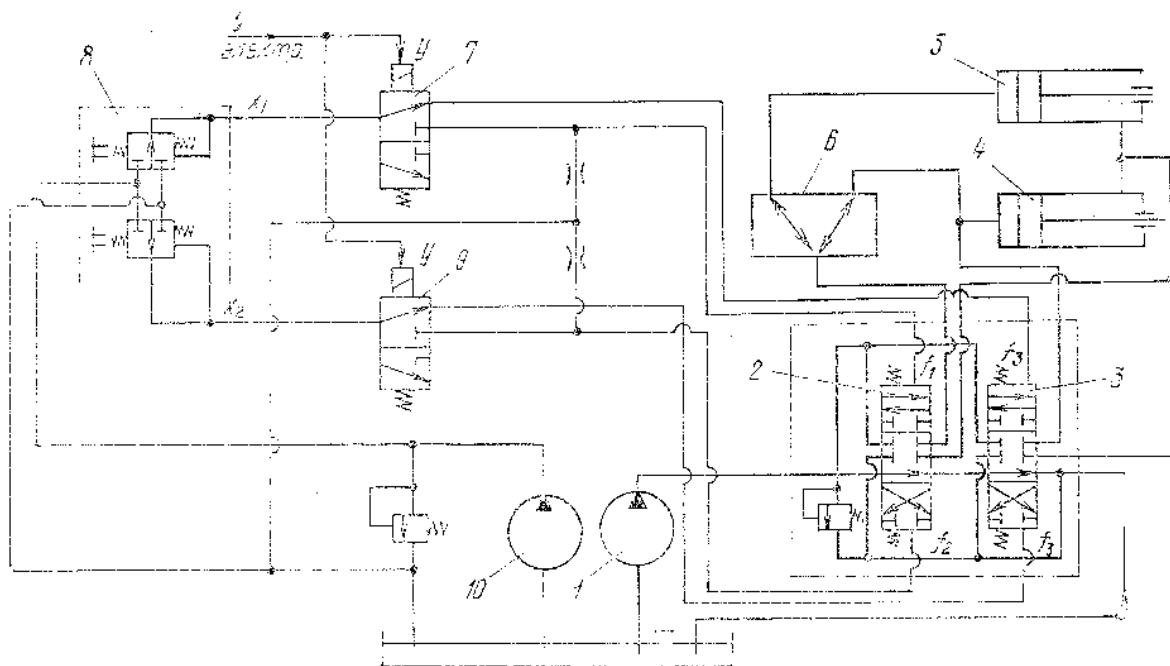


Рис. 4.43. Принципиальная схема гидропривода выдвижения телескопической стрелы

Питание гидромотора главной лебедки 10 осуществляется от насоса 1 через золотник 3 гидрораспределителя 5. Питание гидромоторов вспомогательной лебедки 9 производится от насоса 2 через золотник 6 гидрораспределителя 8. Золотник 4 гидрораспределителя 5 предназначен для подключения потока насоса 1 к гидрораспределителю 8 при увеличении частоты вращения барабана вспомогательной лебедки. Для ускорения главной лебедки поток насоса 2 с помощью золотника 7 гидрораспределителя 8 подключается к входу гидрораспределителя 5.

При отклонении рукоятки клапана сервоуправления 11 давление управления от насоса 14 подается под торцы золотника 3. Происходит включение гидромотора 10 в работу с номинальной скоростью. При нажатии на верхнюю педаль клапана сервоуправления 13

давление управления подводится также под верхний торец золотника 7, который подключает поток насоса 2 к гидрорапределителю 5, увеличивая тем самым частоту вращения барабана лебедки.

Номинальная частота вращения гидромотора 9 вспомогательной лебедки обеспечивается аналогично с помощью клапана сервоуправления 12, золотника 6 и насоса 2. Увеличение частоты вращения ее



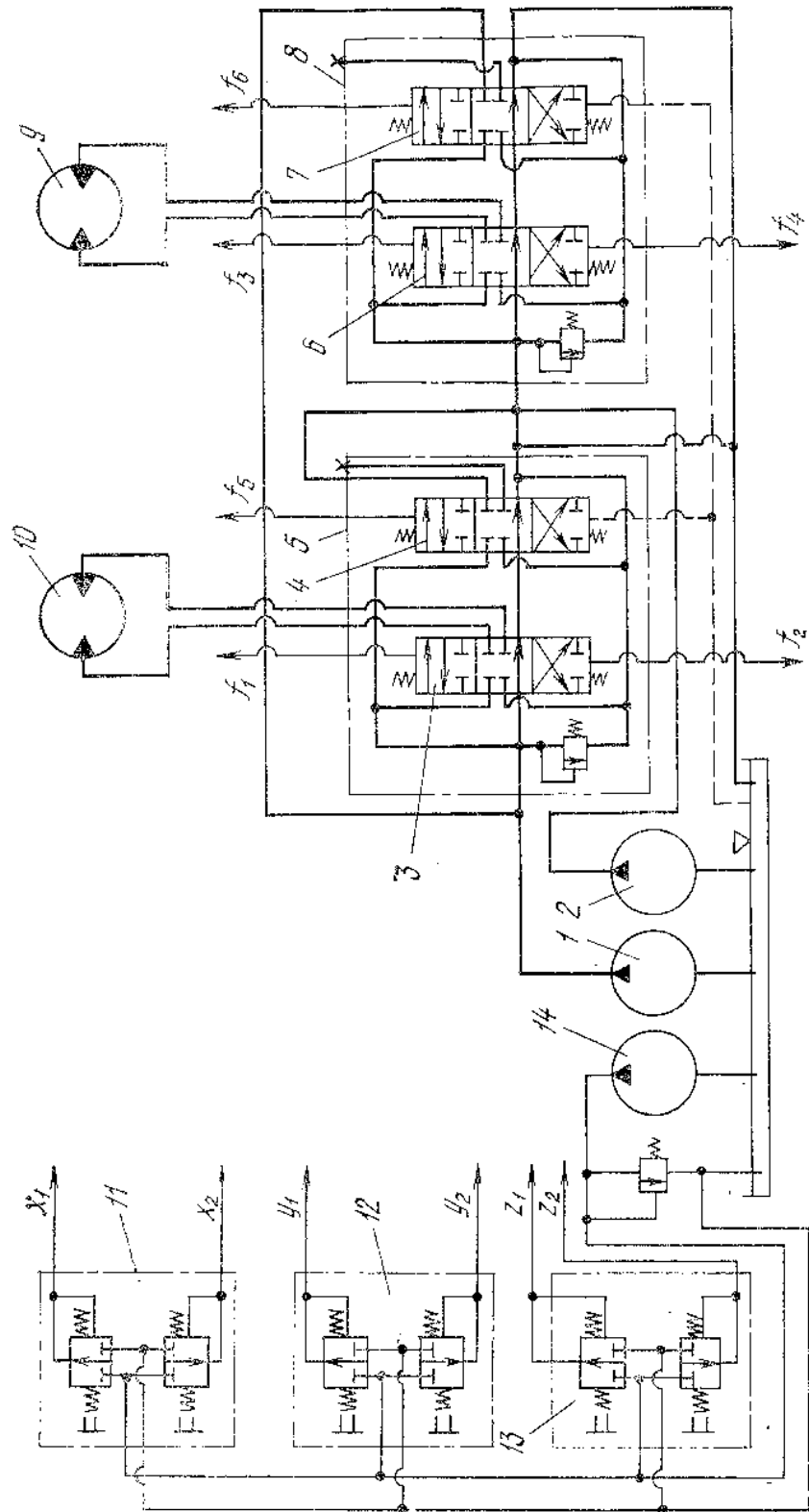


Рис. 4. 44. Принципиальная схема привода главной и вспомогательной лебедок

барабана производится под воздействием нижней педали клапана сервоуправления 13 на золотник 4, подключающий поток насоса 1 к

потоку насоса 2. При возвращении педалей управления скоростью в исходное положение полости управления золотниками 4 и 7 соединяются со сливом, происходит уменьшение частоты вращения барабана лебедки.

На рис.4.45 показана принципиальная схема гидропривода главной и вспомогательной лебедок крана, где для обеспечения их очередного ускорения использованы клапаны *И*. Увеличение скорости двух операций осуществляется одним органом управления.

Здесь  $f_1=x_1$ ;  $f_2=x_2$ ;  $f_3=x_3$ ;  $f_4=x_4$ ;  $f_5=y_2 x_3$ ;  $f_6=y_2 x_4$ ;  $f_7=x_1 y_1$ ;  $f_8=x_2 y_1$ .

При отклонении рукоятки клапана сервоуправления 12 давление управления от насоса 16 поступает под торцы золотника 3 гидрораспределителя 5. В этом случае обеспечивается подвод силового потока насоса 1 к гидромотору 10 главной лебедки.

При нажатии на верхнюю педаль клапана сервоуправления 11 давление управления ( $y_1=1$ ) подводится в правые полости двух клапанов 13 *И* воздействует на правые обратные клапаны, которые, закрываясь, через толкатели открывают левые обратные клапаны. При этом давление управления от блока 12 из линии, которая в данный момент осуществляет управление золотником 3, поступает под соответствующий торец золотника 7 гидрораспределителя 8. Благодаря этому происходит подключение потока насоса 2 к той линии питания гидромотора 10, которая в данный момент осуществляет подвод силового потока рабочей жидкости.

При возвращении педали клапана 11 в исходное положение ( $y_1=0$ ) правые полости клапанов 13 соединяются со сливом. Под действием давления управления, поступающего от клапана 12, закрываются левые обратные клапаны и открываются правые. Жидкость из камер управления золотником 7 под действием центрирующих пружин вытесняется в слив. Золотник возвращается в нейтральную позицию, ускорение прекращается.

Вращение гидромотора 9 вспомогательной лебедки обеспечивается аналогично вращению главной лебедки с помощью клапана сервоуправления 15, золотника 6 и насоса 2. Ускорение ее производится с помощью нижней педали клапана сервоуправления 11 ( $y_2=1$ ), двух клапанов 14, золотника 4, гидрораспределителя 5 путем подключения потока насоса 1.

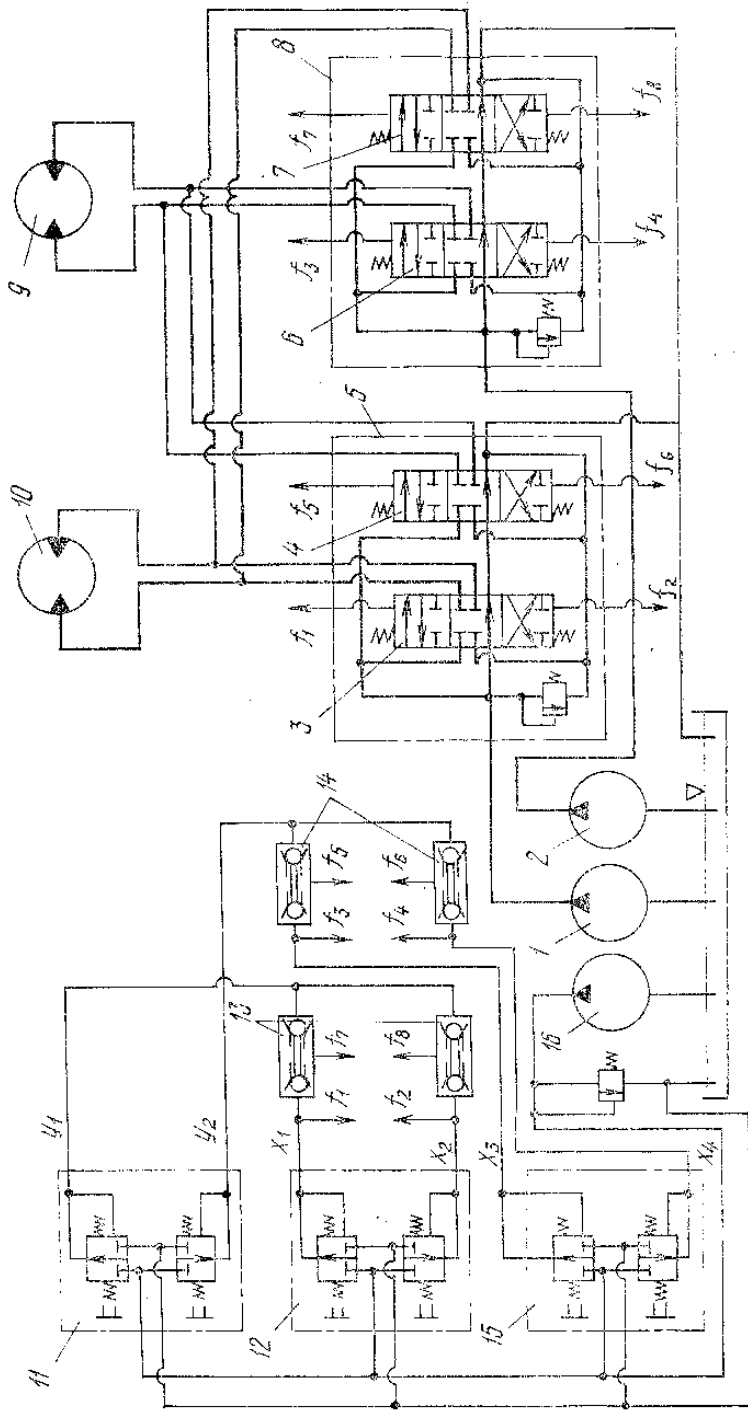


Рис. 4. 45. Принципиальная схема привода главной и вспомогательной лебедок

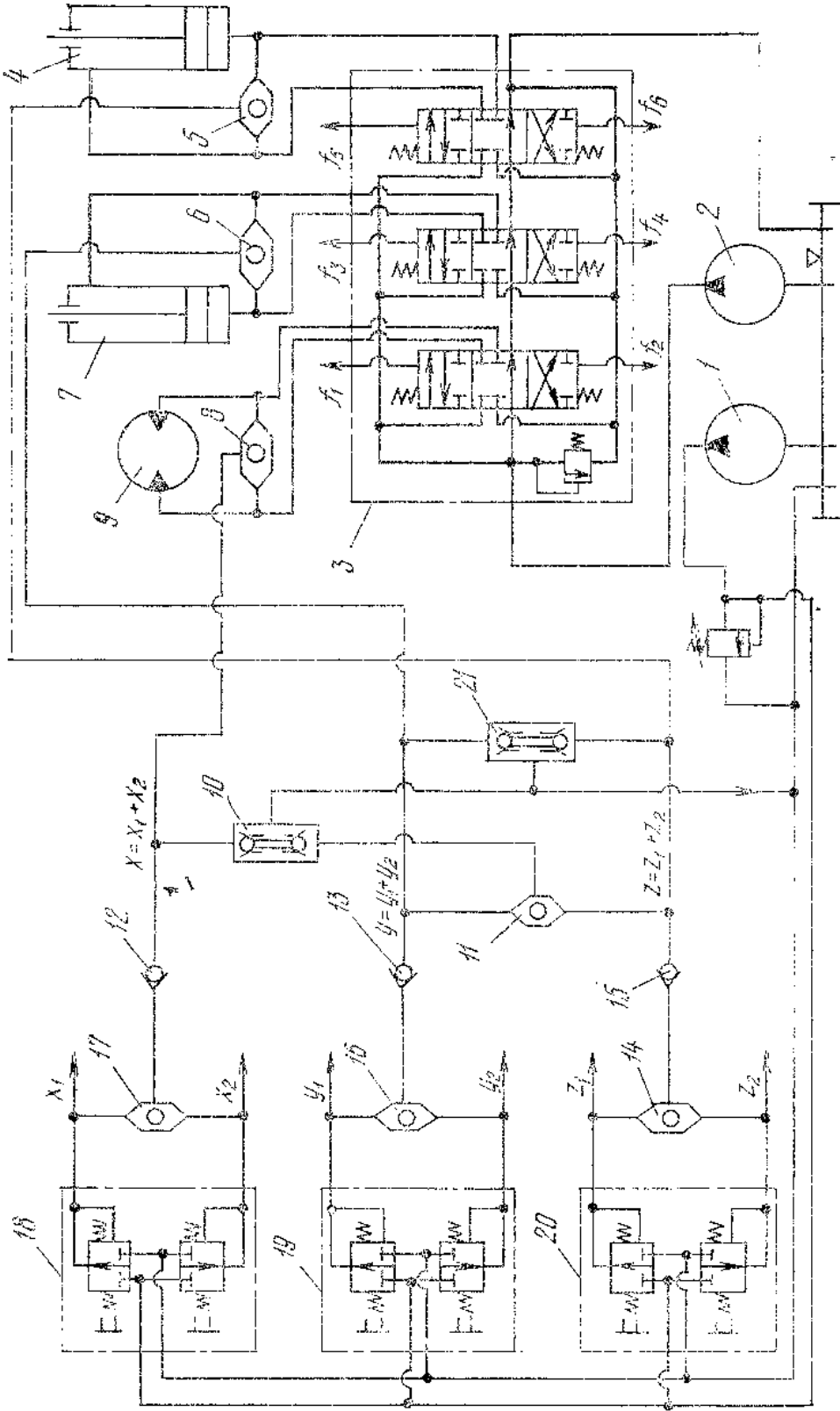


Рис. 4. 46. Принципиальная схема крана с блокировкой

На рис. 4.46 показана принципиальная схема гидропривода крана с блокировкой одновременного выполнения любых из трех операций; подъем груза, подъем и телескопирование стрелы. Показано, что дублирование сигналов управления от клапанов сервоуправления *18*, *19* и *20* осуществляется сигналами, поступающими непосредственно из силовых линий механизмов. Это дает возможность производить блокировку в случае, когда какая-то из операций не выключилась в результате каких-либо поломок в гидрораспределителе. Для исключения влияния сигналов, поступающих из силовых линий, на сигналы управления в схему введены обратные клапаны *12*, *13*, *15*.

Блокировка одновременного включения нескольких операций производится с помощью трех клапанов *ИЛИ* *5*, *6* и *8*, установленных в силовых линиях питания гидродвигателей, четырех клапанов *ИЛИ* *11*, *14*, *16* и *17*, трех обратных клапанов *12*, *13* и *15* и двух клапанов *И* *10* и *21*, установленных в линиях управления золотниками гидрораспределителя *3*.

Например, при включении клапаном сервоуправления *18* гидромотора *9* грузоподъемной лебедки давление от клапанов *8* или *17* закрывает верхний и открывает нижний клапаны в клапане *И* *10*. При случайном включении клапанов сервоуправления *19* или *20* давление управления не может переключить золотники гидрораспределителя *3*, так как поток управления через клапаны *11*, *14* и *16* и клапан *И* *10* направляется в слив. То же самое происходит и при всяком другом совмещении включений, с той лишь разницей, что разгрузка линий управления при включении гидроцилиндров *4* или *7* клапанами *19* и *20* производится через второй клапан *21* с логической функцией *И*.

#### **4.9.Роторные и цепные экскаваторы**

Главное назначение систем гидропривода экскаватора – трансформация механической энергии, вырабатываемой первичным двигателем, в гидравлическую энергию сжатой рабочей жидкости и передача ее к исполнительным рабочим органам экскаватора, где она вновь реализуется как механическая энергия.

Система гидропривода предохраняет механизмы и металлоконструкции экскаватора от перегрузки, воспринимает реактивные и внешние нагрузки при неработающих механизмах (выполняет функ-

цию тормоза), обеспечивает отвод тепла и очистку рабочей жидкости от продуктов износа и внешнего загрязнения, предотвращает кавитацию, передает управляющее воздействие оператора.

Состав системы гидропривода: генератор гидравлической энергии – **силовая насосная установка** (рис. 4.47), которая приводится от первичного двигателя и создает один или несколько потоков рабочей жидкости (имеются устройства их объемного регулирования); **гидродвигатели** основных механизмов (гидроцилиндры рабочего оборудования, гидромоторы поворота платформы и передвижения), в которых гидравлическая энергия преобразуется в механическую; **устройства коммутации** потоков гидравлической энергии (гидрораспределители и клапаны); **соединительные линии** – проводники гидравлической энергии (трубопроводы, рукава высокого давления) и **вспомогательные устройства** гидропривода неосновных рабочих (рулевого управления, выносных опор) и вспомогательных (сервоуправление золотниками, регуляторами, тормозами, привода вентилятора) механизмов, кондиционирования рабочей жидкости (фильтры, охладители, бак), подпитки насосов и гидродвигателей.

**Типы силовых насосных** установок различают, во-первых, по количеству генерируемых потоков рабочей жидкости (одно-, двух-, трех-, четырехпоточные); во-вторых, по типу регулирования этих потоков (нерегулируемые, ступенчато-регулируемые – с отключением потоков по одной-двум ступеням давления; непрерывно регулируемые – автономным, суммарным, граничным, неререверсивным, реверсивным и т.д.); в-третьих, по типу передачи от первичного двигателя к качающим узлам (с прямой передачей, раздаточным редуктором, с гидротрансформатором).

**Типы коммутации** характеризуются возможностью или отсутствием возможности объединения потоков от силовой насосной установки для питания гидродвигателей или групп гидродвигателей отдельных механизмов экскаватора и типами этого питания (параллельное, последовательное, индивидуальное или их сочетание), гидродвигателей в группе; они могут отличаться особенностями использования этих потоков и потоков от гидродвигателей отдельных механизмов при работе последних с попутными нагрузками (насосное или безнасосное опускание рабочего оборудования, пассивное или рекуперативное торможение поворотной платформы с постоянной или переменной настройкой предохранительных клапанов). Обычно

коммутация гидравлической энергии в системе гидроприводов экскаваторов осуществляется в распределительно-клапанных блоках,

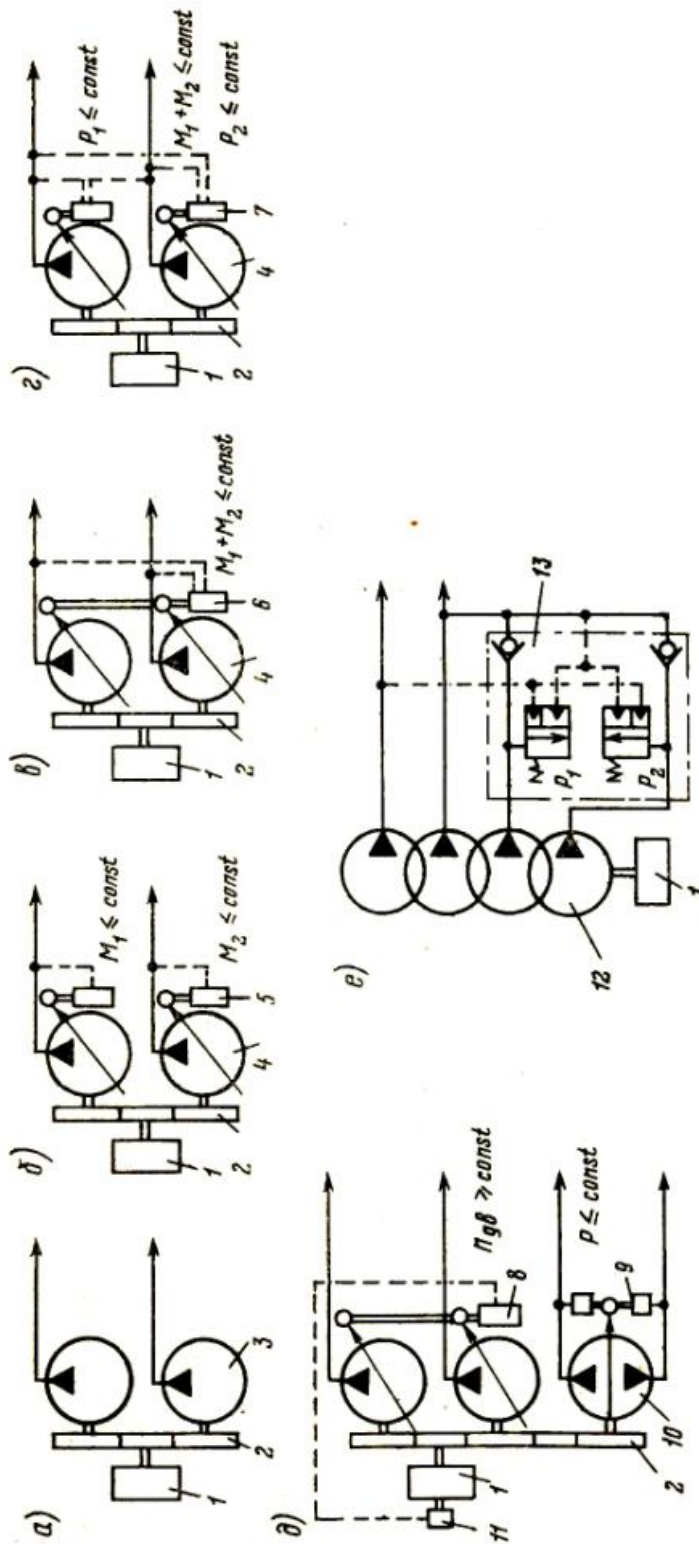


Рис.4.47. Типы силовых насосных установок:

*a* – двухпоточная с нерегулируемыми потоками; *б* – двухпоточная с автономным регулированием; *в* – двухпоточная с синхронным регулированием; *г* – двухпоточная с синхронным регулированием с автономным регулированием и автономной отсечкой расхода по давлению; *д* – трехпоточная с синхронным граничным регулированием двух насосов и третьим автономным насосом, регулируемым по моменту на валу гидромотора и питающим гидромотор поворотной платформы по замкнутой схеме с отбором до 50 % мощности и до 100 % мощности; *е* – четырехпоточная типа Вавидан с автоматическим поочередным отключением двух потоков по ступеням давления, приведенная для случая экскавации к двухпоточной установке со ступенчатым регулированием одного из потоков: *1* – первичный двигатель (дизельный); *2* – раздаточный редуктор; *3* – нерегулируемый насос; *4* – нереверсивный регулируемый насос; *5* – регулятор рабочего объема насоса по закону  $M \leq \text{const}$ ; *6* – регулятор рабочего объема двух насосов по закону  $M_1 + M_2 \leq \text{const}$ ; *7* – регулятор рабочего объема двух насосов по закону  $M_1 + M_2 \leq \text{const}$  и  $p_1 \leq \text{const}$  и  $p_2 \leq \text{const}$ ; *8* – регулятор рабочего объема двух насосов по закону  $n_{0e} \geq \text{const}$ ; *9* – реверсивный регулятор рабочего объема насоса по закону  $p \leq \text{const}$ ; *10* – реверсивно-регулируемый насос; *11* – датчик частоты вращения вала первичного двигателя; *12* – нерегулируемый четырехпоточный насос; *13* – блок клапанов отключения

отличающихся большим разнообразием принципиальных конструктивных решений. Для поворота платформы тяжелых экскаваторов применяют замкнутые схемы приводов без переключения потоков, когда рабочие линии насоса непосредственно переходят в рабочие линии гидромотора, включение и регулирование скорости механизма, остановка и реверсирование осуществляются управлением рабочим объемом насоса.

Основные традиционные, а также наиболее распространенные и прогрессивные типы силовых установок гидравлических систем полноповоротных экскаваторов представлены на рис. 4.47.

Отечественные экскаваторы оснащаются, как правило, двухпоточными силовыми насосными установками с аксиально-поршневыми качающими узлами. Роторные и цепные экскаваторы различают по типу рабочего оборудования. Они относятся к машинам непрерывного действия и применяются для рытья траншей нефте- и газопроводов, планировки откосов. В зависимости от направления движения рабочего органа различают экскаваторы продольного и поперечного копания, а также экскаваторы с поворотным в горизонтальной плоскости оборудованием.



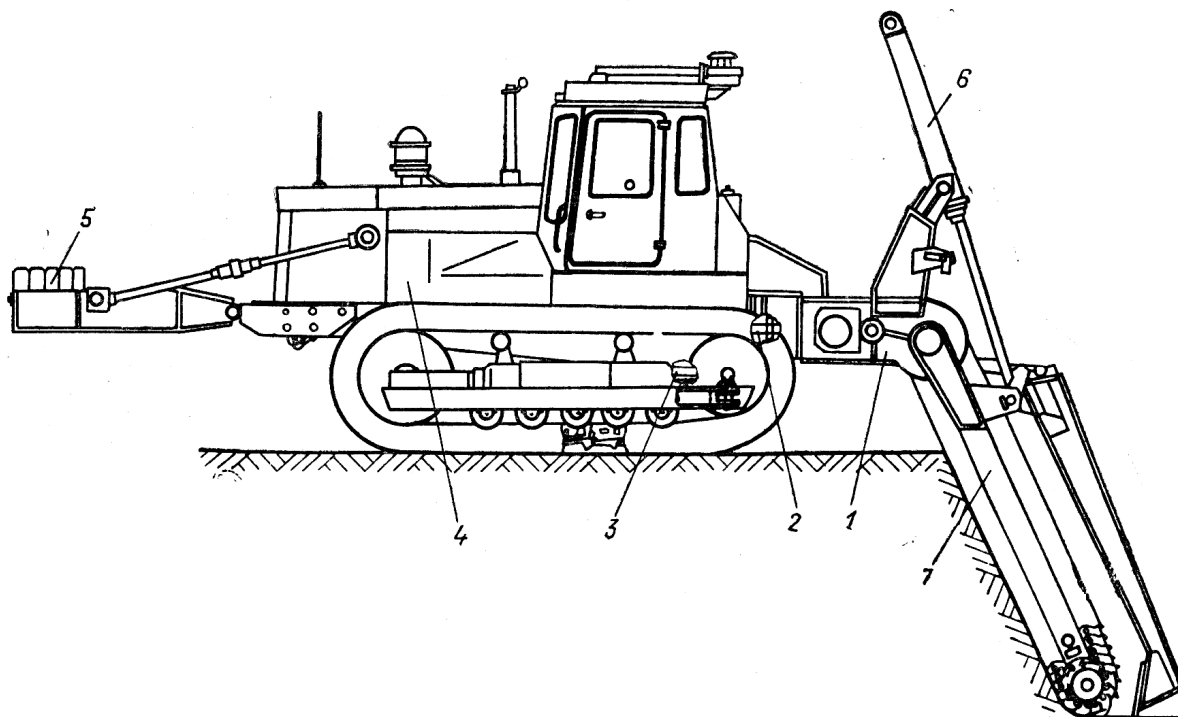


Рис. 4.48. Общий вид экскаватора ЭТЦ-208Д:

1 – редуктор; 2 – валы; 3 – талреп; 4 – трактор; 5 – противовес;  
6 – гидроцилиндры подъема рабочего органа; 7 – рабочий орган

У экскаваторов продольного копания направление движения рабочего органа (ротора или цепи, несущей ковши или скрепки) совпадает с направлением движения машины. У экскаваторов поперечного копания рабочие органы движутся перпендикулярно направлению движения машины. Продольные экскаваторы, применяемые для рытья траншей, называются траншейными экскаваторами (роторные траншейные, цепные траншейные).

В гидротехническом строительстве применяют роторные стреловые экскаваторы, используемые при производстве вскрышных работ и добыче полезных ископаемых. У таких экскаваторов ротор расположен на стреле с изменяющимся вылетом. Рабочее оборудование роторных экскаваторов может быть навесным и полуприцепным. Навесное оборудование траншейных цепных экскаваторов располагается либо по центральной продольной оси базовой машины, либо с боку машины (рис. 4.48).

Принципиальная гидравлическая схема экскаватора-каналокопателя (рис. 4.49) состоит из пяти отдельных частей:

а) привода установочных движений рабочего оборудования;

б) гидропривода автоматического удержания заданного уровня и уклона дна канала;

в) привода рабочего передвижения машин;

г) привода правого рабочего органа (фрезы);

д) привода левого рабочего органа (фрезы).

Гидропривод установочных движений рабочего оборудования состоит из насоса 1, секционного распределителя 2, гидроцилиндров 3 подъема и опускания рабочего органа, гидроцилиндров 4 установки рабочего органа в рабочее транспортное положение, гидроцилиндра 5 поворота рабочего органа в горизонтальной плоскости.

В поршневых гидролиниях гидроцилиндров 3 и 4 применены дроссели 6 с обратными клапанами, которые служат для ограничения скорости опускания рабочего органа. Сливные гидролинии гидропривода установочных движений и гидропривода автоматического поддержания заданного уровня объединены. На этой магистрали расположен фильтр 7 с переливным клапаном.

Для автоматического поддержания заданного уровня и уклона дна канала применен насос 8 постоянной производительности, электрогидравлический трехпозиционный золотник 9, гидроцилиндр 10 подъема и опускания опорной лыжи. В напорной гидролинии насоса 8

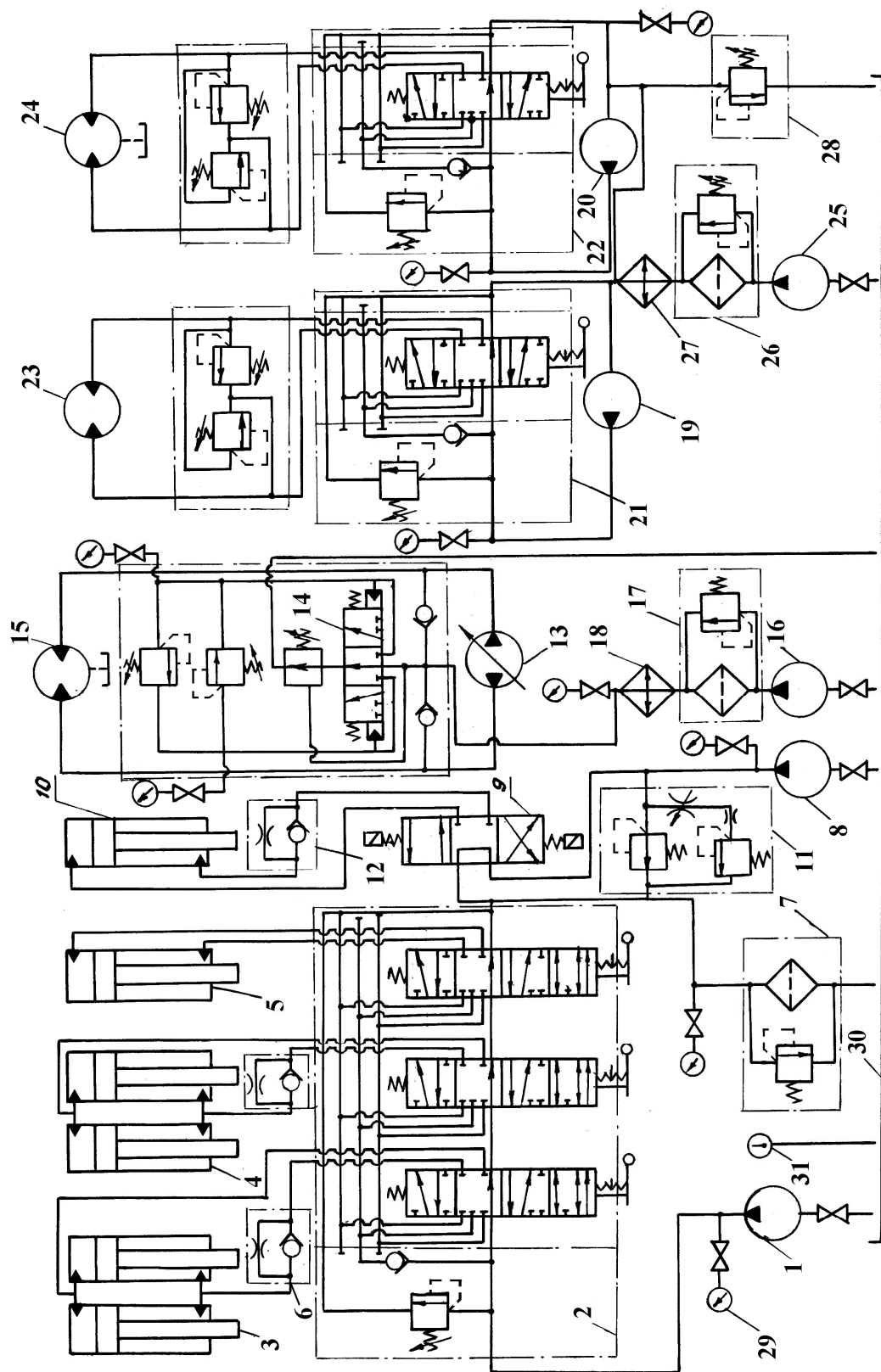


Рис. 4.49. Принципиальная гидравлическая схема экскаватора-каналокопателя

установлен предохранительный клапан 11, а в штоковой гидролинии гидроцилиндра 10 – дроссель 12 с обратным клапаном. Гидропривод рабочего передвижения экскаватора выполнен по замкнутой схеме циркуляции рабочей жидкости. Привод включает регулируемый насос 13, распределительный блок 14 с гидравлическим управлением. Распределительный блок 14 предназначен для ограничения давления в напорных гидролиниях системы и обеспечения подпитки в сливные гидролинии. Гидропривод передвижения имеет также гидромотор 15 привода механизма хода, систему подпитки, состоящую из нерегулируемого насоса 16, фильтра 17 с переливным клапаном, охладителя жидкости 18.

Гидропривод вращения левой и правой фрез выполнен также по замкнутой схеме циркуляции. Насосы постоянной производительности 19 и 20 подают жидкость к секционным распределителям 21 и 22, рабочие секции которых имеют блоки предохранительных клапанов. Фрезы вращаются гидромоторами 23 и 24.

Подпитка систем осуществляется от насоса 25, который подает жидкость через фильтры 26, теплообменник 27 во всасывающие гидролинии насосов 19 и 20. Когда необходимость в подпитке отпадает, насос 25 переключает жидкость через переливной клапан 28 обратно в гидробак. Для измерения давления напорные и сливные гидролинии гидросистем снабжены манометрами 29, а в объединенном гидробаке 30 имеется датчик температуры 31.

### *Роторные траншейные экскаваторы*

Роторные траншейные экскаваторы предназначены для разработки траншей под магистральные нефте- и газопроводы большого диаметра (1220, 1420, 1620 мм) в грунтах 1-4 категорий с сезонным промерзанием, а также для рытья траншей и каналов в равнопрочных грунтах I-IV категорий и в неравнопрочных грунтах III-IV категорий с каменистыми включениями не более 200 мм, промерзающих на глубину до 1 м.

Роторные траншейные экскаваторы – это высокопроизводительные и надежные машины, способные справляться со сложнейшими задачами при работе в различных географических и климатических условиях.

Гидравлический привод роторных траншейных экскаваторов эксплуатируется при более тяжелых режимах нагружения, чем привод цепных экскаваторов, поэтому в гидросистеме дроссельное регулирование скорости перемещения машины заменено объемным регулированием (рис. 4.50).

Принципиальная гидравлическая схема роторного траншейного экскаватора (рис. 4.51) состоит из двух систем:

- а) привода установочных движений рабочего оборудования;
- б) привода рабочего передвижения экскаватора.

Первая гидросистема включает в себя масляный бак 1, насос постоянной производительности 2, секционный распределитель 3, гидроцилиндр подъема и опускания передней 4 и задней 5 частей рамы рабочего оборудования. Для ограничений скорости опускания ротора в штоковых магистралях гидроцилиндров применены дроссели с обратными клапанами 6. В напорной и сливной магистралях установлены манометры 7, а в масляном баке – датчик температуры 8. Очистка рабочей жидкости осуществляется фильтром 9 с переливным клапаном.

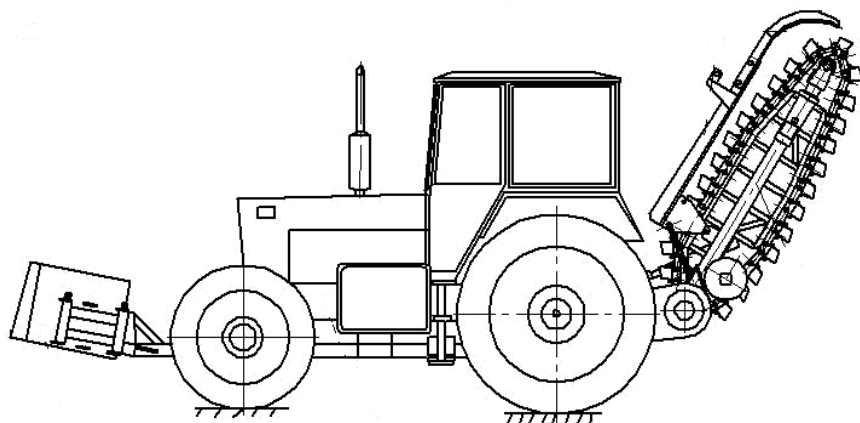


Рис. 4.50. Общий вид экскаватора траншейного цепного

Вторая гидросистема предназначена для привода механизма передвижения экскаватора. Она выполнена по закрытой схеме циркуляции рабочей жидкости. В схему входят нерегулируемый насос подпитки 10, фильтр с переливным клапаном 11, охладитель жидкости 13, клапанная коробка 12, регулируемый насос 14, гидромотор 15, манометры 16. Насос 10 используется для восполнения утечек рабо-

чей жидкости в закрытой системе, а клапанная коробка 13 – для ограничения давления в магистрали подпитки и основной магистрали.

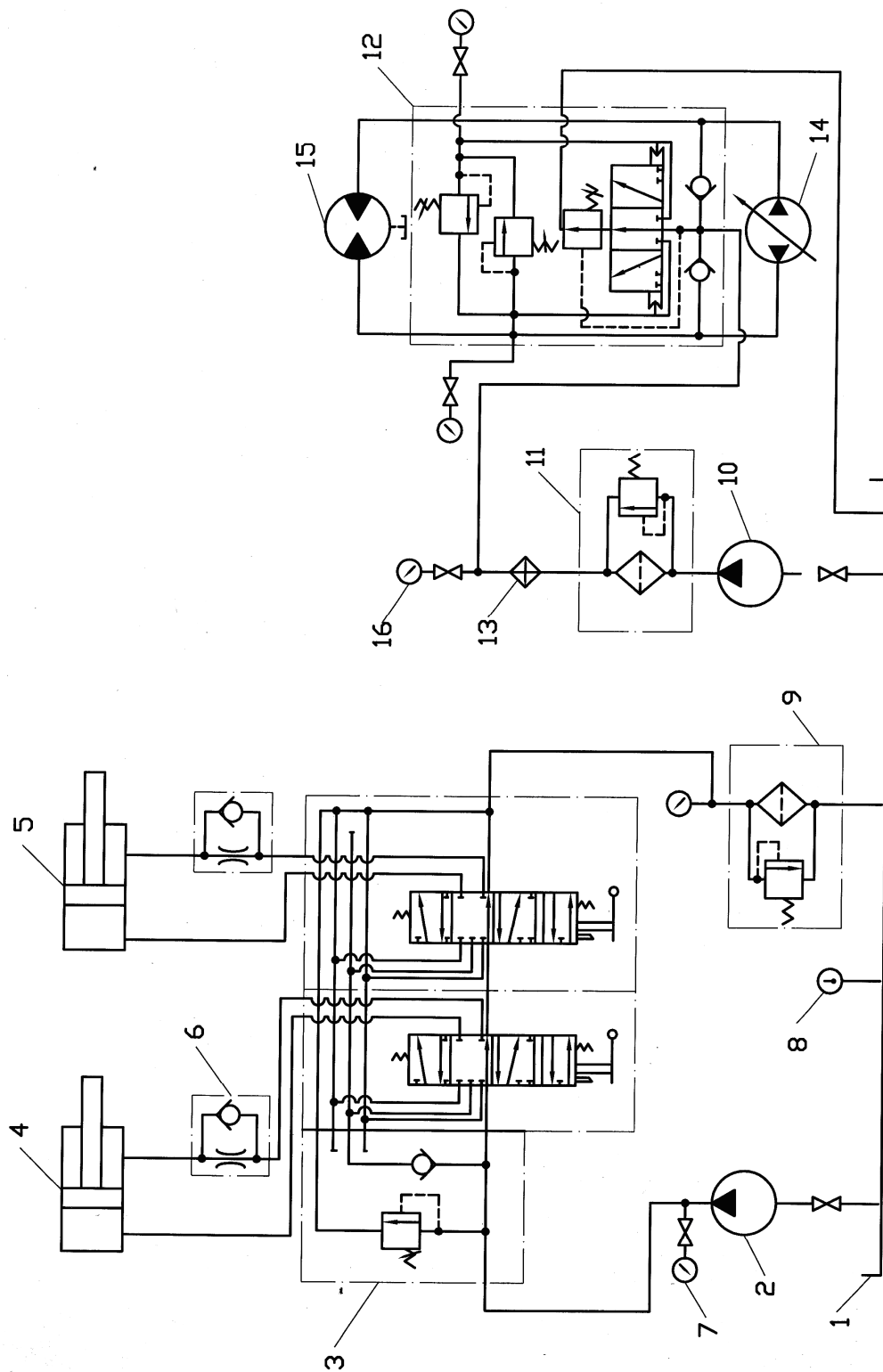


Рис. 4.51. Принципиальная гидравлическая схема роторного траншейного экскаватора

#### 4.10. Одноковшовые экскаваторы

Одноковшовые экскаваторы (рис. 4.52) представляют собой самоходную машину на пневмоколесном или гусеничном ходу с поворотным в горизонтальной плоскости рабочим оборудованием ковшового типа, предназначенного для копания и разгрузки набранного грунта в транспортные средства или отвал. При выполнении рабочих операций машина стоит на месте.

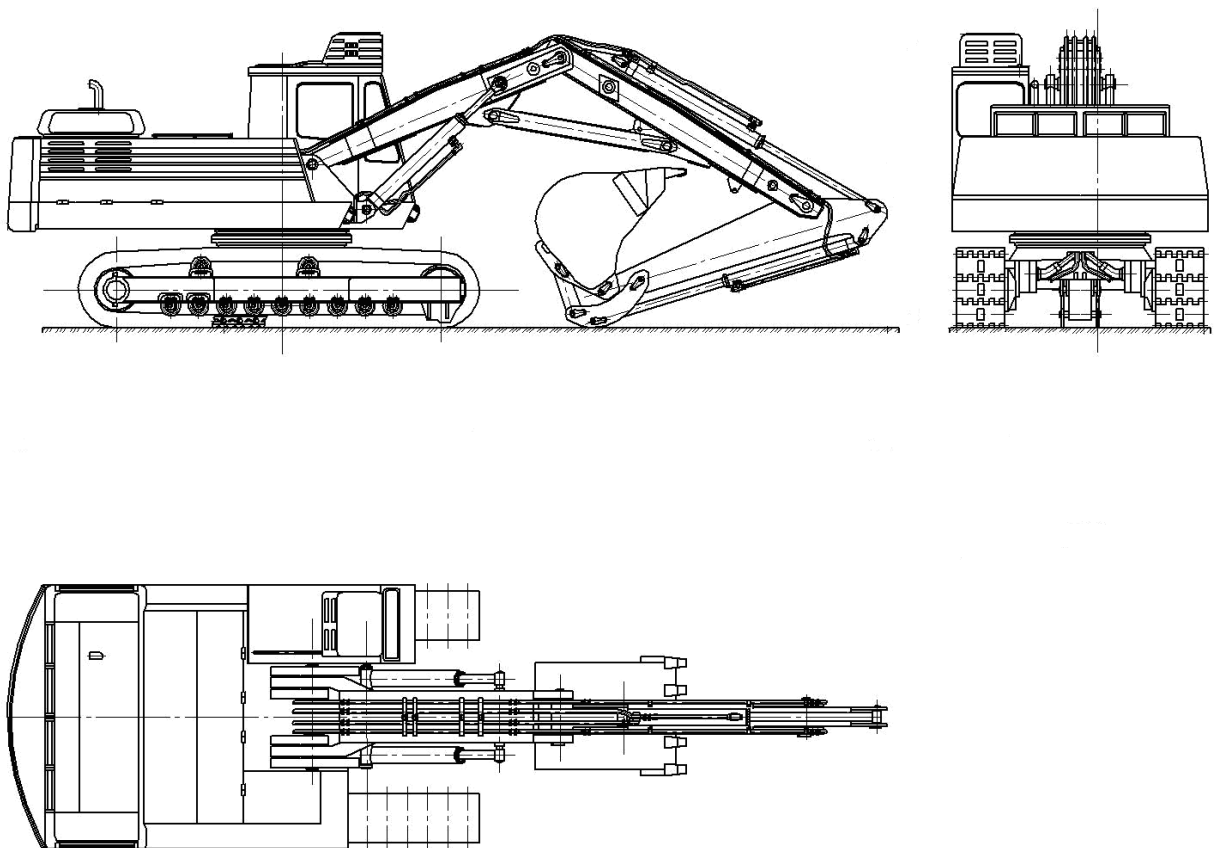


Рис. 4.52. Общий вид одноковшового экскаватора

Одноковшовые экскаваторы могут быть неполноповоротными и полноповоротными. Оба типа экскаваторов оснащаются большим числом сменного рабочего оборудования и различными видами рабочих органов. Навесные одноковшовые экскаваторы на базе тракторов предназначены для выполнения земляных и погрузочно-

разгрузочных работ на мелких объектах строительства и в сельском хозяйстве.

С помощью гидропривода осуществляется движение стрелы, рукояти, ковша и поворот рабочего оборудования, установка выносных опор и подъем-опускание бульдозерного отвала, который устанавливается на этой же машине.

Принципиальная гидросхема гидропривода навесного одноковшового экскаватора приведена на рис. 4.53. Насосы 1 и 2 по отдельным гидролиниям нагнетают рабочую жидкость из гидробака 17 в четырехзолотниковый гидрораспределитель 4.

От насоса большей производительности 2 через первые три золотника гидрораспределителя 4 рабочая жидкость подводится к гидроцилиндрам ковша 5, рукояти 6 и стрелы 7. От насоса 1 рабочая жидкость подводится к третьему и четвертому золотникам гидрораспределителя 4, которые управляют гидроцилиндрами стрелы 7 и поворота 11.

Конструкция гидрораспределителя 4 позволяет при включении одного третьего золотника подавать в гидроцилиндр 7 стрелы поток от обоих насосов, а при одновременном включении двух золотников обеспечивает независимые движения с приводом от разных насосов следующих исполнительных органов: ковша и поворота, рукояти и поворота, стрелы и поворота, ковша и стрелы, рукояти и стрелы.

Ускоренное движение стрелы и указанные совмещения движений исполнительных органов сокращают рабочий цикл экскаватора и увеличивают его производительность. Для предохранения насосов и всей гидросистемы от перегрузок в гидрораспределителе 4 установлены предохранительные клапаны.

Между поршневой и штоковой полостями гидроцилиндра стрелы 7 установлен блок перепускных клапанов 8, который позволяет перепускать рабочую жидкость из поршневой полости в штоковую и на слив при чрезмерных нагрузках на гидроцилиндре стрелы. Такие нагрузки могут возникнуть при движении рукояти и ковша.

Блок перепускных клапанов 9 перепускает рабочую жидкость из одной гидролинии гидроцилиндров поворота в другую и предохраняет их от динамических нагрузок в момент разгона и торможения поворота экскавационного оборудования. Кроме этого в поршневых полостях гидроцилиндров поворота 11 предусмотрены демпфирую-



щие устройства, снижающие скорость перемещения в конце хода штоков гидроцилиндров.

В гидроцилиндрах поворота рабочими являются поршневые полости, а штоковые полости соединены между собой. Для исключения рассогласования работы гидроцилиндров поворота из-за перетечек рабочей жидкости из штоковых полостей в поршневые осуществляет

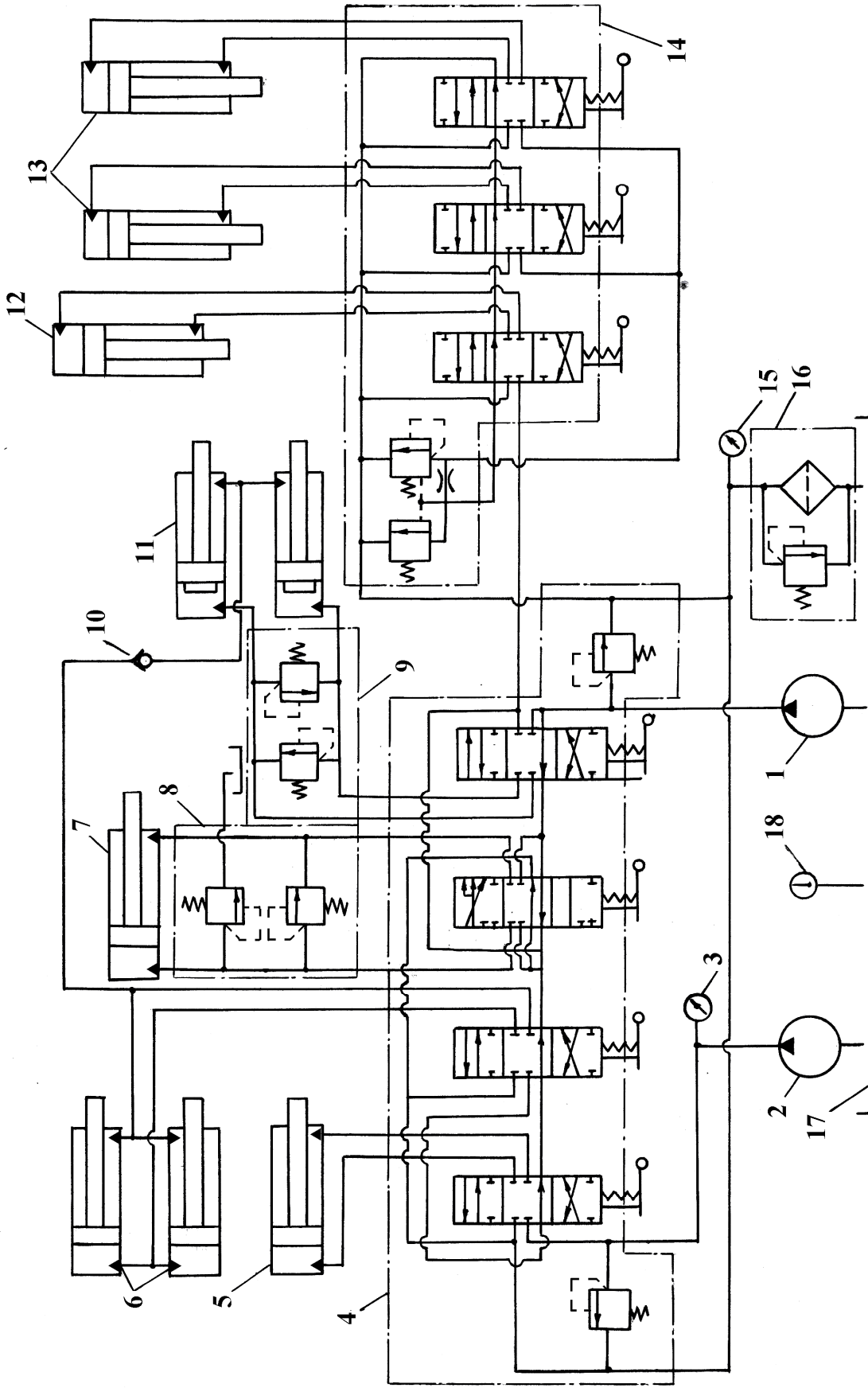


Рис. 4.53. Принципиальная гидравлическая схема одноковшового навесного экскаватора

ся подпитка этих поршневых полостей через обратный клапан 10 от гидролинии привода гидроцилиндра рукояти 6 при его работе. При нейтральном положении третьего и четвертого золотников гидрораспределителя 4 поток рабочей жидкости от насоса 1 через гидрораспределитель 4 поступает в трехзолотниковый гидрораспределитель 14, который управляет движениями гидроцилиндров отвала бульдозера 12 и выносных опор 13. Для контроля за работой гидросистемы на напорной гидролинии насосов 1 и 2 установлены манометры 3. На сливной гидролинии гидросистемы установлен фильтр 16 со встроенным переливным клапаном. О степени загрязнения фильтра, повышении его сопротивления и необходимости очистки или замены фильтра можно судить по показаниям манометра 15. Контроль за температурой рабочей жидкости в гидробаке 17 экскаватора осуществляется с помощью датчика давления 18.

Принципиальные гидравлические схемы экскаваторов ЭО-4321, ЭО 3322 Д, ЭО 2621 приведены на рис. 4.54 – 4.59, навесного универсального манипулятора ЛВ-184 – на рис. 4.61, на рис. 4.60 общий вид данного манипулятора.

На рис. 4.54 изображена гидравлическая схема экскаватора ЭО-4321. Подачу рабочей жидкости из бака 1 производят сдвоенные насосы 3 с синхронно регулируемыми по суммарному давлению качающими узлами и встроенным раздаточным редуктором (2 – насосы системы управления). В данной системе гидропривода применяются три моноблочных гидрораспределителя с отдельным питанием золотников 5, 14, 18. Модификация конструкции золотников позволяет получать последовательное питание гидроцилиндров стрелы 20 и ковша 21 и безопасное – плавающее положение рабочего органа, а использование промежуточных отводов и подводов – параллельное питание отдельных гидродвигателей. Безнасосное опускание стрелы расширяет возможности совмещения операций и способствует экономии топлива. На рис. 4.54 позиции, обозначенные цифрами, имеют следующее определение: 4, 10 – предохранительные клапаны; 6 – клапанный блок; 7 – гидромотор поворота платформы; 8 – гидроцилиндр бульдозера; 9 – гидромоторы передних колес; 11 – гидроцилиндры выносных опор; 12 – групповой коллектор с запорными клапанами; 13 – центральный коллектор; 15 – гидромоторы задних колес; 16 – гидроцилиндр поворота колес; 17 – гидроцилиндры включения редукторов задних колес; 19 – поворотные со-

единения; 22 – гидроцилиндр рукояти; 23 – дроссель; 24 – напорные золотники;

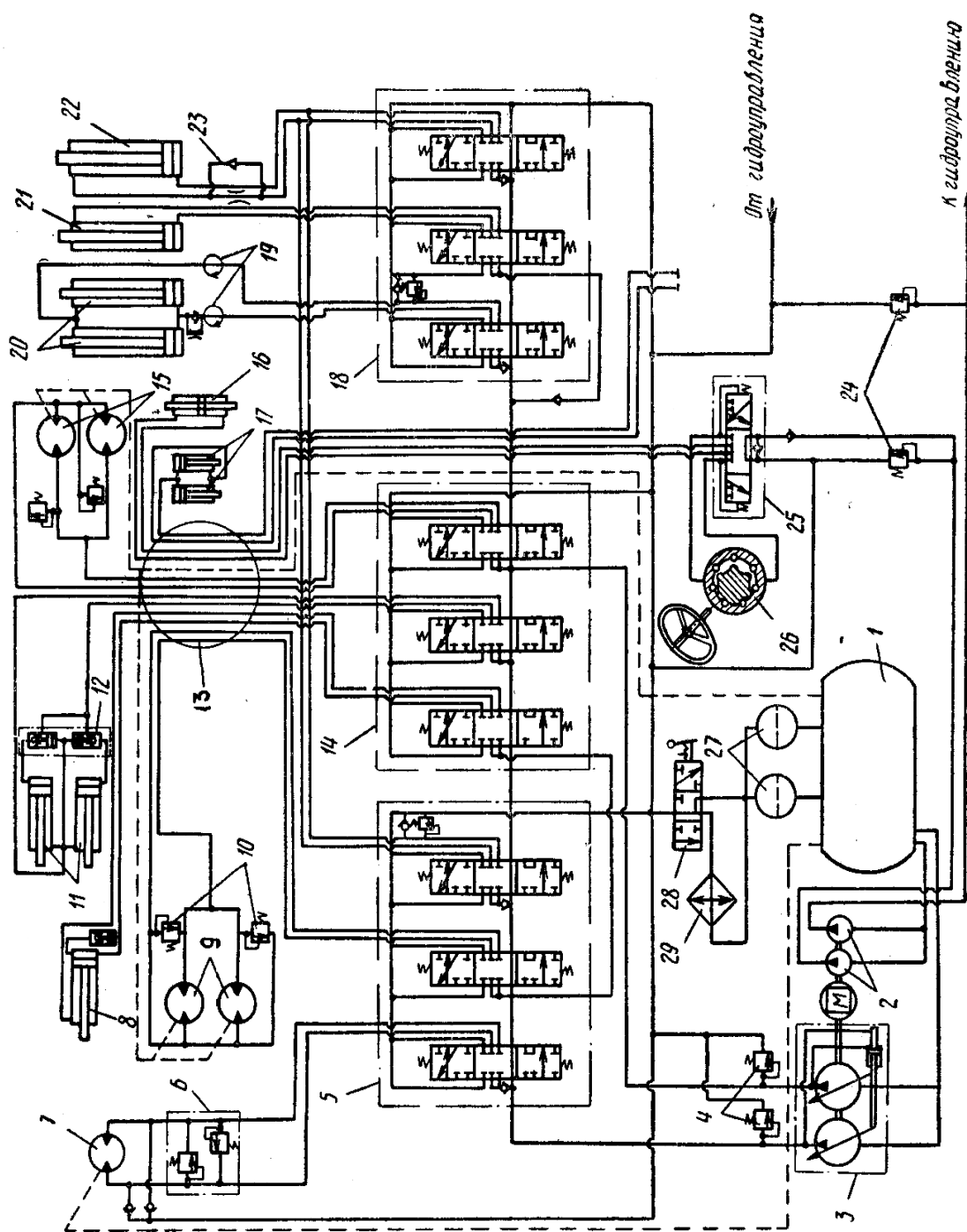


Рис. 4.54. Гидравлическая схема экскаватора полноповоротного ЭО-4321

Привод  
рабочего хода

Привод установочных перемещений  
рабочего органа  
зачистного  
устройства

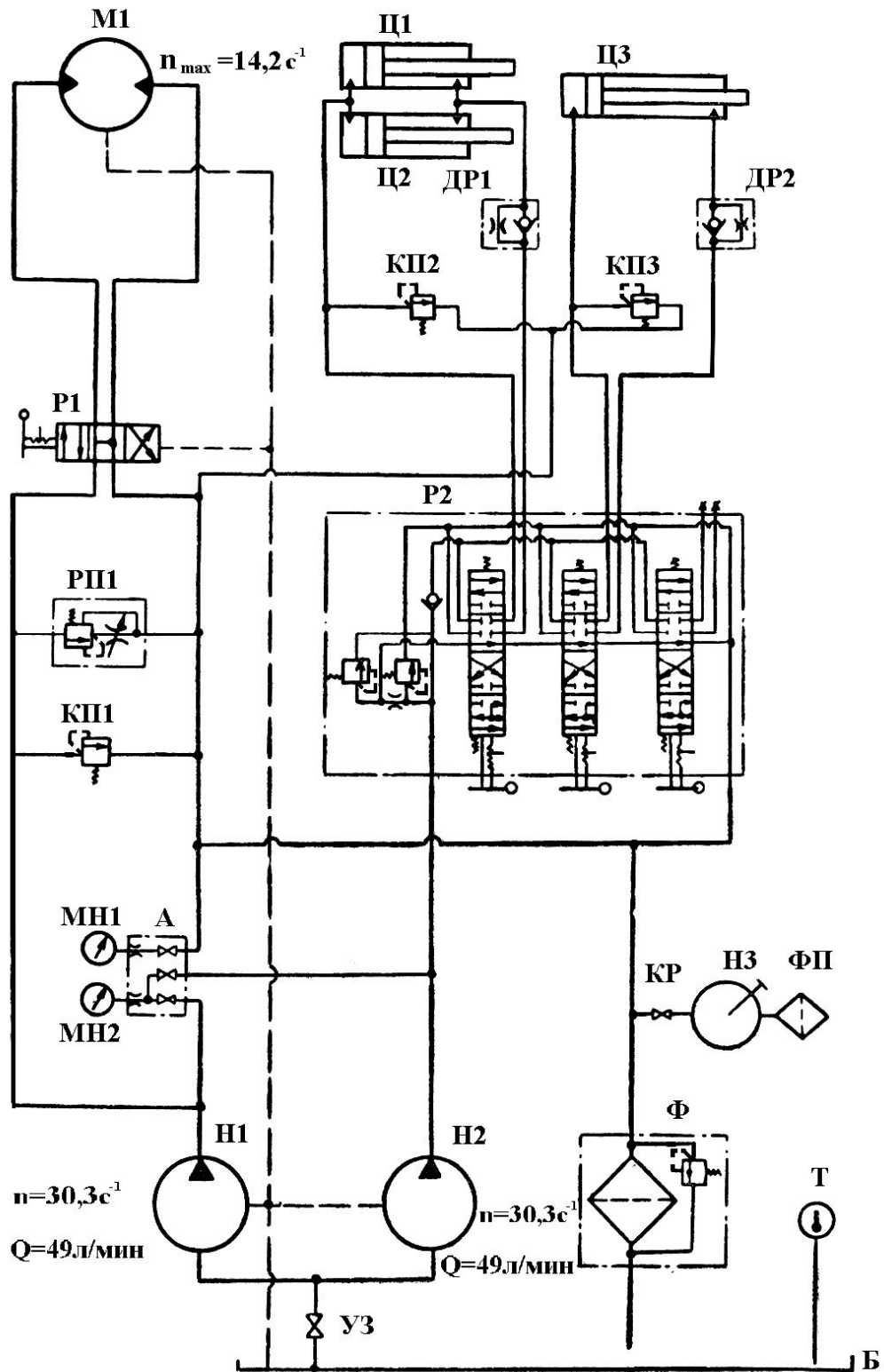


Рис. 4.55. Гидравлическая схема экскаватора

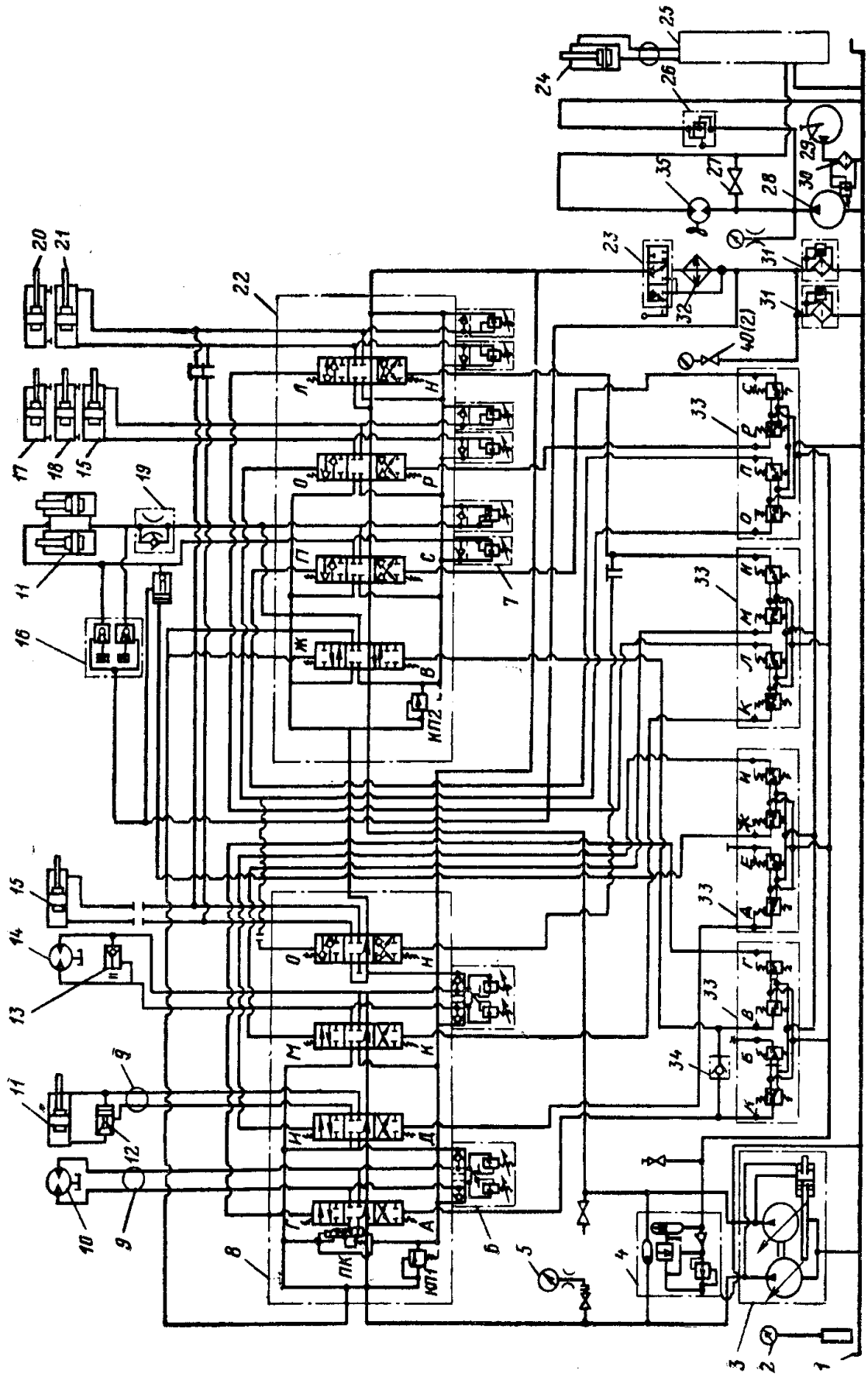


Рис. 4.56. Гидравлическая схема экскаватора полноповоротного ЭО-3322Д

25 – золотник; 26 – планетарный насос; 27 – фильтры; 28 – сливной кран; 29 – калорифер.

На рис. 4.56 изображена гидравлическая схема экскаватора ЭО-3322Д, где 1 – бак для рабочей жидкости; 2 – термометр; 3 – аксиально-поршневой регулируемый насос; 4 – аккумуляторный блок; 5 – манометр с демпфером и краном; 6, 7 – блоки предохранительных клапанов; 8 – гидрораспределитель; 9 – центральный коллектор; 10 – гидромотор передвижения; 11 – гидроцилиндры выносных опор и подъема (опускания) стрелы; 12 – обратный управляемый клапан; 13, 27 – запорный кран; 14 – гидромотор поворота; 15 – гидроцилиндр ковша обратной лопаты; 16 – блок выключения стрелоподъемных гидроцилиндров при буксировке экскаватора; 17 – гидроцилиндр ковша грейфера; 18 – гидроцилиндр ковша погрузчика; 19 – дроссель с обратным клапаном; 20 – гидроцилиндр рукояти погрузчика; 21 – гидроцилиндр рукояти; 22 – гидрораспределитель; 23 – трехходовой кран с обратным клапаном; 24 – гидроцилиндр поворота колес; 25 – рулевое управление; 26 – напорный золотник; 28 – шестеренный насос; 29 – ручной насос «Родник»; 30 – заправочный фильтр; 31 – линейный фильтр; 32 – теплообменник; 33 – блоки дистанционного управления; 34 – обратный клапан; 35 – гидромотор вентилятора маслоохладительной установки. На рис. 4.57 показан общий вид экскаватора ЭО-3322.

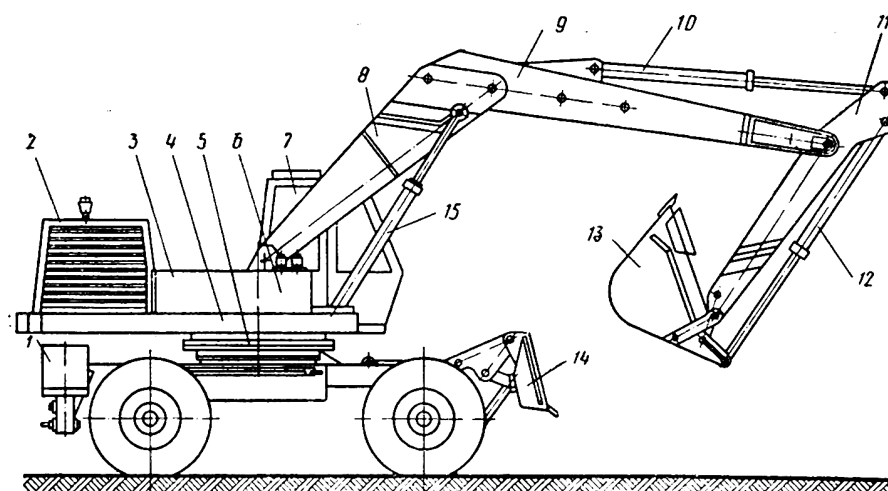


Рис. 4.57. Общий вид экскаватора ЭО-3322:

- 1 – выносная опора; 2 – силовая установка; 3 – гидробак; 4 – поворотная платформа; 5 – опорно-поворотное устройство; 6 – топливный бак;
- 7 – кабина с пультом управления; 8 – базовая часть стрелы;
- 9 – головная часть стрелы; 10, 12, 15 – гидроцилиндры;

11 – рукоять; 13 – ковш обратной лопаты; 14 – бульдозерный отвал

Гидросистема навесных экскаваторов, к которым относится ЭО-2621В, значительно отличается от гидросистемы полноповоротных одноковшовых экскаваторов (рис. 4.58). Для навесных экскаваторов обычно применяют более простые двухпоточные схемы с нерегулируемым насосом.

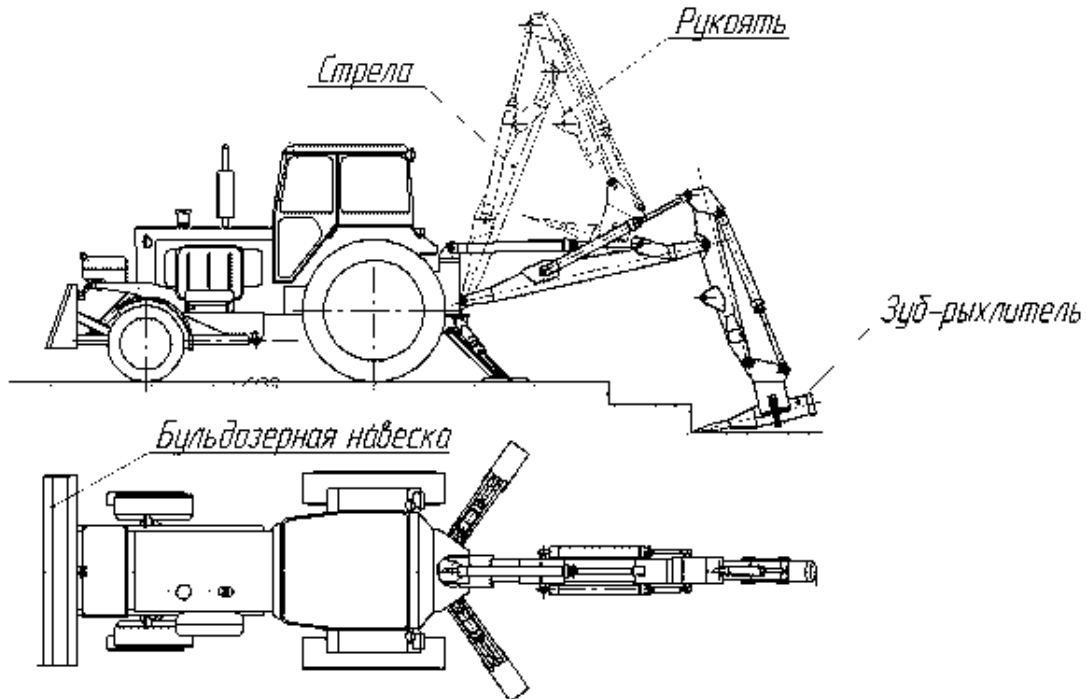


Рис. 4.58. Общий вид экскаватора ЭО-2621 В2 с зубом-рыхлителем

Принципиальная гидравлическая схема экскаватора неполноповоротного ЭО-2621В показана на рис. 4.59 и включает гидробак 1, 2 – гидрораспределитель гидросистемы трактора; нерегулируемые шестеренные насосы 3,4; 5 – предохранительные клапаны; 6 – гидроцилиндры поворота; 7 – обратный клапан; 8 – гидроцилиндр бульдозера; 9 – гидроцилиндр ковша; 10 – гидроцилиндр левого опорного башмака; 11 – разгрузочный клапан; 12 – гидроцилиндр стрелы; 13 – дроссель с обратным клапаном; 14 – гидроцилиндры рукояти; 15 – гидроцилиндр правого опорного башмака; 16, 17 – гидрораспределители гидросистемы экскаватора.

В штоковой полости гидроцилиндра стрелы 12 установлен дроссель с обратным клапаном 13, предназначенный для уменьшения скорости опускания стрелы. Гидроцилиндры 6 поворота подключены к распределителю 2 и соединены между собой таким образом, что при подаче жидкости в штоковую полость одного из них одновре-



менно жидкость поступает в поршневую полость другого, и наоборот. Это обеспечивает плавный поворот.

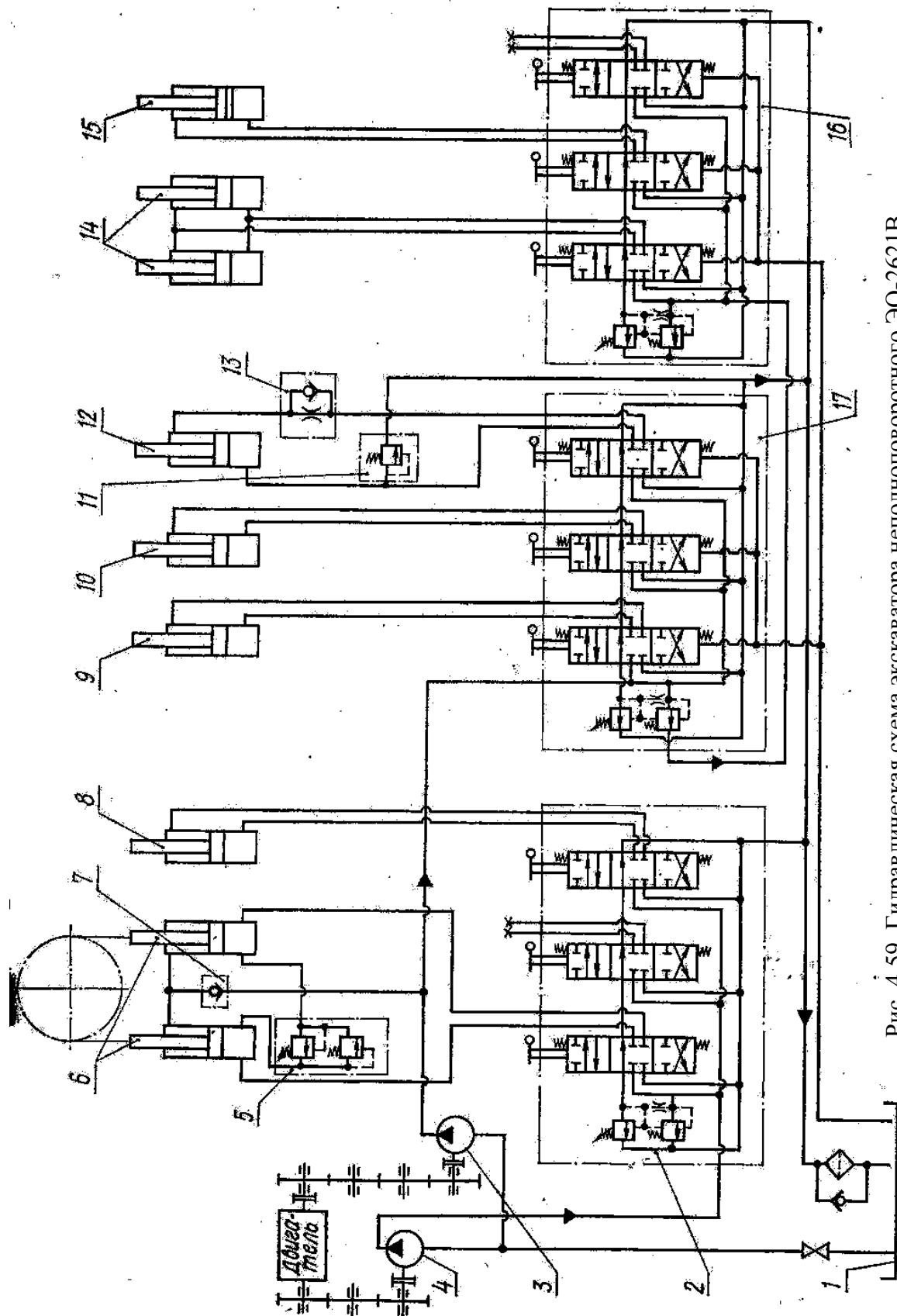


Рис. 4.59. Гидравлическая схема экскаватора неополповоротного ЭО-2621В



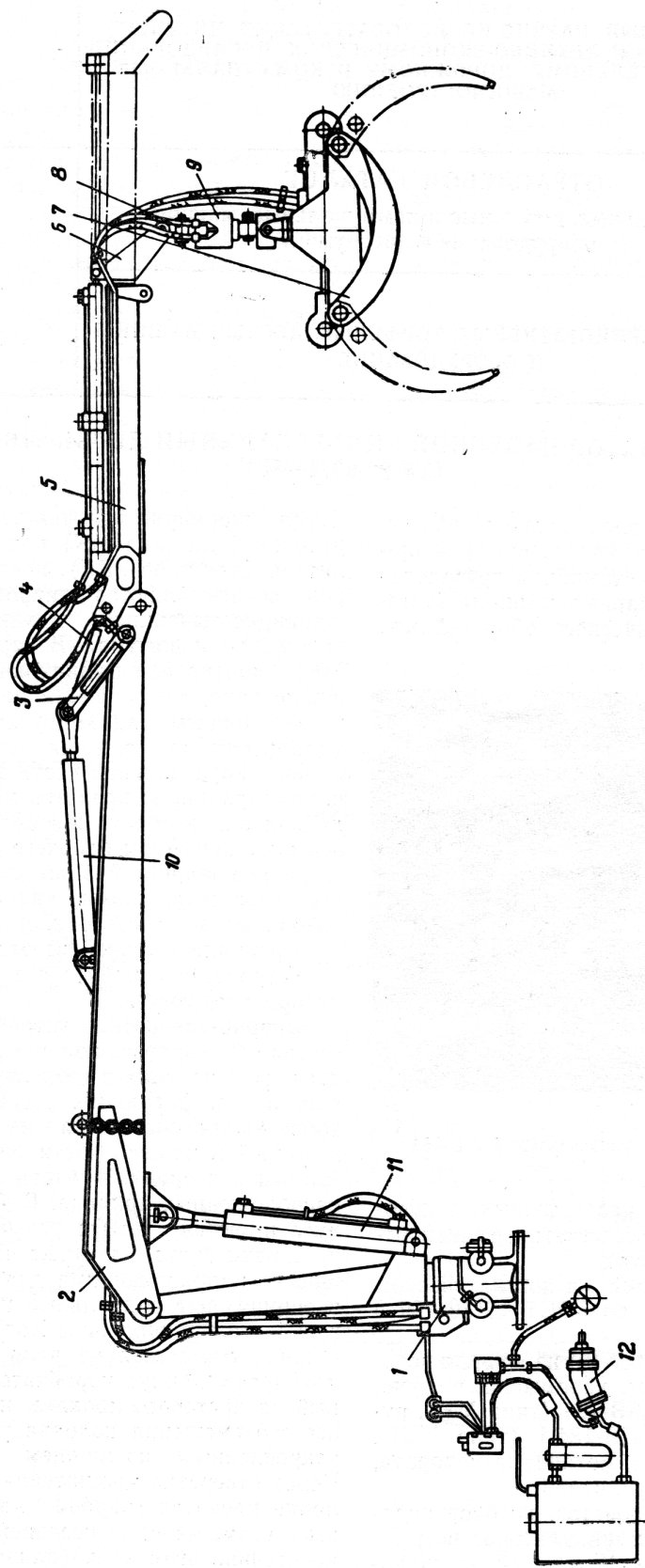


Рис. 4.60. Общий вид манипулятора ЛВ-184:  
 1 – опорно-поворотное устройство; 2 – стрела; 3 – коромысло; 4 – шатун; 5 – рукоять с удлинителем (для типа МК); 6 – рукоять (для типа МШ); 7 – рабочий орган; 8 – кронштейн; 9 – механизм поворота; 10 – гидроцилиндр рукояти; 11 – гидроцилиндр стрелы; 12 – гидрооборудование

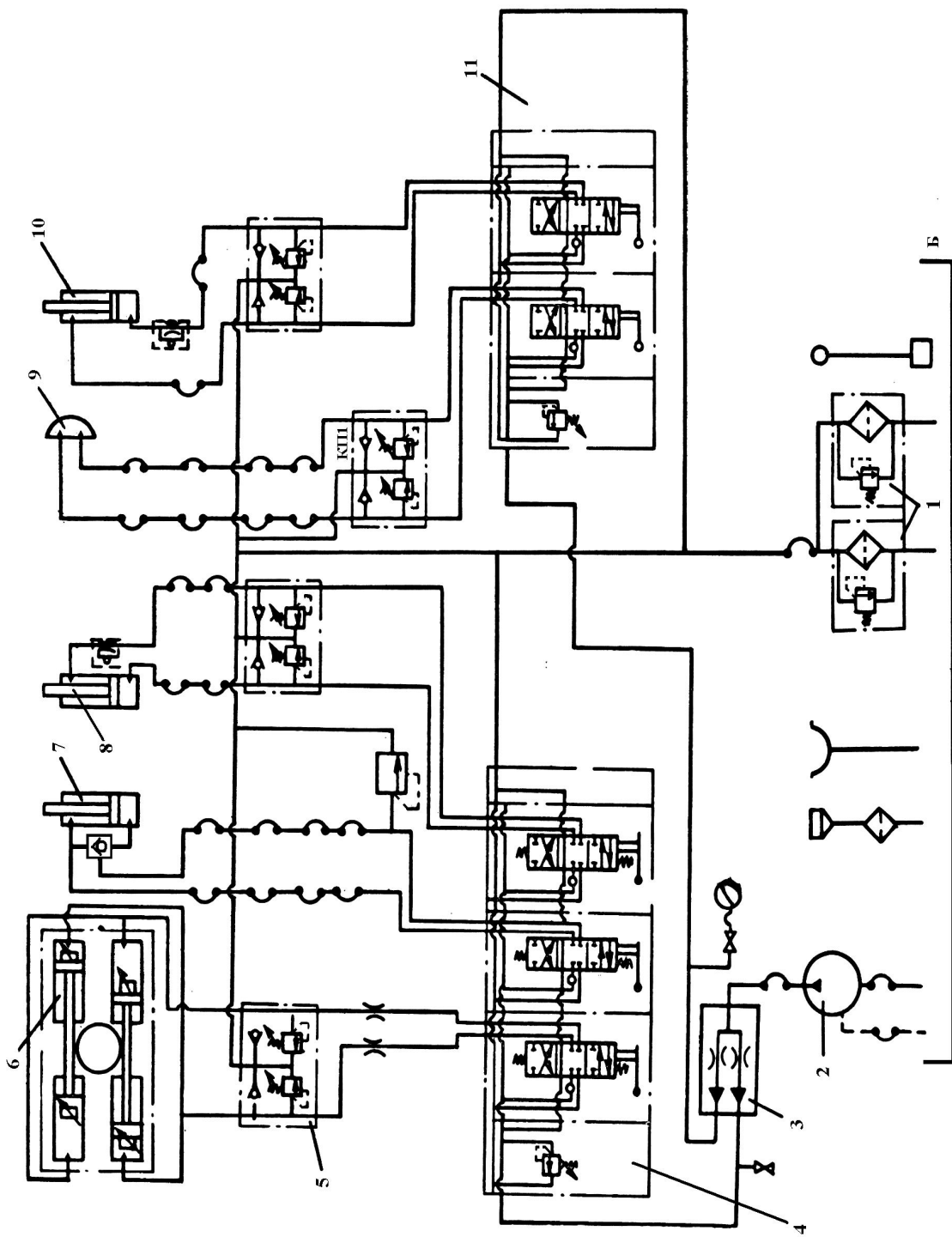


Рис. 4.61. Гидравлическая схема манипулятора ЛВ-184

На рис. 4.61 изображена гидравлическая схема манипулятора ЛВ-184: 1 – фильтры; 2 – насос; 3 – делитель потока; 4, 11 – распределитель; 5 – блок клапанов; 6 – гидроцилиндр опорно-поворотного устройства для ЛВ-184; 7 – гидроцилиндр рабочего органа; 8 – гидроцилиндр рукояти; 9 – механизм поворота; 10 – гидроцилиндр стрелы.

Пример принципиальной гидравлической схемы одноковшового универсального экскаватора приведен на рис. 4.62. В гидросистеме установлен сдвоенный регулируемый насос 2 с встроенным регулятором мощности. Регулятор автоматически изменяет производительность насоса в зависимости от давления в гидросистеме, т.е. от внешней нагрузки. Так, с увеличением внешней нагрузки скорость рабочих органов уменьшается, а с уменьшением внешней нагрузки увеличивается. При этом развиваемая насосом мощность будет постоянной.

От первой секции насоса рабочая жидкость поступает в трехзолотниковый секционный гидрораспределитель 4, который управляет движением гидроцилиндра выносных опор 7, гидромотора поворота платформы 8 и гидромотора хода 9. В напорную секцию распределителя встроен предохранительный клапан. Поршневая полость гидроцилиндра 7 при нейтральном положении золотника запирается гидрозамком 6, что исключает опускание машины при копании из-за утечек рабочей жидкости на слив через зазоры в золотниковой паре распределителя. К секциям распределителя, управляющим гидромоторами 8 и 9, прифланцованы блоки клапанов 5, включающие два переливных и два обратных клапана. Переливные клапаны обеспечивают плавность в начале и конце движения за счет перепуска части рабочей жидкости из напорной полости гидромотора в сливную. Через обратные клапаны осуществляется подпитка гидромоторов из сливной полости гидросистемы.

От второй секции насоса 2 рабочая жидкость поступает в четырехзолотниковый секционный гидрораспределитель 13, который управляет движением второго гидромотора хода 9, гидроцилиндров стрелы 10, ковша 11 и рукояти 12. При нейтральном положении всех золотников гидрораспределителя 4 рабочая жидкость от первой секции насоса 2 проходит через этот распределитель и поступает в гидрораспределитель 13. Таким образом, скорости движения рабочих

органов, управляемых гидрораспределителем 13, соответствуют суммарной производительности обеих секций насоса 2.

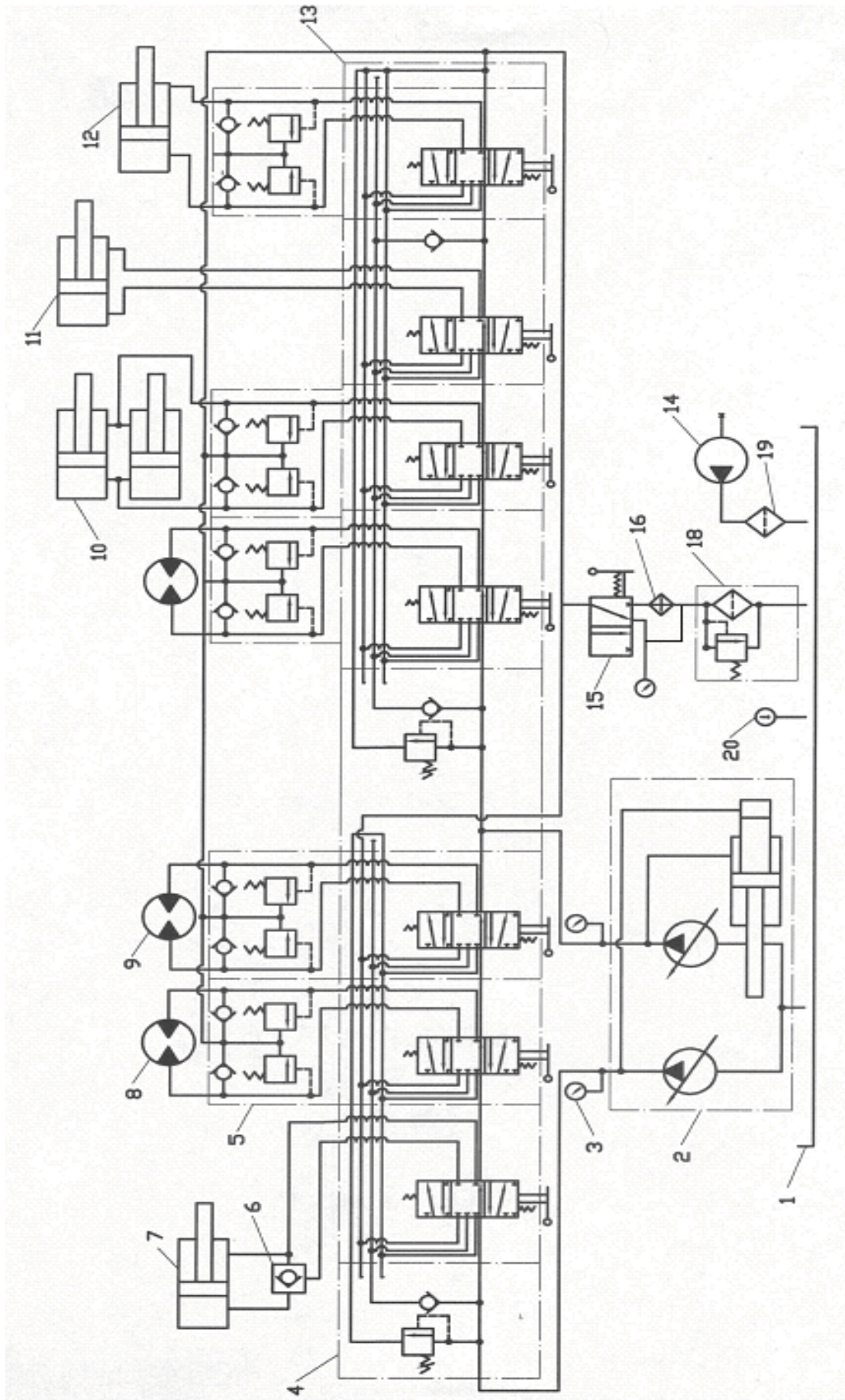


Рис.4.62. Принципиальная гидравлическая схема универсального  
одноковшового экскаватора

В напорной секции гидрораспределителя 13 установлен предохранительный клапан. Между третьей и четвертой золотниковыми секциями гидрораспределителя 13 установлена дополнительная промежуточная секция, обеспечивающая при одновременном включении последовательное соединение и совмещение движений рукояти и ковша, рукояти и стрелы. Кроме этого, питание каждого распределителя от своей секции насоса обеспечивает совмещение движений рукояти, стрелы и ковша с поворотом платформы.

Представленная схема обеспечивает одновременное совмещение до трех движений рабочих органов экскаватора: рукояти, стрелы и поворота ковша или поворота платформы. Указанные совмещения движений обеспечивают минимальный цикл и максимальную производительность машины.

К золотниковым секциям гидрораспределителя 13, управляющего движением хода, стрелы и рукояти, прифланцованы блоки клапанов 5. Они не только обеспечивают плавность в начале и конце движений, но и позволяют перепускать рабочую жидкость из одной полости в другую при чрезмерных внешних нагрузках. Такие нагрузки могут, например, возникать в запертых гидроцилиндрах стрелы и рукояти при движении ковша. Регулирование скоростей движений всех исполнительных органов осуществляется дросселированием потока в каналах гидрораспределителей при перемещении их золотников.

На сливной гидролинии гидросистемы установлен маслоохладитель 16 и двухпозиционный гидрораспределитель 15, позволяющий при низкой температуре рабочей жидкости направлять рабочую жидкость в бак 1, минуя маслоохладитель. Контроль за температурой рабочей жидкости осуществляется по термометру 20. На сливной же гидролинии установлен фильтр 18 с переливным клапаном. О степени засорения фильтра и необходимости его замены или очистки можно судить по показаниям манометра 17.

Рабочая жидкость в гидросистему заправляется от вспомогательного насоса 14 через фильтр тонкой очистки 19. Контроль за давлением на напорных гидролиниях насоса 2 осуществляется манометрами 3.

### *Контрольные вопросы*



1. Классификация строительных, дорожных и мобильных машин.
2. Классификация скреперов.
3. Классификация экскаваторов.
4. В чем различие схем бульдозеров с поворотным и неповоротным отвалами?
5. Какие рабочие операции должен выполнять бульдозер?
6. Для чего необходимо автоматическое регулирование отвалом бульдозера?
7. В чем различие схем одноковшовых фронтальных погрузчиков?
8. В чем различие схем малогабаритных мобильных машин?
9. В чем различие схемы челюстного лесопогрузчика?
10. В чем особенность схемы дорожного катка?
11. В чем особенность схем скреперов?
12. В чем особенность схем автогрейдеров?
13. В чем особенность схем автомобильных кранов?
14. В чем особенность схем экскаваторов?
15. Как изображается на гидравлических схемах быстросъемная муфта?
16. Какие гидрофицированные операции может выполнять одноковшовый фронтальный погрузчик?
17. Где применяются подъемные гидравлические платформы?
18. Где применяются челюстные лесопогрузчики?
19. В каких системах используется гидравлический привод в дорожных катках?
20. В каких системах используется гидравлический привод в скреперах?
21. Есть ли различия в гидравлических схемах скреперов с емкостью ковша до  $10 \text{ м}^3$  и свыше  $10 \text{ м}^3$ ?
22. В чем отличие схемы скрепера с элеваторной загрузкой?
23. В каких системах используется гидравлический привод в автогрейдерах?
24. Что происходит с рабочей жидкостью при нейтральном положении всех золотников?
25. Для чего применяется делитель потока?
26. Где применяются гидроусилители?
27. Какое назначение имеет гидропривод экскаватора?

28. Какие существуют основные типы силовых установок?  
29. Чем характеризуются типы коммуникаций экскаваторов?

## **5. ТИПОВЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЗАРУБЕЖНЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН**

Среди зарубежных производителей дорожно-строительной техники и оборудования к ней особое внимание необходимо уделить таким странам, как Германия, Франция, Япония, США, на долю которых производится основная часть экспортируемой техники, работающей в России. В основном предпочтение отдается, как правило, немецкому оборудованию из-за его качества, разнообразия и цены. В Германии очень много фирм занимается проектированием и производством дорожно-строительной техники.

Если рассматривать не страны-производители, а типы выпускаемой техники, то условно можно выделить основные группы (погрузчики, самоходные краны, экскаваторы), которые представляют для нас интерес, и провести анализ данного оборудования или сравнить того или иного производителя. В целом прослеживается тенденция повышения параметров машин при их совершенствовании.

### **5.1. Погрузчики**

Погрузчики выпускаются большим количеством зарубежных фирм, таких как Атлет, Тойота, Катерпиллер, Кларк, Кровн, Дэу, Коматсу, Мицубиси, Ниссан и т.д.

#### *Малогабаритные универсальные погрузчики*

На рис. 5.1 показана гидравлическая схема привода ходового механизма погрузчика фирмы Ланц с двумя гидропередачами одинакового исполнения, содержащими один двухпоточный реверсивный насос с наклонным диском и нерегулируемые гидромоторы. С повышением рабочего давления сила, действующей на регулирующий орган насоса и направленной на увеличение угла наклона диска, противодействует сила возврата, возникающая в качающем узле насоса и зависящая от рабочего давления и автоматически устанавливающая меньший рабочий объем.

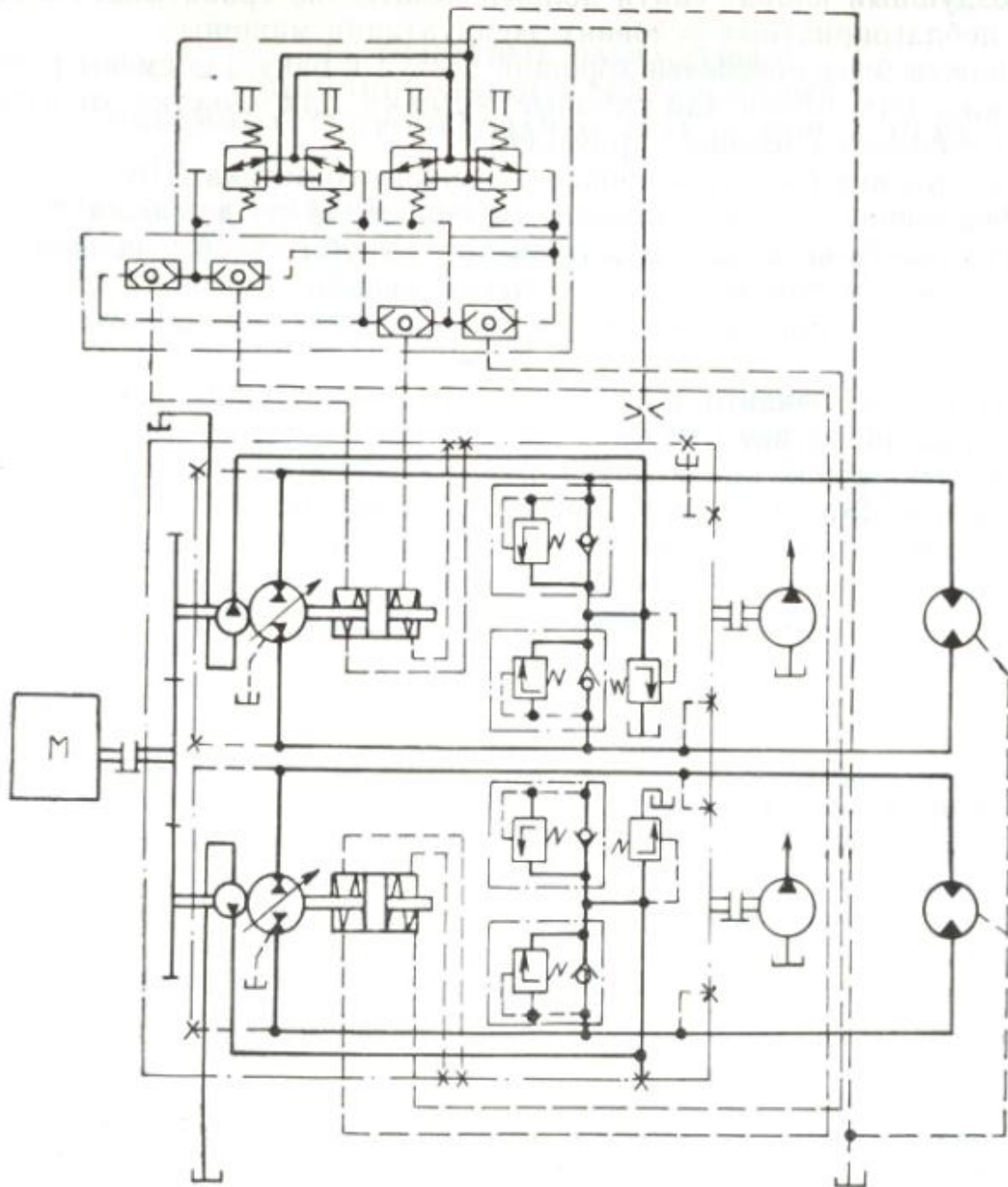


Рис.5.1. Гидравлическая схема привода ходового механизма малогабаритного погрузчика фирмы Ланц (Германия)

### *Фронтальные пневмоколесные погрузчики*

В погрузчиках малой грузоподъемности с двигателем мощностью до 60 кВт для привода хода применяют преимущественно объ-

емную гидропередачу (ОГП), хотя встречаются еще машины с механическими и гидромеханическими передачами.

Фронтальные погрузчики большой грузоподъемности до последнего времени, как правило, оснащались гидромеханическими передачами, но в настоящее время встречаются модели с объемной гидравлической передачей.

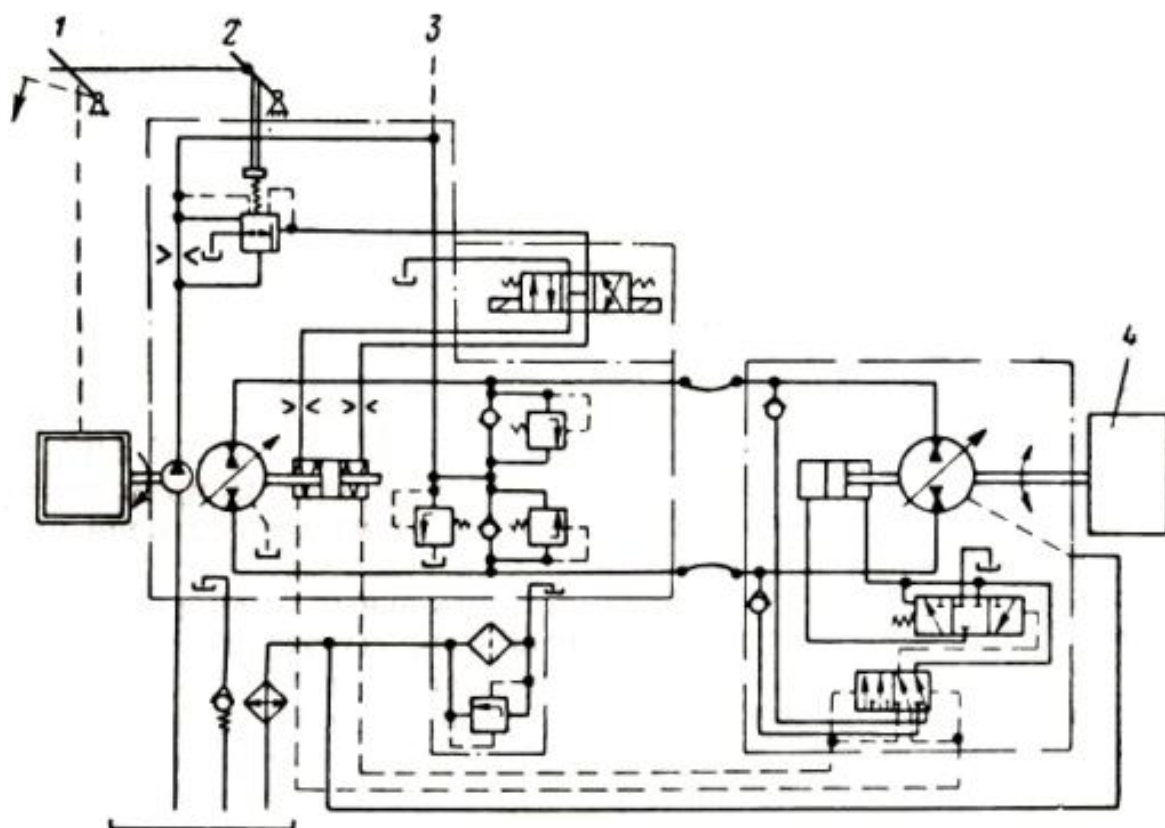


Рис.5.2. Принципиальная гидравлическая схема привода ходового механизма колесного погрузчика с шарнирно сочлененной рамой фирмы Зеттельмайер (Германия):

- 1 – педаль подачи топлива; 2 – педаль «ползучей скорости»;  
3 – блокировка дифференциала; 4 – коробка передач

Привод колес погрузчиков с объемной гидравлической передачей осуществляется, как правило, по мостовой схеме с одним или двумя ведущими мостами, что в сочетании с двухскоростной коробкой передач обеспечивает максимальную скорость 45 км/ч. На последних моделях погрузчиков устанавливаются автоматические коробки передач, переключаемые под нагрузкой, которые в сочетании с

объемной гидropередачей расширяют зону работы при высоком КПД, улучшают использование мощности установленного ДВС.

Сочетание объемной гидравлической передачи с механической коробкой позволяет использовать насосы и гидромоторы меньшего рабочего объема, так как в этом случае гидropередача работает в меньшем диапазоне крутящего момента. На рис. 5.2 показана принципиальная гидравлическая схема привода хода колесного погрузчика фирмы Зеттельмайер. Для управления использован принцип регулирования в зависимости от частоты вращения, при котором частота вращения ДВС и его нагрузка определяют скорость движения. Частота вращения измеряется величиной подачи шестеренного насоса управления и подпитки, пропорциональной частоте вращения. Поток рабочей жидкости насоса создает у диафрагмы перепад давления, который при помощи клапана создает давление, необходимое для управления. С помощью четырехходового трехпозиционного золотника с электрическим управлением устанавливается необходимое направление движения или остановка.

При движении вперед предварительно дросселированный поток рабочей жидкости поступает в одну из полостей гидроусилителя, имеющего поршень с равными рабочими площадями, а при движении назад – в противоположную полость. В нейтральном положении обе полости находятся под одинаковым давлением, а пружины обеспечивают установку наклонного диска насоса в нулевое положение. Давление управления насоса, зависящее от частоты вращения, передается регулируемому гидромотору. В начальный период движения при низком давлении управления гидромотор работает с максимальным рабочим объемом. С повышением давления управления уменьшается угол наклона блока насоса, рабочий объем уменьшается в зависимости от давления управления и требуемого крутящего момента на валу гидромотора, т.е. величины давления на входе в гидромотор.

На рис. 5.3 показана конструкция гидромотор-колеса на базе регулируемых аксиально-поршневых гидромоторов. Эти мотор-колеса получили широкое применение на дорожных катках, автогрейдерах, скреперах, колесных погрузчиках и других машинах. В машинах с гидравлическими мотор-колесами отсутствуют традиционные узлы трансмиссии, колесные мосты с дифференциалами, карданные валы, коробки передач и муфты, что значительно упрощает компоновку машины и позволяет увеличить дорожный просвет.

Для изменения угла поворота колесного движителя применяются схемы (рис. 5.4, рис. 5.5), где жидкость из бака, подаваемая насосом через распределитель, подается к гидравлическим цилиндрам, которые изменяют положение колес. Данные схемы активно применяются на автогрейдерах, колесных погрузчиках и других машинах.

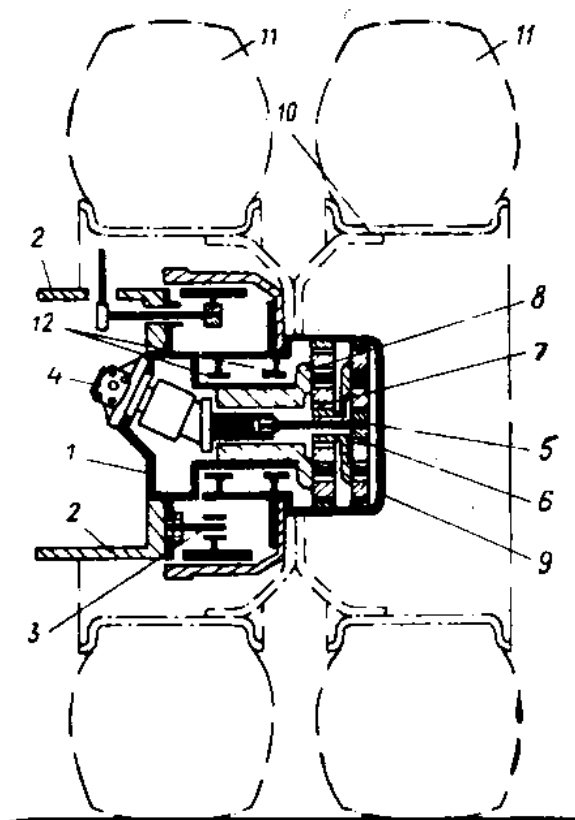


Рис. 5.3. Конструкция гидромотор-колеса типа Ротатрак:  
 1 – корпус; 2 – рама машины; 3 – рабочий тормоз; 4 – гидромотор;  
 5 – приводной вал; 6 – первая ступень планетарной передачи;  
 7 – вторая ступень планетарной передачи; 8 – опора сателлитов;  
 9 – ступица; 10 – обод; 11 – двойные шины;  
 12 – опорные подшипники

В гидрообъемной трансмиссии двигатель внутреннего сгорания приводит в действие гидронасос, соединенный трубопроводами с гидромоторами, валы которых связаны с ведущими колесами. При работе двигателя гидродинамический напор жидкости, создаваемый гидронасосом в гидромоторах ведущих колес, преобразуется в механическую работу. Ведущие колеса с гидромоторами, установленными в них, называются гидромотор-колесами.

Рабочее давление в системе в зависимости от конструкции гидроагрегатов 10...50 МПа.

Применение гидромотор-колес повышает проходимость погрузчиков в результате непрерывного потока мощности и плавного изменения крутящего момента.

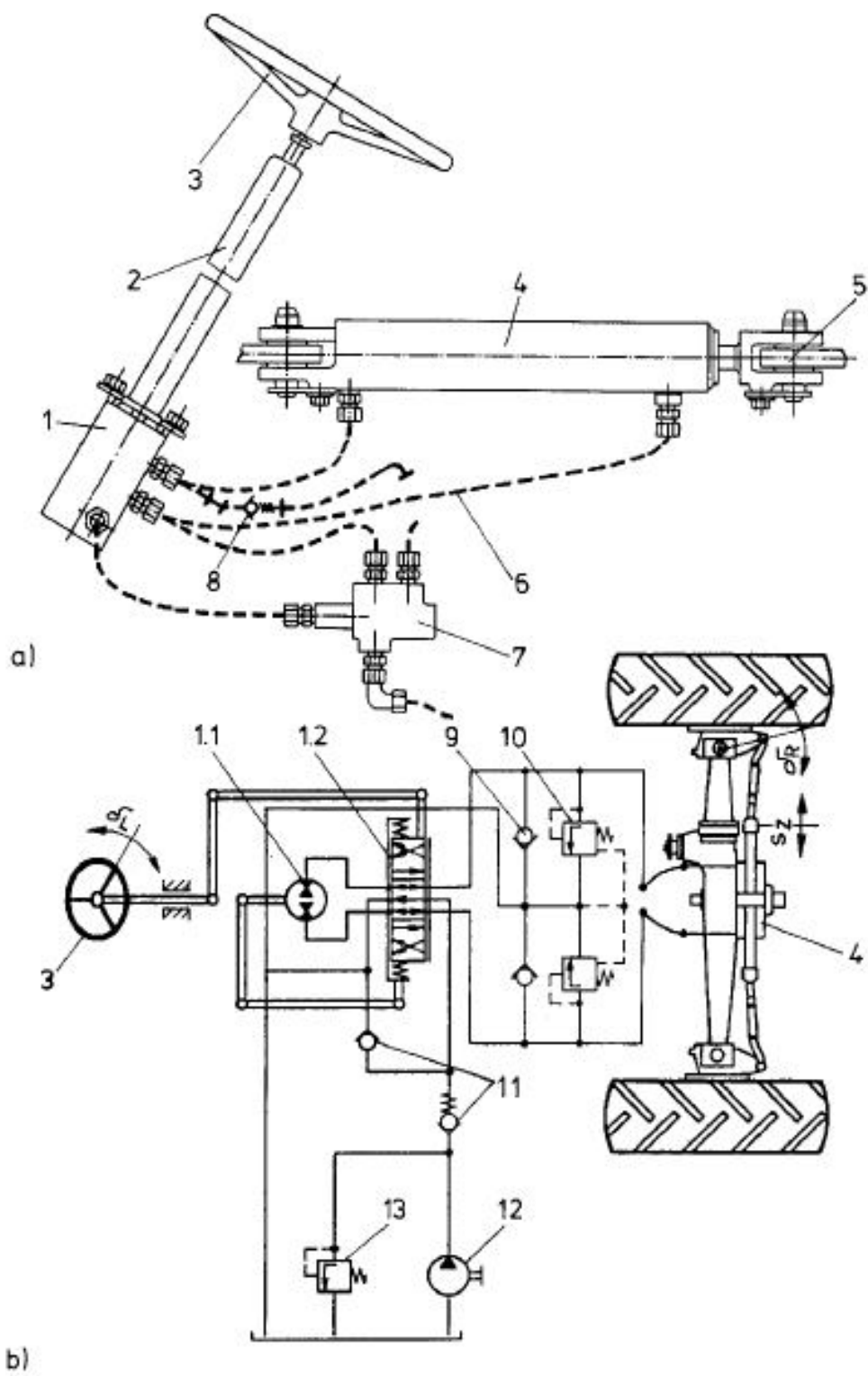


Рис. 5.4. Схема управления приводом поворота колес

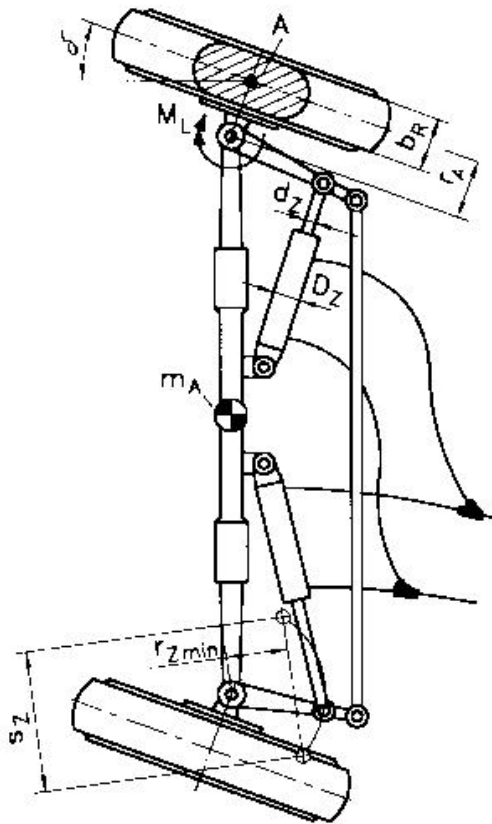


Рис. 5.5. Изменение угла поворота колесного движителя

### *Гусеничные погрузчики и бульдозеры*

Для улучшения характеристик на зарубежных погрузчиках применяют гидростатическую трансмиссию. Для гусеничного погрузчика характерно частое маневрирование и изменение направления движения, а значит, коробка передач (КП), фрикционные муфты поворота, тормоза и гусеничный ход подвергаются высоким нагрузкам. Основное преимущество гидрообъемной передачи позволило снизить эксплуатационные расходы, повысить энерговооруженность и сократить простои по причине поломок техники, поскольку такие изнашиваемые части, как фрикционные муфты и тормоза, отсутствуют, а изменение направления и затормаживание одного «борта» осуществляется изменением потока гидравлической жидкости в приводе одной из гусениц. Кроме этого, для выполнения некоторых видов работ



(например, экскавация и разработка липких грунтов и грунтов с пониженной несущей способностью) требуется плавное наращивание мощности, чего не могут обеспечить механические коробки передач.

Привод гусеничных движителей погрузчиков, бульдозеров состоит из двух независимых объемных гидравлических передач с замкнутым потоком с регулируемыми аксиально-поршневыми насосами с наклонным диском, которые через планетарные или зубчатые редукторы приводят во вращение звездочки гусеничных движителей. Привод насосов осуществляется от раздаточного редуктора, предусматривается также возможность отбора мощности для гидросистемы рабочего оборудования.

В настоящее время область применения объемного гидропривода на гусеничных бульдозерах и погрузчиках зарубежных производителей все более смещается в сторону большей мощности. Так, фирмой Катерпиллер выпущен погрузчик с мощностью 157 кВт.

Однако конструкторы Либхер одними из первых обратили внимание на то, что идеология проектирования промышленного трактора или бульдозера совершенно не подходит для промышленных погрузчиков на гусеничном ходу. Во-первых, прежде всего для оператора важен обзор передней части и в последнюю очередь – задней части, ведь погрузчик редко работает с рыхлительным оборудованием. Во-вторых, использование мощности необходимо для привода рабочих органов, а не ходовой части. Погрузка в ковш хотя и осуществляется под напорным воздействием ходовой части, но основная мощность нужна для создания максимального усилия отрыва кромки ковша, одновременного подъема и разгрузки ковша. Это ускоряет загрузку и сокращает продолжительность рабочего цикла. В-третьих, наибольшая отдача в погрузчиках достигается за счет применения Z-образной системы рычагов (вместо параллелограммной), что позволяет добиться высокого усилия отрыва материала ковшем, сократить число точек смазки и обеспечить быстрое опрокидывание ковша при разгрузке. Эти основные тезисы и легли в концепцию всех современных гусеничных погрузчиков Либхер.

С целью экономии топлива весь ряд гусеничных бульдозеров и погрузчиков, выпускаемых фирмой Либхер оборудован автоматическим регулятором частоты вращения двигателя на холостом ходу, который понижает частоту вращения дизельного двигателя в тех случаях, когда гидропривод рабочего оборудования и передвижения

не используется, для этого рычаги оборудованы специальными сенсорными датчиками.

## 5.2. Стреловые самоходные краны

Зарубежные автокраны, за исключением короткобазовых, имеют в основном ходовую систему с механическим приводом. Компонировки тяжелых кранов зарубежных фирм разнообразны, хотя и имеют ряд общих признаков. Все краны оборудуются силовой установкой с двумя грузовыми лебедками, механизмом поворота, кабиной с пультом управления и телескопической стрелой, для установки которой используются два мощных кронштейна в средней части рамы поворотной части крана. На поворотной платформе смонтированы лебедки механизма поворота, кабина управления и противовес. Гидроприводы тяжелых стреловых самоходных кранов различаются по схемам гидропередачи, структурному составу привода (количество насосов, моторов, гидрораспределителей и т.п.), типу насосов и гидромоторов, способам регулирования скорости и управления золотниками гидрораспределителей.

Гидроприводы тяжелых стреловых самоходных кранов в основном различаются по схемам гидропередачи, структурному составу привода (количество насосов, моторов, гидрораспределителей и т.п.), типу насосов и гидромоторов, способам регулирования скорости и управления золотниками гидрораспределителей.

По схемам гидропередачи применяемые в настоящее время гидроприводы можно разделить на три основные группы: гидроприводы с закрытой схемой гидропередачи; гидроприводы с открытой схемой гидропередачи; с комбинированной схемой гидропередачи.

На рис. 5.6 показана схема гидропривода крана модели LG-1280 с решетчатой стрелой грузоподъемностью 280 т фирма Либхер. Схема закрытого типа с регулируемыми аксиально-поршневыми насосами 1, 15, 35 модели A2V32 ( $q=468 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ) и 27 модели A2V25 ( $q=107 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ) фирмы Гидроматик (Германия), нерегулируемыми аксиально-поршневыми гидромоторами 9 и 11 модели A2F468 ( $q=468 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ), 29 и 30 модели A280 ( $q=80 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ), 28 модели A2F160 ( $q=160 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ), 23 модели A2F107 ( $q=160 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=32 \text{ с}^{-1}$ ) той же фирмы, двухсекционными шестеренными насосами английской фирмы Плисси 18 и 19.

Насос 18 питает систему сервоуправления регулируемые насосами, насос 19 – систему подпитки насосов и управления гидроцилиндрами тормозов механизмов. На напорных линиях насосов установлены фильтры 21 и 22 с предохранительными клапанами 17 и 20.

От насоса 1 приводится гидромотор 9 грузовой лебедки основного подъема. Насос развивает давление до 28 МПа. Управление насосом осуществляется с помощью гидрораспределителя 2 и гидроцилиндра 3 сервоуправления. Жидкость к системам сервоуправления подается насосом 18. В гидросистеме сервоуправления с помощью клапана 16 поддерживается давление 3,5 МПа. На гидрораспределитель 2 через систему рычагов воздействуют два электромагнита 4 и 5, один из которых включается при подъеме груза, а другой – при опускании.

Рукоятка управления грузовой лебедкой воздействует на потенциометр, соединенный с электромагнитами 4 и 5. При перемещении рукоятки напряжение на электромагните пропорционально возрастает, в результате чего увеличиваются перемещение штока гидроцилиндра 3 и соответственно рабочий объем насоса 1 и его подача. Ограничение подачи насоса 1 при объеме больших грузов осуществляется гидроцилиндрами 6 и 7. При увеличении давления в напорной линии насоса штоки выдвигаются, препятствуя перемещению золотника гидрораспределителя 2 и штока гидроцилиндра 3.

Насос 15 подает жидкость к гидромотору 11 грузовой лебедки вспомогательного подъема, гидропривод которой работает аналогично гидроприводу грузовой лебедки основного подъема. Предохранительный клапан 14 настроен на давление 28 МПа, предохранительный клапан 13 – на 10 МПа, напорный клапан 12 – на 1,8 МПа. Повышение скорости грузовых лебедок основного и вспомогательного подъема производится путем объединения потоков жидкости от насосов 1 и 15 через клапаны 8 и 10, управление которыми выполняет гидрораспределителем 34 с электромагнитным управлением.

От насоса 35 жидкость направляется к гидромоторам 29 и 30 лебедки подъема стрелы, которая предназначена для подъема стрелы крана, оснащенного стреловым оборудованием, и для подъема башни крана, оснащенного башенно-стреловым оборудованием.

Предохранительный клапан 33 настроен на давление 32 МПа, а предохранительный клапан 32 – на 10 МПа. Напорный клапан 31 обеспечивает давление подпитки линии насоса, равное 1,8 МПа. От

насоса 27 жидкость подается к гидромотору 23 механизма поворота. Предохранительные клапаны 25 и 26 настроены на давление 26,5 МПа, напорный клапан 24 – на давление 1,8 МПа.

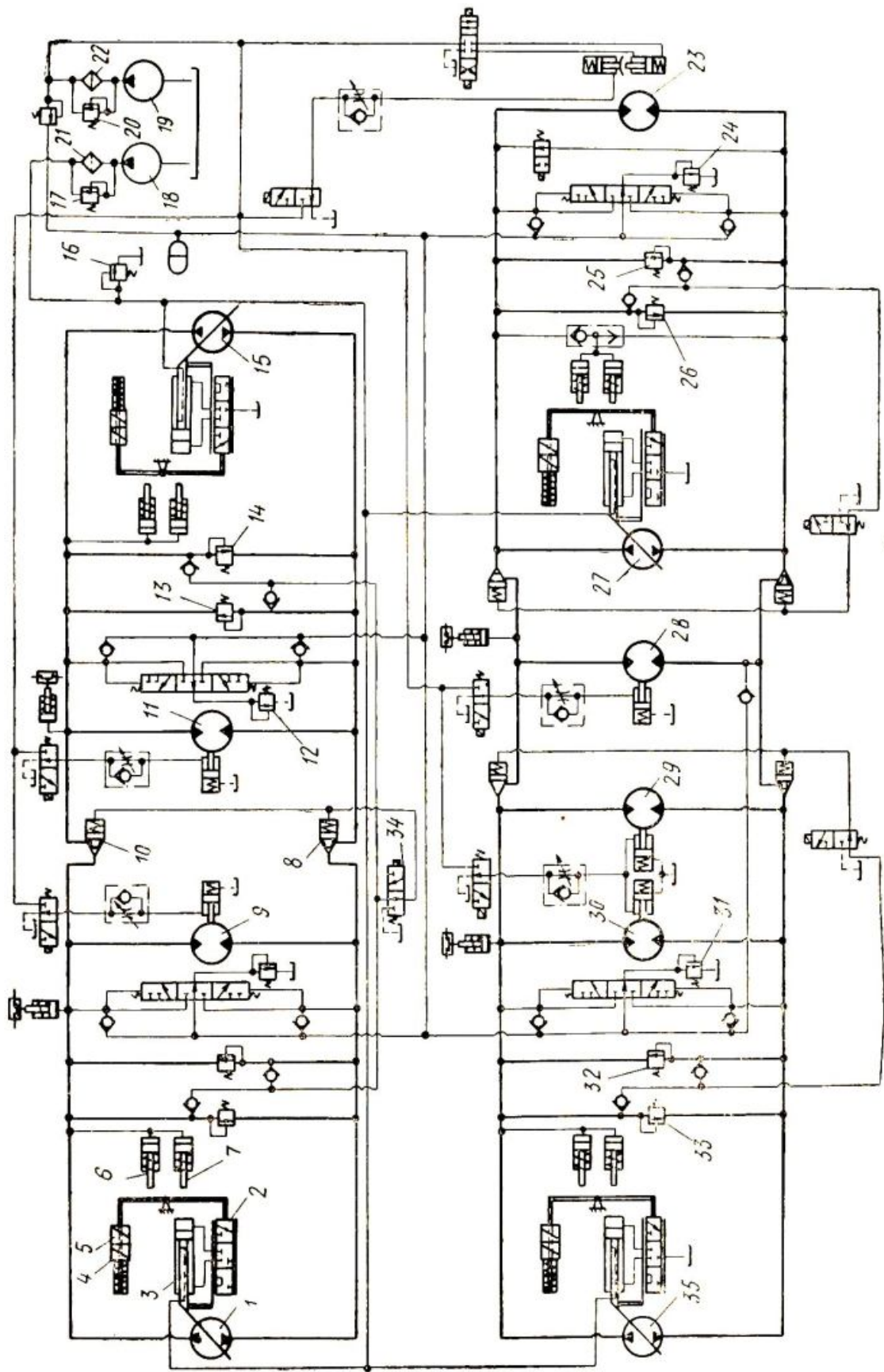


Рис. 5.6. Схема гидропривода крана грузоподъемностью 280 т LG-1280 фирмы Либхер

Гидропривод с открытой схемой циркуляции рабочей жидкости применен на большинстве отечественных и зарубежных кранов. В гидроприводах этого типа используются как регулируемые, так и нерегулируемые насосы. На рис. 5.7 показана схема гидропривода крана 120 GMT фирмы Крупп, в которой использованы сдвоенный аксиально-поршневой регулируемый насос 4-5 с суммирующим регулятором мощности ( $q=2 \times 10^5 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=31,7 \text{ с}^{-1}$ ) фирмы Linde-Guldner (ФРГ). В общем корпусе установлен шестеренный насос 1 системы сервоуправления этой же фирмы. Также применены аксиально-поршневой насос нерегулируемый 3 ( $q=35 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=38,3 \text{ с}^{-1}$ ) фирмы Linde-Guldner и ручной насос 6 фирмы Hawe (Германия).

Грузовые лебедки приводятся аксиально-поршневыми нерегулируемыми гидромоторами фирмы Linde-Guldner, механизм поворота – аксиально-поршневым нерегулируемым гидромотором фирмы Saner-Getriebe (ФРГ). В гидроприводе применены секционные гидрораспределители с клапанной разгрузкой насоса и встроенным регулятором давления фирмы Коррен (Германия), а также блоки сервоуправления и гидроаппараты фирмы Rexroth (Германия). От насоса 5 рабочая жидкость поступает к гидрораспределителю 12 и далее к гидромоторам 17 и 19 соответственно грузовых лебедок основного и вспомогательного подъема.

Насос 4 подает рабочую жидкость через гидрораспределитель 51 к гидроцилиндрам 23 и 24 подъема стрелы и к гидроцилиндрам 31 и 32 изменения длины стрелы. Насос 3 через гидрораспределители 49 и 50 питает гидромотор 36 механизма поворота, гидроцилиндр 37 выдвижения противовеса и гидроцилиндры 38 и 39 подъема противовеса. Ручной насос 6 предназначен для питания гидромоторов, гидроцилиндров и гидрораспределителей в аварийных ситуациях. На линии управления гидроцилиндром 18 тормоза основной грузовой лебедки установлен редуцирующий клапан 22, обеспечивающий давление в гидроцилиндре тормоза 18 не менее 3 МПа.

Включение и выключение гидроцилиндра 18 производится гидрораспределителем 21 с электромагнитным управлением. Клапан 15 и 20 предохраняют линии гидромотора 17 от перегрузок. С помощью обратных клапанов 13 и 14 обеспечивается подпитка линий гидромотора 17 и предохранение от кавитации. Вентиль 16 предназначен для аварийного опускания груза при выходе из строя приводного двигателя. Гидропривод грузовой лебедки вспомогательного подъема

работает аналогично. На гидроцилиндрах 23 и 24 подъема стрелы и гидроцилиндрах 31 и 32 изменения длины стрелы установлены гидрозамки 25, 27, 33 и 34, фиксирующие штоки в заданном положении. Поршневые полости гидроцилиндров 23, 24, 31 и 32 предохраняются клапанами 26 и 35. Клапан 29 обеспечивает требуемое давление управления тормозным клапаном 30 при опускании стрелы.

Вентиль 28 используется для аварийного опускания стрелы при выходе из строя приводного двигателя. Плавное опускание противовеса гидроцилиндрами 38 и 39 достигается установкой дросселей с обратными клапанами 40 и 41. В сливной гидролинии установлены клапаны 7 и 8, создающие подпор, равный 0,3 МПа. Это позволяет устранить кавитацию в гидродвигателях и разрыв потока жидкости в сливной линии. Система сервоуправления включает в себя насос 1, подающий жидкость под давлением 3 МПа к блокам сервоуправления 46 механизма подъема и выдвигания-втягивания стрелы, 47 грузовой лебедки основного подъема, механизмы поворота.

Краны 10 и 11 с механическим управлением позволяют с помощью рукоятки блока сервоуправления 48 перемещать либо первый золотник гидрораспределителя 12 при работе с телескопической стрелой, либо золотник  $a_7b_7$  гидрораспределителя 51 при работе с управляемыми гуськами, перемещаемыми грузовой лебедкой основного подъема. Гидрораспределитель 45 с механическим управлением от рукоятки предназначен для управления золотником  $a_3b_3$  гидрораспределителя 50 и соответственно гидроцилиндром 37 механизма выдвигания противовеса. Управление золотником  $a_1b_1$  гидрораспределителя 12 производится гидрораспределителем 44 с механическим управлением от педали.

С помощью золотника  $a_1b_1$  поток рабочей жидкости от насоса 5 направляется в напорную линию насоса 4 и далее в гидрораспределитель 51. В результате этого скорость механизма подъема и изменения длины стрелы, а также грузовой лебедки основного подъема и изменения длины стрелы, а также грузовой лебедки основного подъема увеличивается. При включении ограничителя грузоподъемности, установленного на кране, электромагнит гидрораспределителя 42 обесточивается и блок обратных клапанов 43 соединяется с гидробаком 2, в результате чего линии  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $k$ ,  $l$  управления золотниками гидрораспределителей также соединяются с гидробаком, и движение механизмов в сторону уменьшения устойчивости крана прекращает-

ся. При установке на кране управляемого гуська включается гидро-

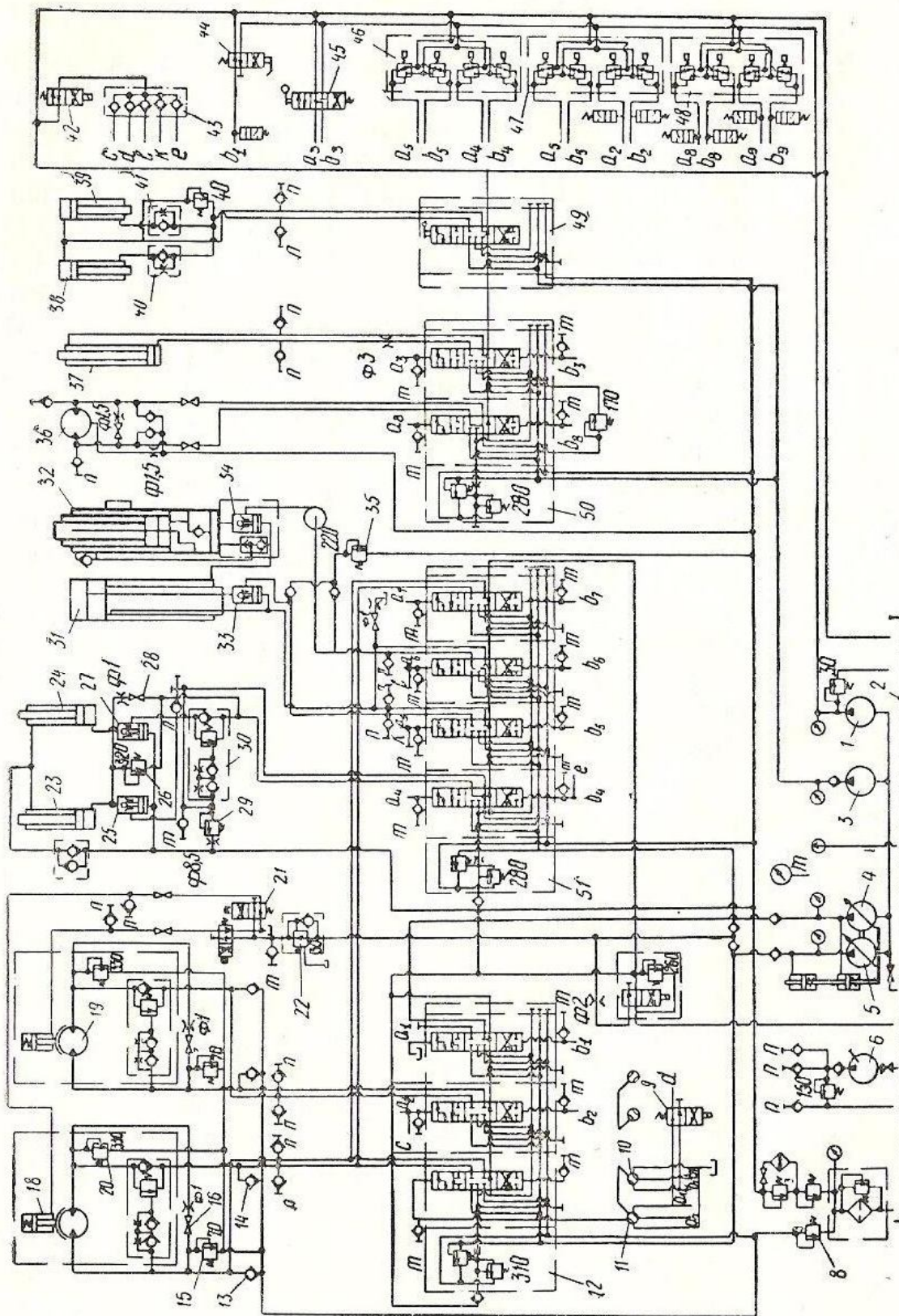


Рис. 5.7 Сема гидропривода крана грузоподъемностью 120 т модели 120 GMТ фирмы Крупш



литель 9 с электромагнитным управлением, и ограничитель грузоподъемности воздействует на золотник  $a_7b_7$  гидрораспределителя 51. При работе с телескопической стрелой гидрораспределитель 9 выключен, и ограничитель грузоподъемности воздействует на первый золотник гидрораспределителя 12.

В гидроприводе кранов фирмы Демаг применены аксиально-поршневые насосы и гидромоторы, а также шестеренные насосы. Давление в гидроприводе достигает 32 МПа. Гидропривод кранов с телескопическими стрелами выполнен с разомкнутой циркуляцией.

На рис. 5.8 приведена схема гидропривода крана НС – 500 грузоподъемностью 160 т фирмы Демаг, в которой применены аксиально-поршневые насосы 2 и 3 с регулятором 4 ( $q=160 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=27,5 \text{ с}^{-1}$ ) и нерегулируемый шестеренный насос 1 ( $q=63,9 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=47,5 \text{ с}^{-1}$ ) фирмы Hydromatik. В системе сервоуправления применен нерегулируемый аксиально-поршневой насос 37 ( $q=18,9 \text{ см}^3/\text{об}$ ;  $n=37,3 \text{ с}^{-1}$ ) той же фирмы. Механизмы крана приводятся с помощью аксиально-поршневых нерегулируемых гидромоторов фирмы Hydromatik. В гидроприводе применены проточные золотниковые гидрораспределители фирмы Rexroth с гидроуправлением в моноблочном исполнении. От насоса 3 рабочая жидкость поступает в гидрораспределитель и далее к гидроцилиндрам 8, 9 и 10 механизма изменения длины стрелы и к гидромотору 12 грузовой лебедки. Насос 2 подает рабочую жидкость через гидрораспределитель 11 к гидромотору 12 грузовой лебедки для повышения скорости перемещения крюковой обоймы, к гидроцилиндру 9 для увеличения скорости перемещения второй подвижной секции стрелы и к гидромотору 13 вспомогательной грузовой лебедки.

Повышение скорости вращения грузовой лебедки и перемещения гидроцилиндра 8 первой секции стрелы, а также вращение гидромотора 15 механизма поворота осуществляется с помощью насоса 1 и гидрораспределителя 16. Золотники гидрораспределителей, регуляторы насосов, гидроцилиндры тормозов, некоторые предохранительные клапаны управляются с помощью системы сервоуправления. Насос 37 подает рабочую жидкость через фильтр 36 и редукционный клапан 35 к гидрораспределителям сервоуправления. Давление в системе сервоуправления равно 3 МПа. Золотники  $a_2b_2$  (механизма

подъема стрелы),  $a_{10}b_{10}$  (механизма поворота),  $a_7b_7$  и  $a_8b_8$  (вспомогательной грузовой лебедки) управляются блоками сервоуправления 17 с центральной рукояткой. Гидрораспределители 21, 25 и 29 с электромагнитами позволяют поочередно или одновременно подключать к рукоятке управления золотники  $a_2b_2$ ,  $a_7b_7$ ,  $a_8b_8$ .

Управление гидрораспределителем 14 производится через клапан 28 с логической функцией *ИЛИ*. При нейтральном положении рукоятки управления линии через гидрораспределитель 14 соединяются с баком 38 и тормоз лебедки замыкается.

Золотники  $a_3b_3$  и  $a_6b_6$  (гидроцилиндры 9 и 10 механизма изменения длины стрелы) управляются блоком сервоуправления 20 с двумя боковыми рукоятками. С помощью блока сервоуправления 30 с центральной рукояткой осуществляется управление золотниками  $a_5b_5$  и  $a_1b_1$  (грузовая лебедка),  $a_4b_4$  и  $a_9b_9$  (гидроцилиндр 8 механизма изменения длины стрелы). Путем подачи напряжения на электромагнит гидрораспределителя 31 с электромагнитным управлением обеспечивается одновременное включение рукояткой управления золотника  $a_5b_5$  с золотником  $a_1b_1$ , что позволяет подключить к гидромотору основной грузовой лебедки насосы 2 и 3 и тем самым увеличить скорость грузовой лебедки.

При включении золотников в сторону  $b_3$ ,  $b_4$  и  $a_6$  (втягивание штоков гидроцилиндров 8, 9 и 10 механизма изменения длины стрелы) рабочая жидкость через клапаны 22 и 33 перемещает золотник гидрораспределителя 6, который включает в работу клапан 5, поддерживающий давление с помощью клапана 7 в штоковых полостях гидроцилиндров, равное 30 МПа. Обратные клапаны 26 и 27 обеспечивают возвращение золотников  $a_7b_7$  и  $a_8b_8$  в нейтральное положение при включении блока сервоуправления 17. При снятии напряжения с электромагнита гидрораспределителя 34 гидролинии  $b_3$ ,  $b_4$  и  $a_6$  соединяются с гидробаком через обратные клапаны 18, 19, 32, и втягивание штока гидроцилиндров 8, 9 и 10 прекращается. При включении приборов безопасности, установленных на кране, напряжение с электромагнита гидрораспределителя 24 снимается и линии  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ ,  $a_5$ ,  $b_6$ ,  $b_7$ ,  $b_9$  с помощью клапана 23 и обратных клапанов в гидрораспределителе 24 соединяются с баком, золотники гидрораспределителей перемещаются в нейтральное положение, и движение механизмов, направленное в сторону уменьшения устойчивости крана, прекращается.

К гидроприводам, относящимся к группе, имеющей как закрытую, так и открытую схему гидропередачи, можно отнести гидропривод крана АУК-40Т-60 грузоподъемностью 25 т фирмы Либхер.

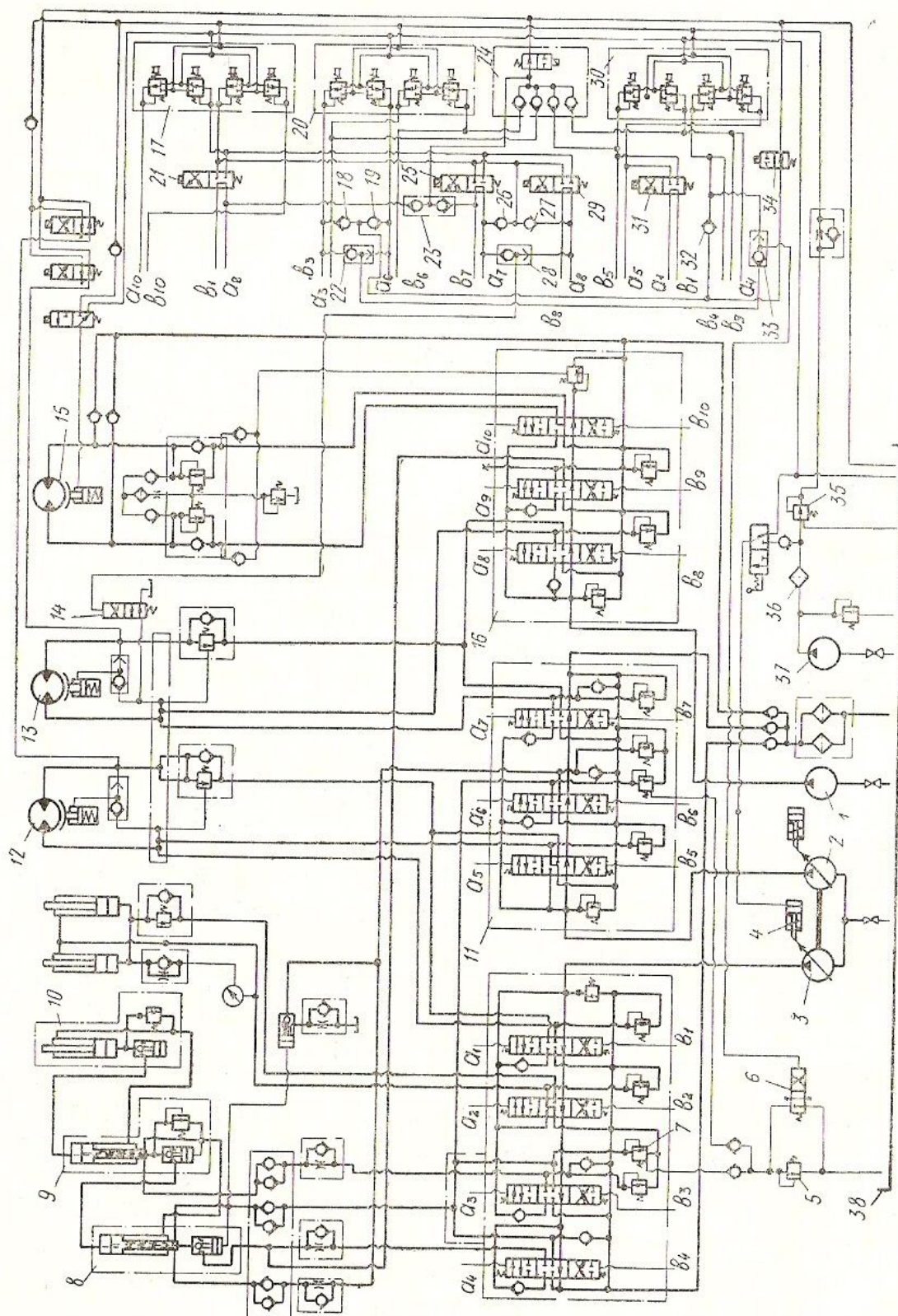


Рис. 5.8. Схема гидропривода крана грузоподъемностью 160 т модели НС – 500 фирмы Демаг

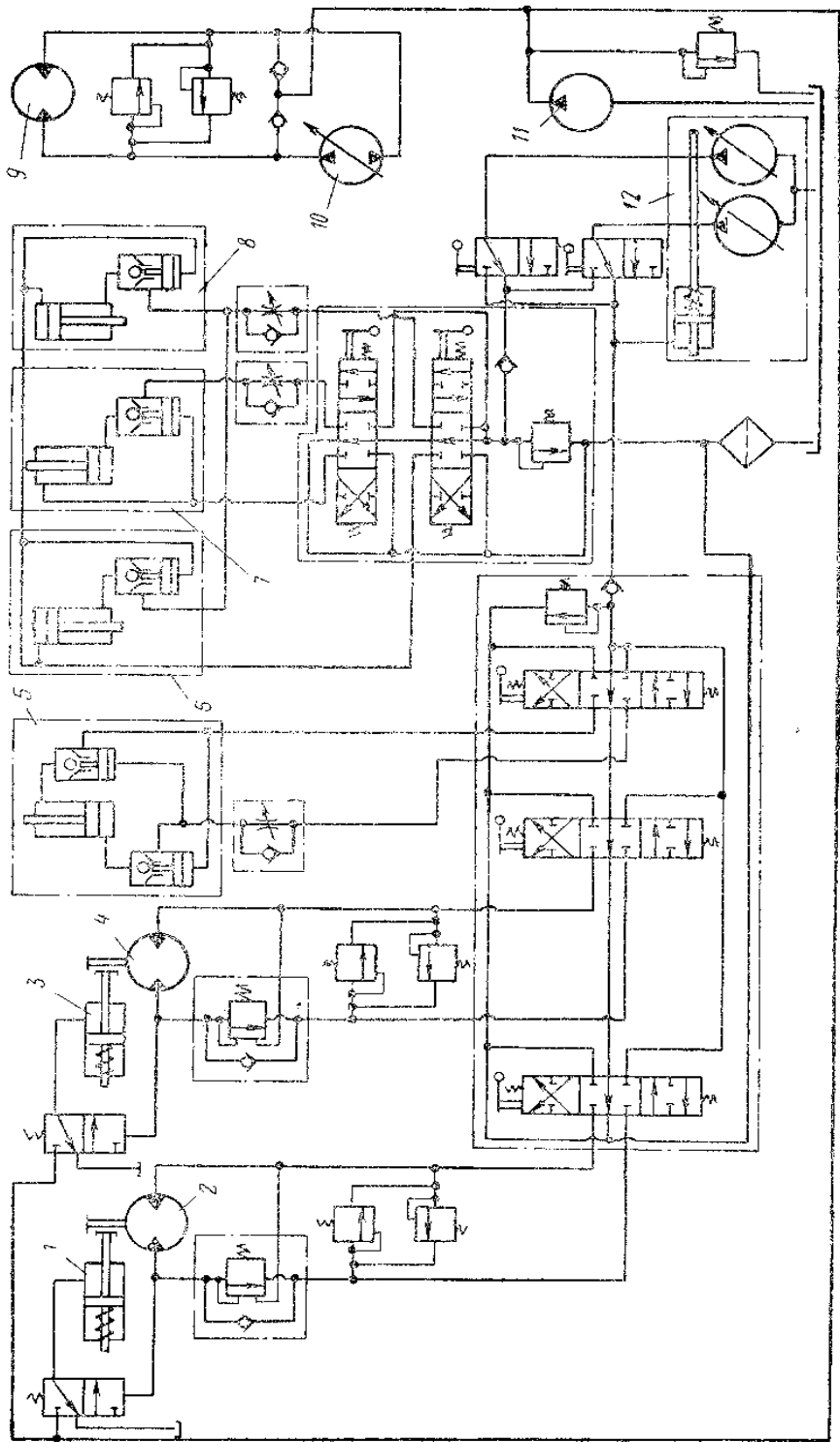


Рис. 5.9. Схема гидропривода крана грузоподъемностью 25 т модели АУК-40Т-60 фирмы Либхер

Он содержит (рис. 5.9) два регулируемых насоса 12 с управлением по давлению, которые приводят в действие гидромотор 2 грузовой лебедки основного подъема, гидромотор 4 грузовой лебедки вспомогательного подъема, гидроцилиндр 5 механизм подъема стрелы и гидроцилиндры 6, 7 и 8 механизма выдвижения стрелы. От насоса 10 приводится гидромотор 9 механизма поворота. Насос 11 предназначен для подпитки замкнутого контура гидросистемы механизма поворота платформы и управления гидроцилиндрами 1 и 3 тормозов грузовых лебедок основного и вспомогательного подъема.

Как видно из рисунка, гидропривод имеет в основном открытую схему гидропередачи, и лишь для механизма поворота применена закрытая схема. Гидрораспределители имеют механическое управление.

Практически у всех фирм заметна тенденция к увеличению грузоподъемности одной и той же модели крана за счет незначительных изменений и усовершенствований конструкций путем уменьшения вылета или отношения коэффициента отношения момента, создаваемого весом поднимаемого груза, к восстанавливающему моменту.

Особенностью развития конструкций тяжелых кранов является стремление к снижению максимальных нагрузок на оси в транспортном положении. Достигается это в некоторой степени снижением массы машины, но в основном путем равномерного распределения нагрузок на все оси и применения одинарных шин с большой нагрузочной способностью. На кранах фирм Либхер, Демаг в рабочем положении противовес выдвигается с помощью гидроцилиндров, что позволяет улучшить параметры крана.

### **5.3. Одноковшовые экскаваторы**

Почти все приводы ходовых систем зарубежных экскаваторов с ковшом емкостью до 6 м<sup>3</sup> оснащены объемными гидропередачами с разомкнутым потоком. Как правило, привод выполняется по схеме: «ДВС – насос – гидромотор – коробка передач – задний и передний мосты». В последние годы наметилась тенденция применения на одноковшовых экскаваторах объемных гидропередач с замкнутым контуром в приводе ходовой системы и гидропередач с автоматическим

регулируемым крутящего момента для привода механизма поворота платформы тяжелых экскаваторов (модели фирм Caterpillar и Liebherr).

Крупнейшим производителем гидравлических экскаваторов является Япония. Наиболее известные у нас фирмы, занимающиеся производством одноковшовых экскаваторов: Като, Хитачи, Коматсу, Мицубиси.

Двухпоточный гидропривод (рис. 5.10) с отдельно регулируемыми потоками аксиально-поршневого насоса применен на экскаваторе модели HD1500GYS фирмы Като (Япония).

При эксплуатационной массе 39,5 т и двигателе мощностью 147 кВт (200 л.с.) экскаватор оснащается оборудованием обратной лопаты с ковшом геометрической емкостью 1,5 м<sup>3</sup>. Сдвоенный насос 1 с внутренним раздаточным редуктором имеет непрямоe раздельное автоматическое регулирование рабочего объема качающих узлов, приближенно обеспечивающее постоянство потребляемой мощности в диапазоне регулирования 1,5, а также произвольное непрямоe регулирование рабочего объема в диапазоне 7 в зависимости от давления в гидролиниях блоков 18, 19, 20 сервоуправления. Редуцированное в какой-либо из рабочих линий сервоуправления давление подается на соответствующий регулятор рабочего объема через блок 17 обратных клапанов. При отсутствии сигналов сервоуправления рабочий объем качающих узлов минимален, что обеспечивает уменьшение потерь холостого хода и бескавитационный запуск насосов.

Шестеренный насос сервоуправления фланцуется к корпусу насоса 1, в который встроен предохранительный клапан системы сервоуправления (2,2 МПа). Слив этого клапана использован для промывки радиально-поршневого гидромотора поворота платформы с целью выравнивания температуры элементов гидромотора.

Силовые потоки от насоса 1 подают к четырехзолотниковым блокам 5 и 11 секционной конструкции с встроенными первичными (21 МПа) и вторичными (25 МПа) предохранительными клапанами патронного исполнения. Золотники гидромоторов в нейтральном положении соединяют обе рабочие линии со сливом. Торможение каждого гидромотора и запираение его рабочих линий осуществляется при помощи блока противообгонного и предохранительного устройств.

В грузовых линиях гидроцилиндров 8 и стрелы 15 также установлены противообгонные клапаны. Такое решение сложнее, чем обычно применяемый для этих целей дроссель с обратным клапаном, однако оно более надежно предотвращает кавитацию, эффективно работая как на номинальном, так и на сниженных значениях потока.

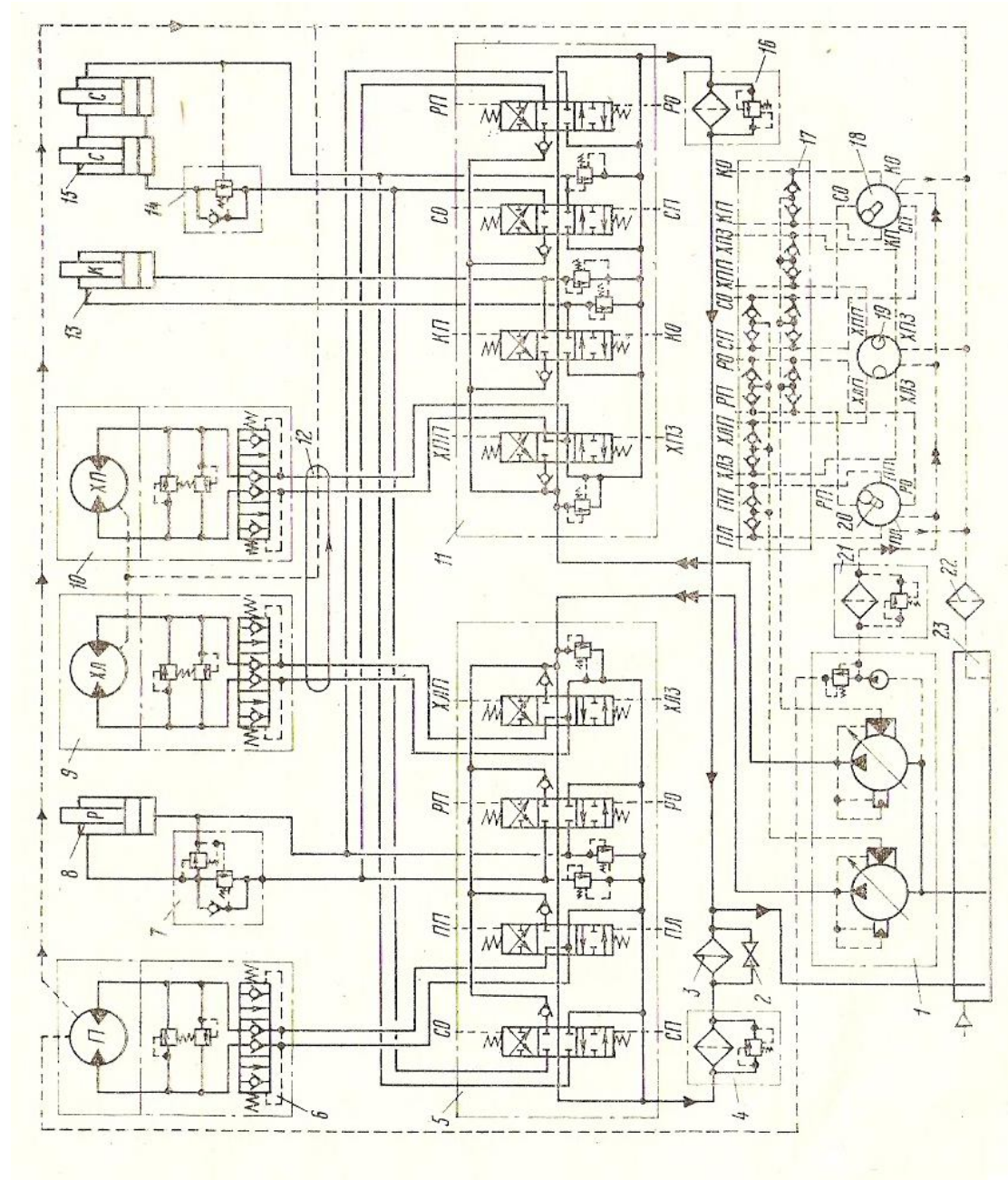


Рис. 5.10. Гидросистема экскаватора модели HD1500GYS фирмы Каго (Япония)

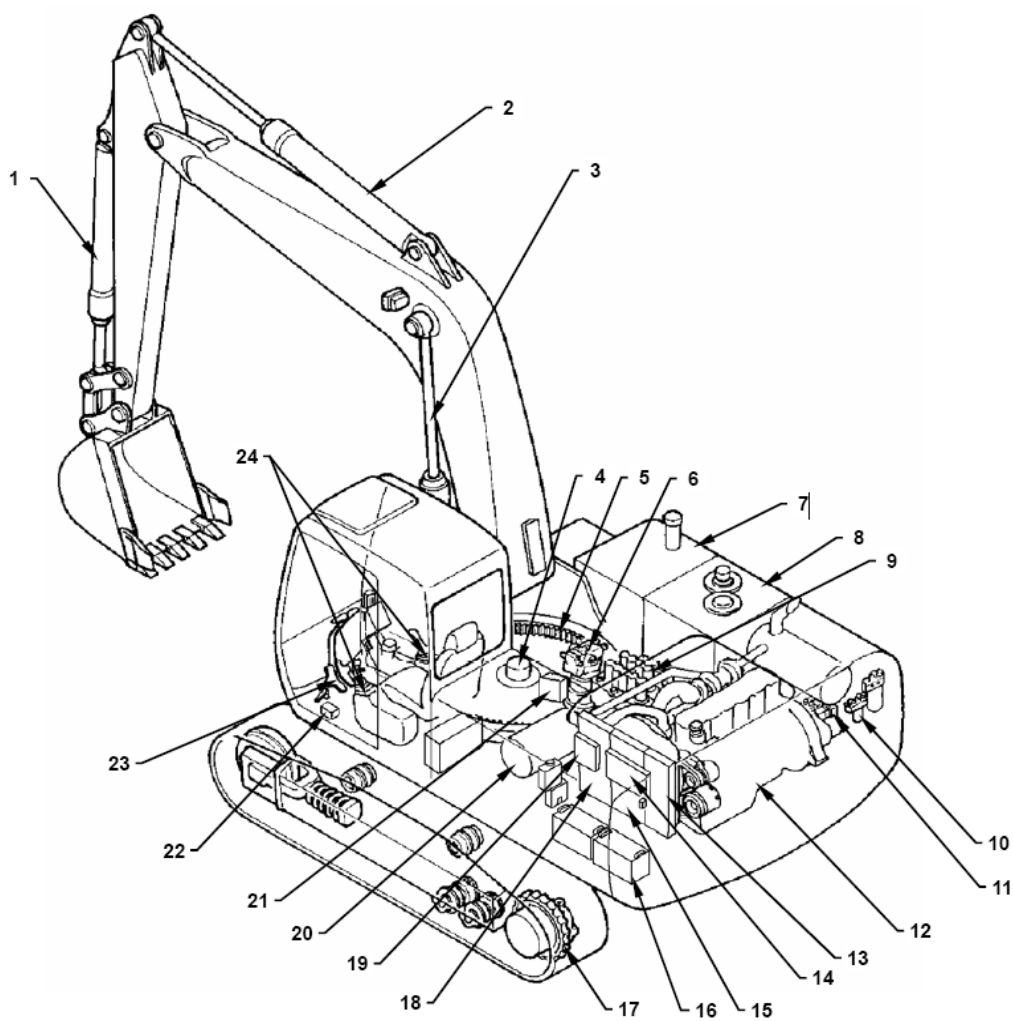


Рис. 5.11. Экскаватор Хитачи Заксис:

- 1 – гидроцилиндр ковша; 2 – гидроцилиндр рукояти; 3 – гидроцилиндр стрелы;  
 4 – центральный шарнир; 5 – опорно-поворотное устройство;  
 6 – механизм вращения поворотной части; 7 – топливный бак; 8 – гидробак;  
 9 – гидрораспределитель; 10 – фильтр системы управления  
 /предохранительный клапан системы управления; 11 – насосный агрегат;  
 12 – двигатель; 13 – промежуточный охладитель;  
 14 – конденсатор кондиционера; 15 – радиатор; 16 – аккумуляторная батарея;



- 17 – механизм передвижения; 18 – маслоохладитель;  
 19 – охладитель топлива; 20 – воздухоочиститель;  
 21 – гидрораспределитель системы управления;  
 22 – электромагнитный клапан блокировки системы управления;  
 23 – клапан управления передвижением; 24 – клапан управления рабочим оборудованием/клапан управления вращением поворотной части

Системы гидроприводов экскаваторов другой ведущей в этой отрасли фирмы Японии – Hitachi (рис. 5.11) – близки по конструктивным решениям к описанной. Главное отличие – в особом внимании фильтрации рабочей жидкости. В гидроприводах этой фирмы помимо полнопоточных фильтров бумажными сменными фильтро-элементами, имеющими тонкость фильтрации 10 мкм, устанавливаются неполнопоточные фильтры с тонкостью фильтрации 2 мкм.

На рис. 5.11 изображен гидравлический экскаватор Хитачи Заксис, а на рис. 5.12 – рабочее оборудование данного гидравлического экскаватора.

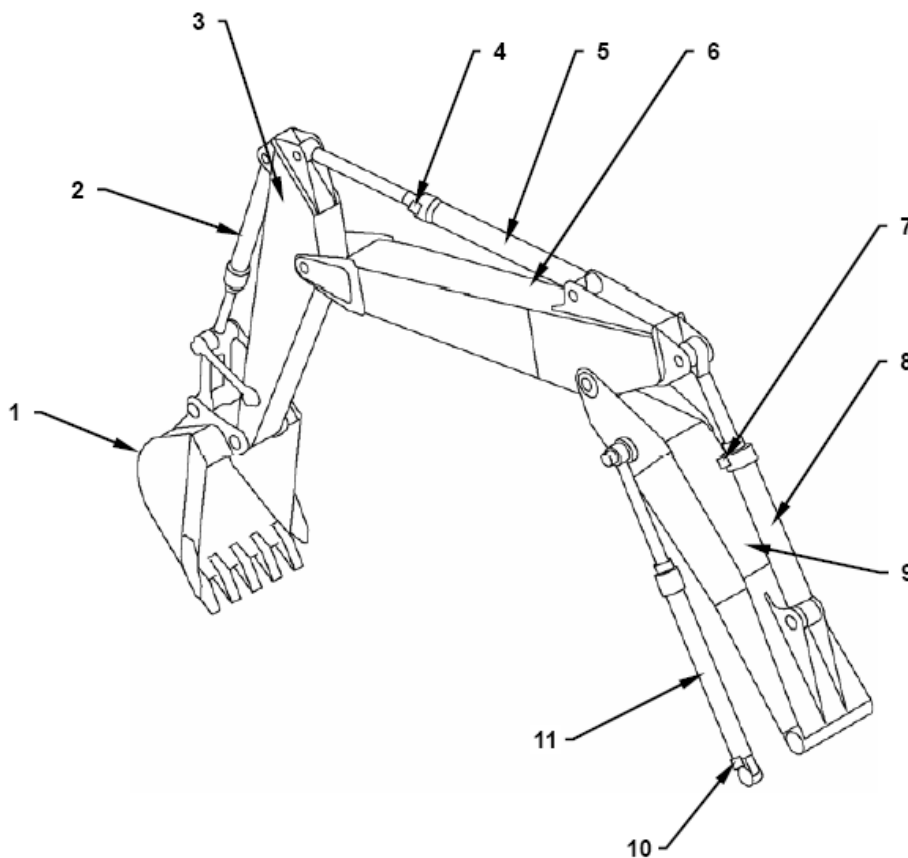


Рис. 5.12. Рабочее оборудование экскаватора Хитачи Заксис:  
 1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – рукоять;  
 4 – запорный клапан для предотвращения разрыва

шлангов (гидроцилиндр рукояти); 5 – гидроцилиндр рукояти;  
6 – верхняя секция стрелы; 7 – запорный клапан для предотвращения разрыва шлангов (гидроцилиндр верхней секции стрелы); 8 – гидроцилиндр верхней секции стрелы;  
9 – нижняя секция стрелы; 10 – запорный клапан для предотвращения разрыва шлангов (гидроцилиндр стрелы);  
11 – гидроцилиндр стрелы

По данным японской фирмы Коматсу, ее гидроэкскаватор оснащен четырехпоточной гидросистемой с автоматическим регулированием рабочего объема аксиально-поршневых насосов по рабочему давлению в пределах заданной мощности по давлению сервоуправления. Предусмотрено автоматическое уменьшение потоков при давлении, близком к настройке предохранительного клапана, и при холостой работе. При неработающем механизме поворота платформы потоки насосов, объединенные по два, поступают к двум гидрораспределителям остальных гидродвигателей, причем для питания гидроцилиндров стрелы и рукояти потоки объединяются за распределителями. При включении гидромотора поворота для его питания отводится половина каждого сдвоенного потока.

Фирма Коматсу на тяжелых гидравлических экскаваторах использует аккумуляторную установку для накопления энергии опускающего рабочего оборудования, которая высвобождается в момент его подъема. Экономия составляет 25 % от энергии, затрачиваемой на подъем стрелы (рис. 5.13).

Японские фирмы Коматсу и Мицубиси (рис. 5.14) предусматривают на своих экскаваторах специальные устройства для уменьшения подачи насосов при нейтральном положении золотников, при регулировании скоростей рабочих движений и при срабатывании предохранительных клапанов.

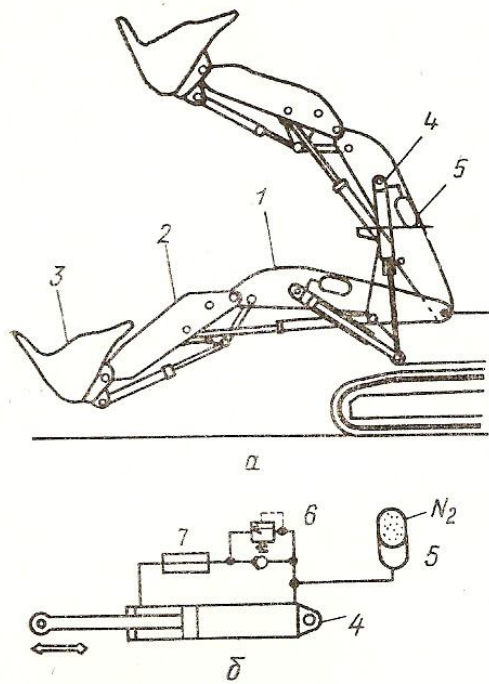


Рис. 5.13. Рекуперация энергии при опускании рабочего оборудования на тяжелых экскаваторах фирмы Коматсу (Япония)

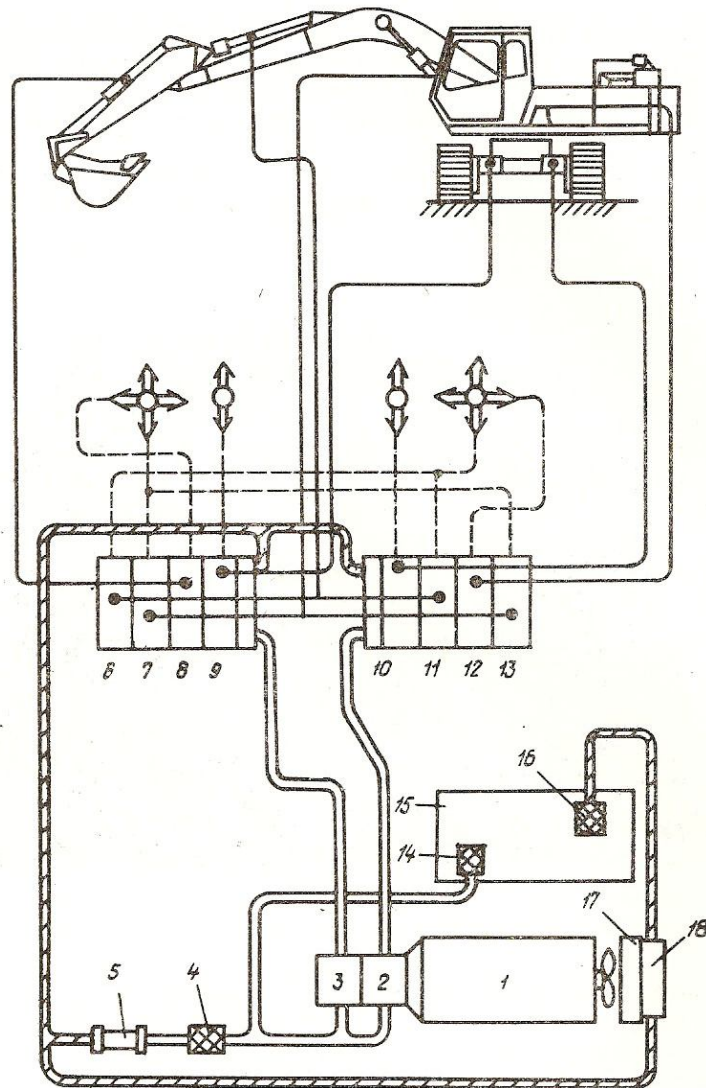


Рис. 5.14. Схема гидропривода экскаваторов фирмы Мицубиси (Япония)

Радиально-поршневые насосы применяются только на экскаваторах фирмы Поклайн (Франция). В качестве примера рассмотрим систему гидроприводов (рис. 5.15) гусеничного экскаватора модели 220. Насос четырехпоточный приводится непосредственно от вала первичного двигателя. От насоса 5 два потока 4 и 3 поступают к блоку 6 ступенчатого отключения потоков, который содержит напорные золотники 10 и 9 непрямого действия, управляемые клапанами-пилотами 7 и 8, настроенными соответственно на давления 19 и 28 МПа. Поток 2 поступает к секции гидромотора 24 поворота платформы, входящей в клапанно-распределительный блок 38 гидромоторов. Поток 1 поступает к клапанно-распределительному блоку 11 гидроцилиндров рабочего оборудования.

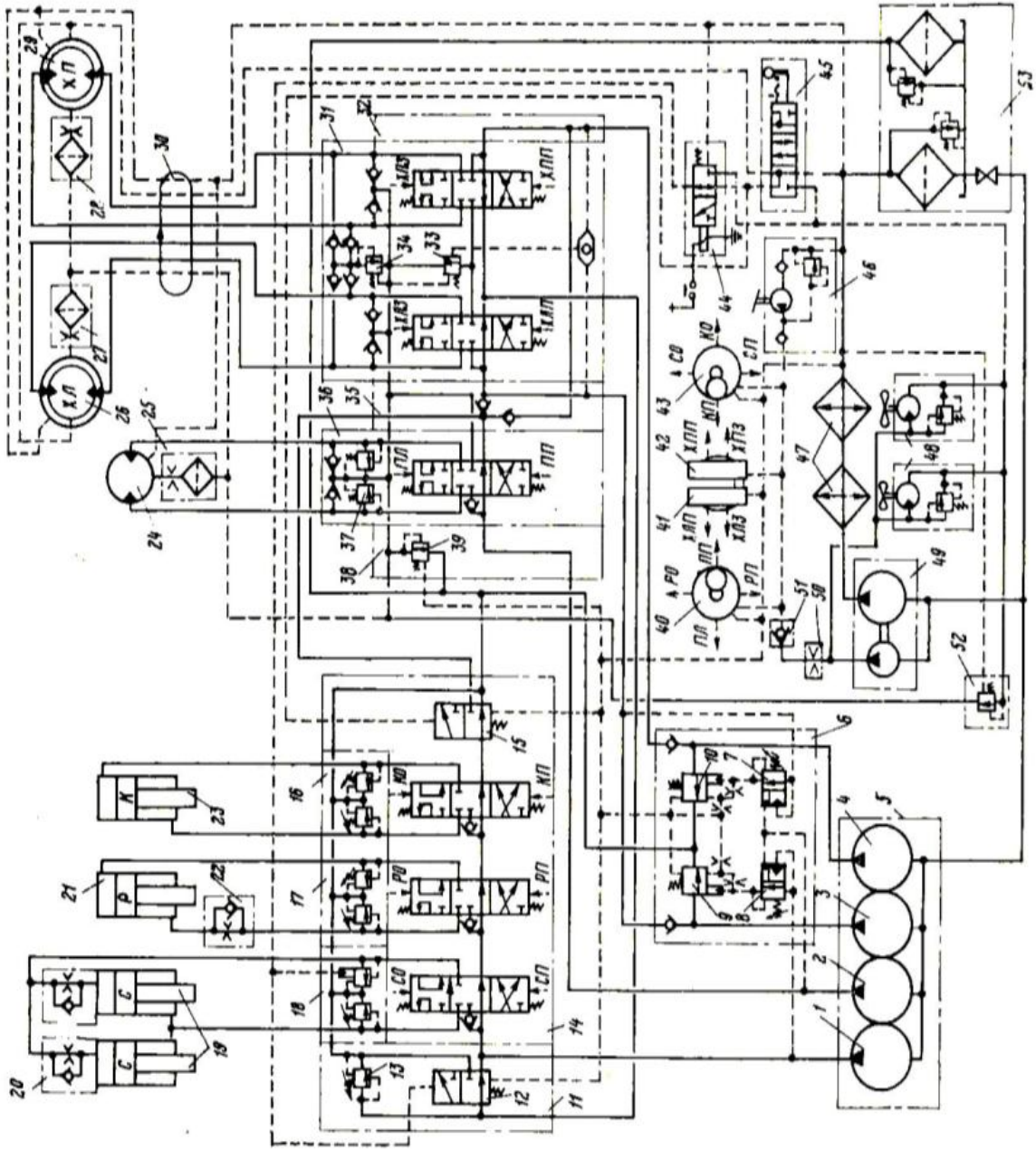


Рис. 5.15. Гидросхема экскаваторов модели 220 Поклайн (Франция)

От блока 6 потоки 3 и 4 поступают к блоку 32 гидромоторов, а именно к золотникам гидромоторов хода.

Гидропривод хода отличается рядом особенностей. Во-первых, радиально-поршневые гидромоторы 26 и 29 имеют ступенчато регулируемый рабочий объем, что достигается отключением половины их рабочих гидроцилиндров при подаче сигнала управления в третьем положении золотника 45. Во-вторых, при нейтральном положении золотника секция 36 гидромотора поворота платформы поток 2 питает гидромоторы хода так же, как поток 1 при втором и третьем положении золотника 45 и перемещении из нейтральной позиции двухпозиционной золотника 15. Таким образом, на гидромоторы хода можно использовать либо часть потоков насоса, независимо совмещая с передвижением поворот платформы и движение рабочего оборудования, либо все потоки насоса и изменение рабочего объема гидромотора (37 – предохранительные клапаны гидромотора поворота платформы), получая максимальную скорость передвижения. В-третьих, применен один тормозной клапан 33 в сливной линии, управляемый через клапан *ИЛИ* от напорных линий гидрораспределителя хода, который работает только при включении гидромоторов хода.

Поворот платформы осуществлен от радиально-поршневого гидромотора 24. Предусмотрены постоянные обогрев внутренних полостей гидромоторов теплой рабочей жидкостью через фильтры-дрессели 25, 27, 28 и подпитка через два обратных клапана от линии низкого давления, в которую при включении гидромоторов подается отходящий поток. На рис. 5.15 имеется охладитель рабочей жидкости. 47, 48 – это гидромоторы вентиляторов-охладителей. Противопросадочные обратные клапаны встроены в золотник гидромотора поворота и обуславливают дополнительные потери на входе-выходе гидромотора. При нейтральном положении золотника гидромотора поворота поток 2 насоса 5 направляется к промежуточной секции с двумя обратными клапанами и при нейтральном положении золотника секции 31 гидромоторов хода вместе с потоками 3 и 4 – к распределительно-клапанному блоку 11 гидроцилиндров рабочего оборудования.

В этом блоке имеется входная секция с золотником-селектором 12, который в зависимости от положения электрогидравлического золотника 44 направляет объединенные потоки 2, 3 и 4 либо к сек-

ции 14 золотников гидроцилиндров, либо на слив. Во входной секции также расположен первичный предохранительный клапан 13, настроенный на давление 32 МПа. Золотники гидроцилиндров расположены в моноблочной отливке и имеют последовательное питание. Вторичные предохранительные клапаны прямого действия настроены на давление 30–37 МПа, из них клапана поршневой линии гидроцилиндра стрелы 19 имеет гидроуправление настройкой, которая при подаче сигнала управления увеличивается от 37 до 42 МПа. Это происходит при подаче к гидроцилиндру стрелы только одного потока при работе с тяжелым грузом. Подпитка рабочих линий гидроцилиндров не предусмотрена. В грузовых линиях гидроцилиндров стрелы 19 и рукояти 21 вмонтированы беспружинные обратные клапаны с нерегулируемыми дросселями 20 и 22. Гидроцилиндры 19, 21 и 23 ковша имеют подвижные уплотнения. Фильтры встроены внутрь бака 53, направление потока – изнутри наружу; 30 – это центральный коллектор, 40, 41, 42, 43 – блоки сервоуправления золотниками.

Оригинальной трехпоточной системой гидропривода с использованием аксиально-поршневых насосов отличаются экскаваторы фирмы Локомо (рис. 5.16). Эти унифицированные по поворотной части экскаваторы на пневмоколесном и гусеничном ходу оснащены дизельным двигателем мощностью 103 кВт, рабочим оборудованием обратной лопатой с телескопически перемещаемой верхней частью стрелы и ковшом номинальной емкостью около 0,8 м<sup>3</sup>. Двигатель 1 приводит в движение через гидротрансформатор и раздаточный редуктор три одинаковых нерегулируемых насоса 4, 5 и 6, которые по замкнутой схеме питают три группы силовых гидродвигателей экскаватора. В моноблочных распределительно-клапанных блоках 19, 27, 28 осуществляется непрямая разгрузка насосов при помощи клапана-регулятора, управляемого золотниками с закрытым центром.

Последние имеют всего пять силовых каналов и поэтому относительно короткие. Первичные предохранительные клапаны блоков настроены на давление 28 МПа. Питание золотников параллельное, а конструкция унифицирована как для механического, так и для электрогидравлического управления. За исключением двустороннего гидрозамка 26, противопросадочных клапанов в гидросистеме не предусмотрено. Распределительные блоки 12, 27, 28 имеют литой корпус, 49 – насос. Дополнительные вторичные предохранительные

клапаны 18 и 21 настроены на давление 29 МПа. К гидромотору 13 поворота платформы рабочая жидкость поступает от одного из золотников блока 12.

Электрогидравлические клапаны-пилоты этого золотника включаются контакторами, механически связанными с педалями управления поворотом и золотником 15 выключения плавающего положения гидромотора, а электрически – с соленоидом электрогидравлического клапана 16 отключения тормоза поворота. Давление в нагруженной рабочей линии гидромотора через клапан 16 передается под торец золотника 15 и далее на одну из педалей управления. Поэтому при разгоне поворотной части (и при торможении) величина момента на гидромоторе поворота пропорциональна усилию на педали. Представляет интерес управление гидромотором хода 32 и гидроцилиндром 31 выносных опор. Питание этих гидродвигателей осуществляется объединенным потоком от двух насосов 5 и 6, а также соответствующих золотников блоков 12 и 28.

Объединенный реверсивный поток насосов 5 и 6 поступает через центральный коллектор на ходовую часть и здесь направляется золотником 30 к гидромотору 32 хода либо к гидроцилиндру 31 выносных опор. В нейтральной позиции путевой золотник обеспечивает плавающее положение гидромотора 32, что позволяет осуществлять движение экскаватора накатом, переключение скоростей (гидроцилиндром 35) на ходу и торможение колесными тормозами (гидроцилиндрами 38). Поскольку гидроцилиндр 35 имеет пружинный возврат в нейтральное положение, то при транспортировке экскаватора на прицепе за тягачом обе передачи автоматически выключаются, чем предотвращается выход из строя гидромотора 32.

Для гусеничного варианта экскаватора в комплекте гидропривода на поворотной части исключаются автономные гидроприводы колесных тормозов и рулевого управления с насосами 43, 45, а рабочие линии двух золотников, питавших гидромотор 32, разъединяются для питания бортовых гидромоторов 55 и 58. Заслуживает внимания предохранение натяжного устройства с помощью клапана 52 и ряда обратных клапанов 54, подпитывающих гидроцилиндры 53 натяжного устройства от рабочих гидролиний гидромоторов 55 и 58. Система автоматического управления гидроцилиндрами тормозов 57 хода предназначена также для предотвращения обгонного режима при съезде экскаватора с уклона, так как гидротрансформатор не сможет



воспринять попутные нагрузки от двух насосов 5 и 6, которые в этом случае будут работать в качестве моторов. На рис. 5.17 показаны рабочие зоны гидравлического экскаватора Локомо (Финляндия).

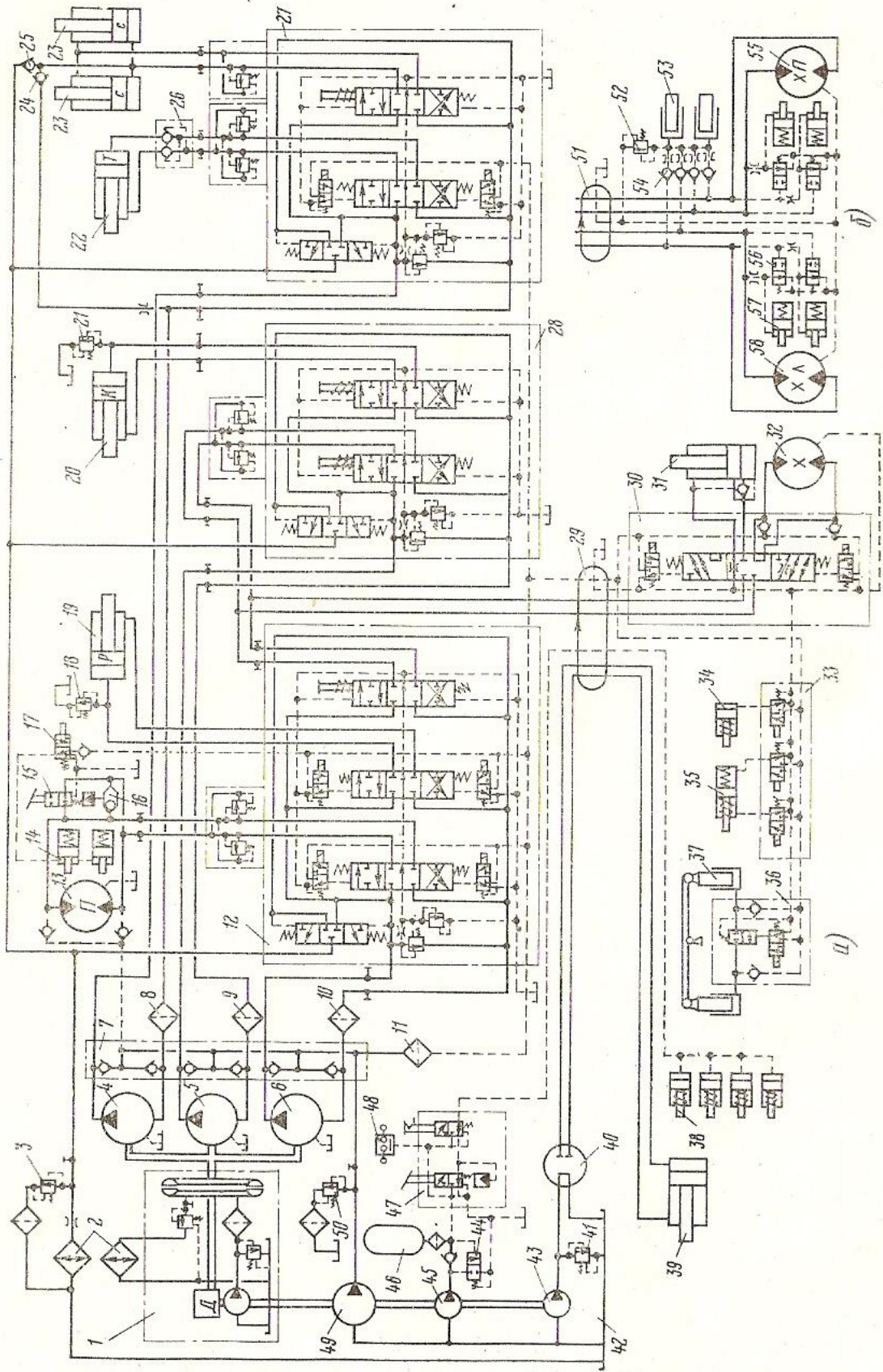


Рис. 5.16. Гидросхема экскаваторов фирмы Локомо (Финляндия)

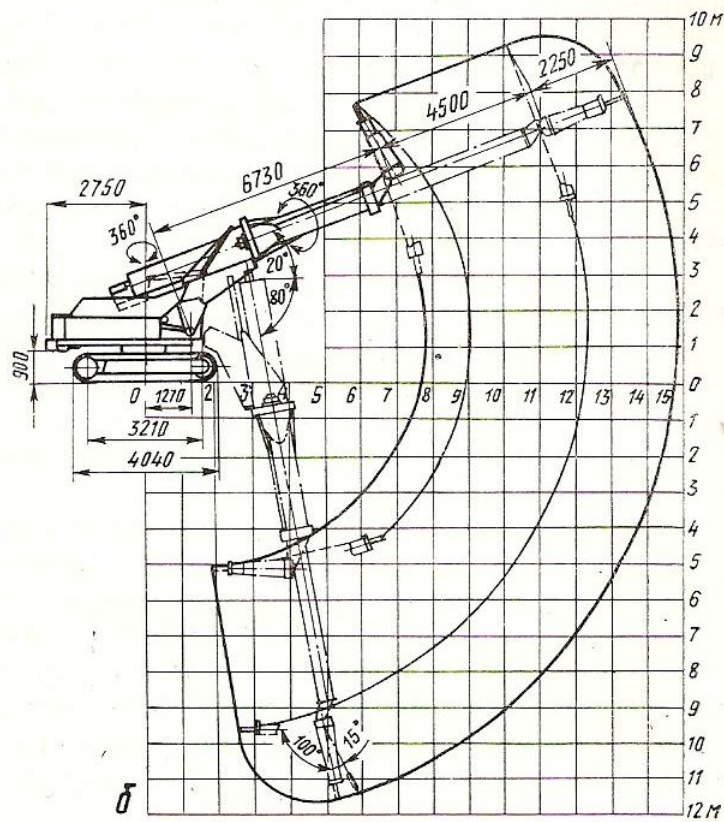
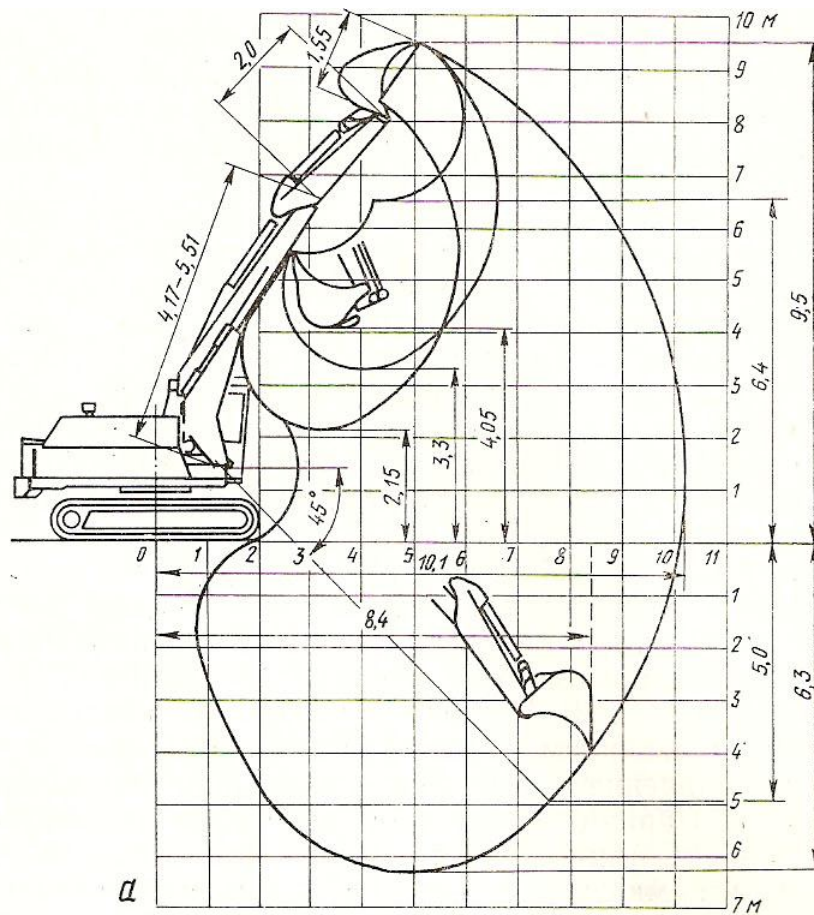


Рис.5.17. Рабочие зоны гидравлического экскаватора Локомо (Финляндия)

Многопоточные гидросистемы с аксиально-поршневыми насосами можно рассматривать на примере экскаватора модели Атлас АВ 2502 фирмы Вайхайзен (Германия) (рис. 5.18). Насосы 2 и 3 с реверсивным регулированием питают по незамкнутой схеме гидрораспределителя гидроцилиндров рабочего оборудования и гидромоторов хода, а реверсивно-регулируемый насос 4 питает по замкнутой схеме гидромотор 37 поворота платформы.

В состав насосного агрегата реверсивно-регулируемого насоса 4 входит также шестеренный насос 5 управления, подпитки и охлаждения. Настройка предохранительных клапанов потока управления – 3 МПа, а потоков охлаждения, подпитки и промывки – 0,6, 0,2 и 0,9 МПа соответственно. В состав гидропривода входит также сдвоенный шестеренный насос 6, одна из секций которого используется для автономного охлаждения рабочей жидкости гидросистемы, а другая секция – для питания сервосистемы регулирования насосов 2 и 3 и управления гидрораспределителями 11 и 23.

Насосы 2 и 3 снабжены регуляторами рабочего объема непрямого действия. В исходном положении рабочий объем минимален, подача сигнала управления приводит к увеличению рабочего объема. Сигнал генерируется в делителе потока 9 и ограничивается настройкой предохранительного клапана до 2,3 МПа. Далее сигнал формируется золотником 34, имеющим принудительное управление от педали и связанным с центробежным регулятором 32 дизеля, а также гидроклапанами 30 и 31 давления на напорных линиях насосов, настроенных на 28 МПа.

При запуске двигателя и при сниженной частоте вращения его вала золотник 34 сохраняет положение, показанное на рисунке, соединяя линии управления насосами с дренажем. Дальнейшее увеличение частоты вращения приводит к частичному или полному перекрытию золотника 34, и рабочий объем насосов достигает номинального значения. Наличие педали 33 позволяет произвольно уменьшить рабочий объем насосов независимо от оборотов двигателя. Питание каждого из гидроцилиндров, в том числе сдвоенного гидроцилиндра стрелы, осуществляется от двух потоков. Обеспечивается независимое совмещение работы гидроцилиндров рукояти и стрелы. Управление гидроцилиндрами 16 и 12 тормозов хода автоматическое.

В гидромотор поворота 37 встроены предохранительные клапаны, настроенные на 28 МПа, и промывочный клапан с двойным гидрозамком, обеспечивающим подключение промывочного клапана к

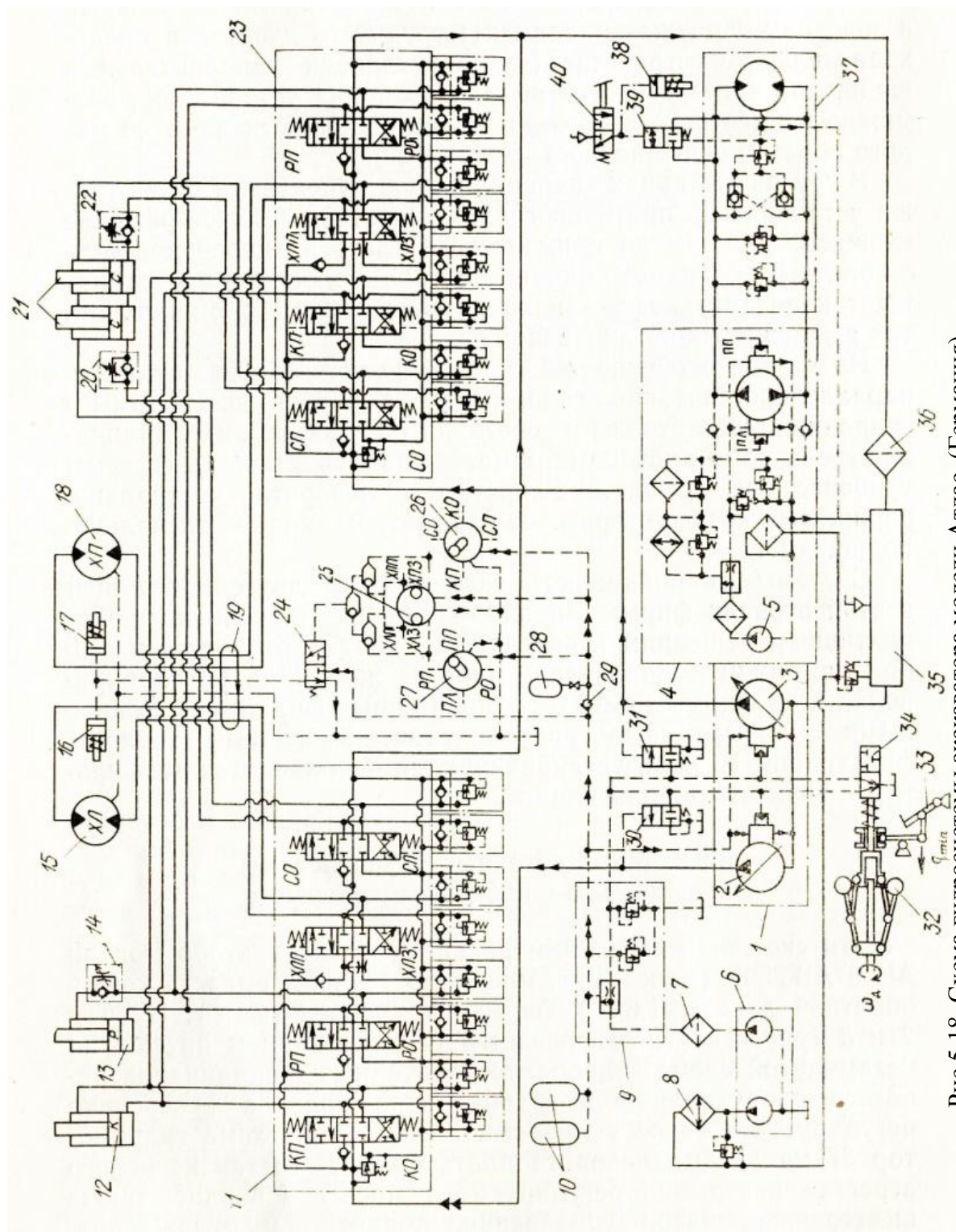


Рис.5.18. Схема гидросистемы экскаватора модели Атлас (Германия)

ненагруженной линии гидромотора. Реверсивное управление рабочим объемом гидронасоса 4 осуществляется от левой рукоятки пульта (блок 27 сервоуправления). Сигналы левого или правого поворота (ПЛ, ПП) подаются на усилители, питание которых осуществляется малым потоком от вспомогательного насоса 5. Запитка полости агрегата 4 рабочей жидкостью производится под давлением примерно 0,08 МПа со слива радиатора 8 (давление настройки подпорного клапана 0,03 МПа плюс давление наддува в баке).

Наддув в баке 35 и питание клапана пневмозолотника 40 осуществляются от компрессора (на схеме не показан). Основной фильтр 36 гидросистемы выполнен встроенным в бак, фильтр 7 системы низкого давления – магистрального типа.

Многолетний опыт создания экскаваторов имеет фирма Либхер, которая использует наиболее прогрессивные достижения мирового экскаваторостроения, создала новый ряд пневмоколесных и гусеничных экскаваторов.

Новая схема гидропривода экскаваторов фирмы Liebherr имеет следующие особенности:

- предпочтительное питание механизма поворота от одной из секций насоса при возможности независимого совмещения этого движения с любым движением рабочего оборудования;
- возможность совмещения передвижения экскаватора с поворотом платформы либо подъемом-опусканием стрелы, поворотом рукоятки и поворотом ковша;
- суммирование потоков обеспечивается как при движении стрелы, так и при повороте рукоятки и ковша.

На рис. 5.19 и 5.20 изображены экскаваторы фирмы Либхер на колесном и гусеничном ходу.

На экскаваторах фирмы Liebherr первого поколения применялась двухпоточная гидросистема со сдвоенными аксиально-поршневыми насосами с прямым синхронным регулированием их объемов. Гидросистема обеспечивала независимое совмещение движений стрелы (либо ковша) с поворотом платформы либо поворотом рукоятки.

В новом поколении экскаваторов Liebherr на средних моделях сохранена двухпоточная система с прямым синхронным регулированием объемов насосов. Регулятор мощности насоса имеет тройной пакет пружин. Новые экскаваторы фирмы Liebherr имеют усовершенствованную разводку, рукава высокого давления с соединениями фланцевого типа, кабину увеличенных размеров, совмещенный с сиденьем пульт управления, левый блок которого откидной, обеспечивающий удобный вход и отключение сервоуправления при выходе из машины.

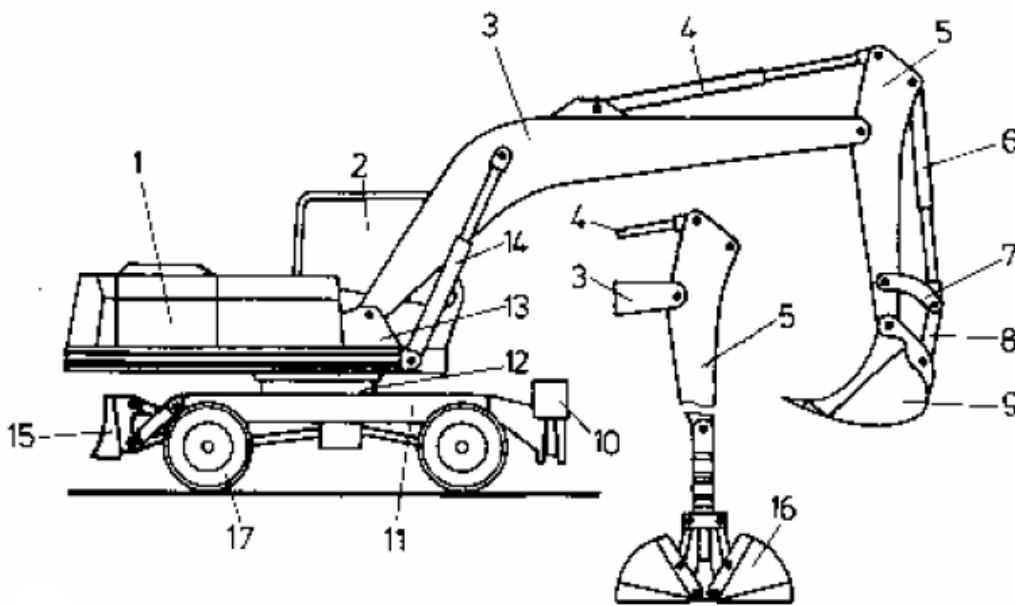


Рис. 5.19. Экскаватор на колесном ходу фирмы Либхер (Германия):  
 1 – корпус; 2 – кабина; 3 – стрела; 4 – гидроцилиндр стрелы;  
 5 – рукоять; 6 – гидроцилиндр рукояти; 7 – кронштейн;  
 8 – гидроцилиндр ковша; 9 – ковш; 10 – аутригер; 11 – шасси;  
 12 – поворотная платформа; 13 – кронштейн; 14 – гидроцилиндр стрелы;  
 15 – отвал; 16 – сменное оборудование; 17 – колеса

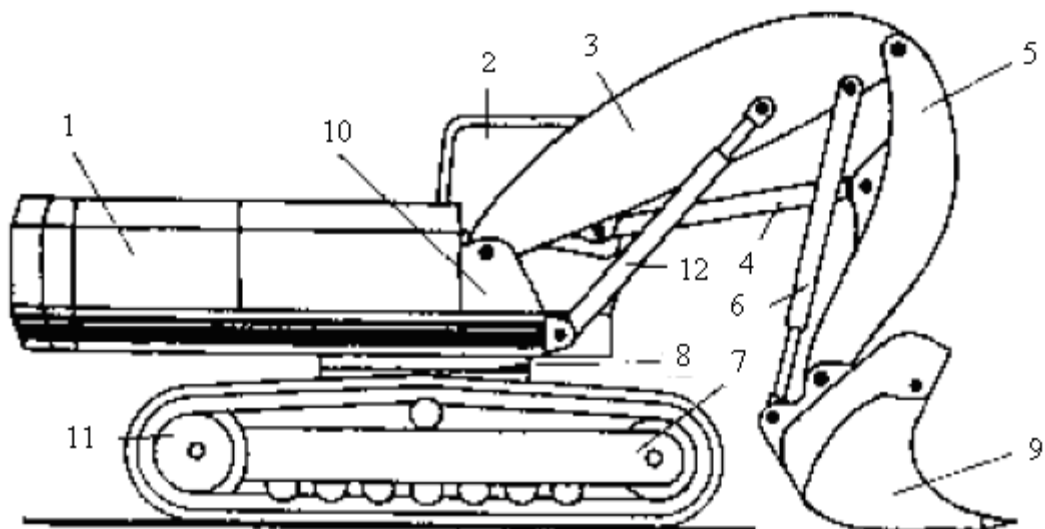


Рис. 5.20. Экскаватор на колесном ходу фирмы Liebherr (Германия):  
 1 – корпус; 2 – кабина; 3 – стрела; 5 – рукоять;  
 12, 6, 4 – гидроцилиндры рабочего оборудования; 10 – кронштейн;  
 8 – поворотная платформа; 7, 11 – гусеничные движители;  
 9 – ковш

### *Контрольные вопросы*

1. Назовите крупных зарубежных производителей дорожно-строительной техники.
2. В чем особенность схем зарубежных погрузчиков?
3. В чем особенность схем зарубежных самоходных кранов?
4. Назовите типы силовых насосных установок.
5. В чем особенность схем зарубежных экскаваторов?
6. Какие типы насосов используются в схемах погрузчиков фирмы Ланц?
7. Что происходит в качающем узле насоса с повышением рабочего давления?
8. В чем особенность гидравлической схемы фронтального пневмоколесного погрузчика?
9. Какие существуют способы привода колес погрузчиков с объемной гидравлической передачей?
10. Преимущества сочетания гидравлической передачи с механической коробкой.
11. Какие особенности в схемах, где необходимо изменение угла поворота колесного движителя?
12. В чем заключается принцип управления приводом поворота колес на зарубежной технике?
13. В чем особенность гусеничных погрузчиков?



14. В чем особенности проектирования и изготовления зарубежных стреловых самоходных кранов?
15. Как подразделяется гидропривод по виду циркуляции?
16. В чем преимущества гидравлических схем автомобильных кранов фирмы Либхер?
17. Какой тип циркуляции рабочей жидкости наиболее часто используется на зарубежных кранах?
18. Какой тип управления имеют гидрораспределители фирмы Либхер в схеме крана грузоподъемностью 25т.
19. Какие способы предотвращения кавитации существуют в гидросистемах?
20. В чем особенности экскаваторов фирмы Хитачи?

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Объемный гидропривод находит все большее применение, особенно в последние годы, в механизмах хода пневмоколесных и гусеничных строительных, дорожных, лесозаготовительных и многих других мобильных машин, вытесняя традиционно применяемые механический, гидромеханический и в некоторых областях электрический приводы. Главное назначение гидравлических систем мобильных машин – трансформация механической энергии, вырабатываемой первичным двигателем, в гидравлическую энергию сжатой рабочей жидкости и передача ее к исполнительным рабочим органам мобильных машин, где она вновь реализуется как механическая энергия.

Бурное развитие техники требует от специалистов не только высоких теоретических знаний, но и хороших практических навыков. Для правильного ухода и эксплуатации гидравлического оборудования требуются квалифицированные специалисты, хорошо разбирающиеся в особенностях применяемого гидравлического оборудования. В подготовке таких специалистов немалую роль играет умение читать принципиальные гидравлические схемы, разбираться в их особенностях, составлять схемы самостоятельно.

В учебном пособии приведен опыт в проектировании гидравлических систем мобильных машин, представлены типовые принципиальные гидравлические схемы отечественных и зарубежных машин (автогрейдеров, бульдозеров, скреперов, автомобильных кранов, экскаваторов и других машин), разработанных различными организа-

циями, имеющими большой опыт проектирования гидропривода подобных машин. Дается подробное описание работы принципиальных гидравлических схем мобильных машин, для того чтобы студенты использовали их в курсовом и дипломном проектировании.

Учебное пособие содержит рекомендации к проектированию, включающие сведения по условным графическим изображениям основных элементов гидропривода, правилам составления принципиальных гидравлических схем.

Таким образом, можно заключить, что пособие является актуальным для обучения студентов по специальностям: 190205 (170900) «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», 190603 (230100) «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования», 190601 (150200) «Автомобили и автомобильное хозяйство».

*Учебное издание*

Галдин Николай Семенович,  
Семенова Ирина Анатольевна

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ  
МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Учебное пособие

Редактор И.Г. Кузнецова

Подписано в печать  
Формат 60x90 1/16. Бумага писчая  
Оперативный способ печати  
Гарнитура Таймс New Roman

Усл. п.л. , уч.-изд. л.  
Тираж 200 экз. Заказ

Цена договорная

Издательство СибАДИ  
644099, Омск, ул. П.Некрасова, 10  
Отпечатано в подразделении ОП издательства СибАДИ  
644099, Омск, ул. П.Некрасова, 10